

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL

Raphael Furtado Fernandes

**SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS DE VIDRO: AS
ALTERNATIVAS DE REÚSO E RECICLAGEM DE GARRAFAS PARA PEQUENAS
CERVEJARIAS**

Florianópolis

2022

Raphael Furtado Fernandes

**SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS DE VIDRO: AS
ALTERNATIVAS DE REÚSO E RECICLAGEM DE GARRAFAS PARA PEQUENAS
CERVEJARIAS**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em
Engenharia de Produção Mecânica do Centro
Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito para a obtenção do título de Engenheiro
Mecânico, habilitado em Produção
Orientador: Profª. Dra. Mônica Maria Mendes Luna

Florianópolis

2022

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

Fernandes, Raphael Furtado

Sistema de logística reversa de embalagens de vidro : as alternativas de reúso e reciclagem de garrafas para pequenas cervejarias / Raphael Furtado Fernandes ; orientadora, Mônica Maria Mendes Luna, 2022.

78 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia de Produção Mecânica, Florianópolis,
2022.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção Mecânica. 2. Logística reversa.
3. Cadeia de suprimentos. 4. Embalagens de vidro. 5.
Economia circular . I. Luna, Mônica Maria Mendes . II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Engenharia de Produção Mecânica. III. Título.

Raphael Furtado Fernandes

**SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS DE VIDRO: AS
ALTERNATIVAS DE REÚSO E RECICLAGEM DE GARRAFAS PARA PEQUENAS
CERVEJARIAS**

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

Florianópolis, 07 de março de 2022.

Prof.^a Mônica Maria Mendes Luna, Dr.^a
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

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

Prof. Rogério Feroldi Miorando, Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng. Bruno Vieira Luiz
Avaliador

Este trabalho é dedicado à DEUS por todas as benções concedidas e aos meus pais pelo suporte e amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS pelo dom da vida e por todas as graças diárias. Sou eternamente grato aos meus pais, Clarice e Gilberto, que da sua maneira, amam incondicionalmente e dão o suporte necessário para que eu possa buscar os meus sonhos. Agradeço a minha vó, inspiração pela maneira leve que encara as situações e ao meu tio. Sou grato pelo tempo que passei na Universidade de Santa Catarina, que não foi pouco. Durante esse período vivi boa parte das minhas melhores recordações até o momento. Descobri o que é morar sozinho e ser independente, me desenvolvi, me transformei e sou uma pessoa totalmente diferente daquela que entrou.

Isso se deve em grande parte a todos que fizeram essa jornada melhor, peço desde já desculpas caso esqueça de alguém. Ao Pedro e a Lara que estão comigo desde os primeiros momentos da faculdade. Ao Guilherme que me acompanhava nas noites viradas de estudo e trabalho, aos irmãos Liberatti e ao Sampa com seus jeitos únicos. A Giovanna por me mostrar como a vida pode ser leve e que nunca devemos nos esquecer do que nos faz feliz. Agradeço imensamente a EJEPE pelo conhecimento proporcionado e as amizades que me trouxeram. Não seria justo não citar o Lucas, Bernardo, Moneró, Amanda e todas as outras pessoas do Primos, é simplesmente impossível ter momentos tristes com esse grupo.

Agradeço às coincidências da vida que trouxeram pessoas sensacionais para o meu ciclo de amizade, como a Isadora que se tornou uma pessoa pela qual tenho um carinho gigantesco, me conhecendo como ninguém e que junto com o Pedro tem que me aguentar constantemente. A Lélis, Flavia, Lala e Otávio que são parceiros de todos os momentos, seja para um nascer do sol ou uma festa de última hora. No último ano de faculdade a pandemia mudou totalmente a minha rotina, ao mesmo tempo que trouxe pessoas que fizeram as coisas serem um pouco mais leves. Agradeço a Carol pelos hobbies que me apresentou, como cozinhar e ao Thiago e Samuel que conseguem como ninguém retratar o que é viver intensamente.

Por fim quero agradecer os professores e a Universidade pelo conhecimento de excelência, principalmente a Mônica, minha orientadora, que me auxiliou, ensinou e me incentivou a entregar o meu melhor no tempo disponível.

The greatest glory in living lies not in never falling, but in rising every time we fall.
(MANDELA, ano desconhecido)

RESUMO

Nos últimos anos, houve um crescimento significativo do número de cervejarias no Brasil, passando de 40 para 1.383 no período de 2000 à 2020, com crescimento de 14,4% na comparação de 2019 com 2020. A maioria são pequenas cervejarias conforme mostram dados da pesquisa de 2019 realizada pelo SEBRAE: 61% dos respondentes consideram o seu negócio uma microcervejaria artesanal e 96% estimavam faturamento inferior a R\$ 3.600.000 no ano de 2019. Num setor onde os três maiores grupos cervejeiros possuem 96% do *market share*, a obtenção de matéria prima se torna um problema, ainda mais quando se trata de embalagem de vidro, uma das preferidas dos produtores artesanais. A Ambev, maior produtora de cerveja do país fabrica suas próprias embalagens de vidro e tem reduzido o consumo de matéria prima virgem com a reciclagem de 75 mil toneladas de material por ano. As demais cervejarias dependem de quatro principais fabricantes localizados majoritariamente no sudeste e nordeste. Esses poucos fornecedores de embalagens têm elevado poder de barganha frente a um grande número de consumidores. Assim, é comum que as pequenas cervejarias enfrentem riscos de falta de embalagens, além da imposição de grandes lotes de compra (*minimum order quantity*) e preços elevados do insumo, que chegam a representar, por vezes, mais de 30% do custo. Nesse contexto, alternativas que permitam um ciclo fechado de produção e consumo, estabelecendo uma economia circular, ao mesmo tempo reduzindo os custos e aumentando a disponibilidade das embalagens de vidro, como o reúso devem ser consideradas. A cidade de Florianópolis, por meio da Comcap, tem adotado uma série de ações visando a aumentar os volumes de embalagem de vidros encaminhados à reciclagem e, com isso, reduzir os custos de disposição final. No entanto, o preço do caco de vidro é pouco atrativo e o sistema de logística reversa para coleta desse resíduo precisa ser dedicado a esse material, o que eleva os custos de coleta. Apesar de constituir uma alternativa que contribui para reduzir o custo e impacto ambiental associado ao uso de matéria prima virgem na fabricação de vidro e à disposição final desses resíduos em aterros, é importante avaliar outras iniciativas adotadas pelos membros dos canais reversos que vem permitindo o reúso das embalagens, uma vez que o preço de venda da embalagem é mais elevado que o caco de vidro. Assim, esse trabalho visa a descrever os canais reversos e o sistema de logística das embalagens de vidro pós-consumo para as duas alternativas em Florianópolis: reúso e reciclagem. Para tanto, aspectos identificados na revisão bibliográfica e por meio de pesquisa de campo, que inclui entrevistas e observação direta, permitiram mostrar a vantagem do reúso frente a reciclagem em pequenas distâncias (200 km). Além disso, são sugeridas ações que podem contribuir para aperfeiçoar o sistema de logística reversa de embalagens de vidro no município de Florianópolis.

Palavras-chave: Logística reversa. Cadeia de suprimentos. Embalagens de vidro. Economia circular.

ABSTRACT

In recent years, there has been significant growth in the number of breweries in Brazil, rising from 40 to 1.383 in the period from 2000 to 2020, with growth of 14.4% in the comparison of 2019 to 2020. Most are small breweries as shown by data from the 2019 survey conducted by SEBRAE: 61% of respondents consider their business an artisanal microbrewery and 96% estimated revenues of less than R\$3,600,000 in the year 2019. In a sector where the three largest brewery groups have 96% of the market share, obtaining raw materials becomes a problem, even more so when it comes to glass packaging, a favorite of craft producers. Ambev, the largest beer producer in the country manufactures its own glass packaging and has reduced the consumption of virgin raw material by recycling 75,000 tons of material per year. The other breweries depend on four main manufacturers located mostly in the southeast and northeast. These few packaging suppliers have high bargaining power over a large number of consumers. Thus, it is common for small breweries to face risks of packaging shortages, in addition to the imposition of large purchase lots (minimum order quantity) and high input prices, which sometimes represent more than 30% of the cost. In this context, alternatives that allow a closed production and consumption cycle, establishing a circular economy, while reducing costs and increasing the availability of glass containers, such as reuse, should be considered. The city of Florianópolis, through Comcap, has adopted a series of actions aiming at increasing the amount of glass packaging sent to recycling and thus reducing the final disposal costs. However, the price of glass broken glass is not very attractive and the reverse logistics system for the collection of this material needs to be dedicated to this waste, which raises pickup costs. Despite being an alternative that contributes to reduce the cost and environmental impact associated with the use of virgin raw material in the manufacture of glass and the final disposal of this waste in landfills, it is important to evaluate other initiatives adopted by the members of the reverse channels that have been allowing the reuse of packaging, since the sale price of packaging is higher than that of the glass cullet. Thus, this paper aims to describe the reverse channels and the logistics system of post-consumption glass packaging for the two alternatives in Florianópolis: reuse and recycling. To this end, aspects identified in the literature review and through field research, which includes interviews and direct observation, allowed to show the advantage of reuse compared to recycling in small distances (200 km). In addition, actions are suggested that can contribute to improve the reverse logistics system of glass packaging in the city of Florianópolis.

Keywords: Reverse logistics. Supply chain. Glass bottle. Circular economy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Níveis da cadeia de suprimento	19
Figura 2 - A esquerda PEV de vidro e a direita ECO ponto.	21
Figura 3 - Esquema de economia linear.	24
Figura 4 - Esquema de economia circular.	25
Figura 5 - Ciclo dos bens duráveis.	26
Figura 6 - Fluxograma de uma fábrica de vidro para embalagem.....	28
Figura 7 - Fluxograma de uma fábrica de vidro plano.	28
Figura 8 - Produção de vidro no Brasil por categoria em milhares de toneladas.....	29
Figura 9 - Lavadora de garrafa do tipo double-end	30
Figura 10 - Imagens de análise do inspetor de garrafas vazias.	31
Figura 11 - Embalagem preferida pelos respondentes.	32
Figura 12 - Desenho técnico da embalagem descartável de 600 ml e da embalagem retornável de 600ml, respectivamente.	34
Figura 13 - Enquadramento Metodológico.	36
Figura 14 - Etapas da pesquisa.	38
Figura 15 - Cadeia de suprimentos e reversa de embalagem de vidro para pequenas cervejarias.	39
Figura 16 - Localização das fábricas de vidro.....	41
Figura 17 - Perfil do destino das embalagens descartáveis no Brasil em 2007.....	43
Figura 18 - Embalagem de vidro personalizada da empresa Baden Baden.	44
Figura 19 - Market Share em volume por marca.....	46
Figura 20 - Distribuição do número de cervejarias por municípios no Brasil a partir de círculos proporcionais.....	47
Figura 21 - Distribuição das cervejarias catarinenses nas mesorregiões.....	47
Figura 22 - Locais de comercialização das cervejarias de Santa Catarina.	48
Figura 23 - Máquina de recolhimento de embalagens retornáveis da marca Ambev.	49
Figura 24 - Média dos preços dos resíduos sólidos comercializados pelas organizações de catadores, por material em reais por quilo.	50
Figura 25 - Tabela de preços de embalagens unitárias.....	52
Figura 26 - Relação do indicador de mudança climática considerando embalagem retornável sobre embalagem descartável.	54

Figura 27 - Relação do indicador de mudança climática considerando embalagem retornável sobre embalagem descartável para diferentes distâncias.	55
Figura 28 - Levantamento de custos.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 29 - Panfleto de divulgação da coleta exclusiva de vidro.....	61
Figura 30 - Caminhão com guindaste para coleta de vidro dos PEVs.	62
Figura 31 - Veículo usado na coleta exclusiva de vidro.....	62
Figura 32 - Tabela impressa da coleta exclusiva de vidro.	63
Figura 33 - O galpão destinado a separação dos recicláveis.	64
Figura 34 - Área destinada ao armazenamento dos resíduos de vidro.	65
Figura 35 - Distribuição dos representantes da cadeia de reciclagem e reúso em Santa Catarina.....	69
Figura 36 - Garrafas inteiras, com caco de vidro e outras impurezas no pátio da ACMR.	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Atributos mais importantes da cerveja artesanal – Brasil X Estados Unidos.	33
Quadro 2 - Classificação da metodologia científica.....	35
Quadro 3 - Tipo de preço de garrafas <i>one-way</i> de reúso.....	45
Quadro 4 - Levantamento de custos	56
Quadro 5 - Custo comparativo entre as opções de fornecedor e embalagem.....	Erro!
Indicador não definido.	
Quadro 6 - Comparação das alternativas de reúso e reciclagem das embalagens.....	59
Quadro 7 - Peso e venda total por categoria de material reciclado no mês de outubro de 2021.	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNQ - Confederação Nacional do Ramo Químico

ABIVIDRO - Associação Brasileira das Indústrias de Vidro

ml – mililitro

FOB – *Free on board*

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

RSU – Resíduos sólidos urbanos

SLR – Sistema de logística reversa

ACMR – Associação de Coletores de Materiais Recicláveis

LCA - *Life Cycle Assessment*

GCS – Gestão da Cadeia de Suprimentos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Contextualização.....	15
1.2	Objetivos.....	16
1.2.1	Objetivo Geral.....	16
1.2.2	Objetivos Específicos	16
1.3	Justificativa	16
1.4	Delimitação do Trabalho	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1	Cadeia de Suprimentos	18
2.2	Logística Reversa.....	20
2.2.1	A Logística Reversa e a Política Nacional dos Resíduos Sólidos.....	22
2.3	Economia Circular	23
2.4	Reciclagem das Embalagens de Vidro	26
2.4.1.1	<i>A reutilização das embalagens de vidro</i>	<i>29</i>
2.4.2	Embalagens de Cerveja.....	31
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	35
3.1	Classificação da Pesquisa	35
3.2	Procedimentos Metodológicos.....	36
4	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	38
4.1	Cadeia de Suprimentos e Reversa de Embalagens de Vidro para Pequenas Cervejarias.....	39
4.1.1	Cadeia de Suprimento de Embalagens de Vidro	39
4.1.1.1	<i>As indústrias de embalagens de vidro</i>	<i>39</i>
4.1.1.2	<i>As Distribuidoras de embalagens de vidro.....</i>	<i>42</i>
4.1.1.3	<i>As empresas de reúso de embalagens de vidro</i>	<i>43</i>
4.1.2	Indústria Cervejeira	45

4.1.3	Cadeia Reversa de Embalagens de Vidro para Pequenas Cervejarias.	48
4.1.3.1	<i>Canal reverso da cervejaria</i>	48
4.1.3.2	<i>Associações de materiais recicláveis.....</i>	50
4.1.3.3	<i>Beneficiador.....</i>	52
4.2	Outros aspectos relacionados ao reúso ou reciclagem.....	52
4.2.1	Aspectos Ambientais.....	53
4.2.2	Aspectos Financeiros	55
4.2.3	Aspectos Sociais	58
4.2.4	Resumo dos Aspectos Considerados no Reúso e Reciclagem	59
4.3	Logística Reversa de Embalagens de Vidro: Estudo de Caso em Florianópolis...	60
4.3.1	O Descarte e a Coleta das Embalagens de Vidro.....	60
4.3.2	O Tratamento e Comercialização dos Resíduo de Embalagens de Vidros ...	63
4.3.2.1	<i>Embalagens reutilizáveis</i>	66
5	CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	67
	REFERÊNCIAS.....	72

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O Brasil possui um grande mercado consumidor, tanto pela sua forte economia, a décima terceira maior do mundo (MALAR, 2022) quanto por possuir aproximadamente 200 milhões de pessoas (IBGE, 2022). Isso atrai o interesse de empresas de diversos setores, como o de cerveja. Nesse segmento temos uma das maiores empresas do setor a Ambev, que junto com outros dois grupos formam um oligopólio nesse mercado. A pequena fatia de mercado que resta é dividida entre diversas cervejarias com produção mais artesanal. Essas empresas buscam trazer mais variedade para o mercado junto com produtos mais focados na qualidade. Essa qualidade tem de ser expressa também na embalagem, tanto pelas funções tangíveis como a de proteger e apresentar informações básicas quanto pelas intangíveis que agregam valor ao estabelecer a identidade do produto, encantam, despertam a curiosidade do consumidor e geram desejo. Esse é um conjunto de funções que faz a diferença no ponto de venda, local onde o consumidor encontrará o produto que irá consumir (MESTRINER, 2002 apud FERRÃO; GUIMARÃES E CORRÊA, 2016).

A embalagem preferida do consumidor para uma cerveja de qualidade, mais artesanal, é a embalagem de vidro. Porém, esse insumo nem sempre está disponível no mercado para essas pequenas cervejarias, dado que a produção nacional não supre a embalagem interna. Somado a isso, as cervejarias menores, por não terem poder de barganha frente aos fornecedores não são priorizadas no atendimento e sofrem com maiores variações de preços e condições pouco atrativas.

Aliado a pressão competitiva existe a demanda crescente por soluções que diminuam o impacto ambiental causado pela atividade humana. E as embalagens estão inseridas nesse contexto, uma vez que são rapidamente utilizadas e descartadas, contribuindo para o aumento dos resíduos sólidos. Assim, a busca pela sustentabilidade passa a fomentar a inovação, para que as empresas consigam soluções para dois grandes desafios que enfrentam: a manutenção da competitividade em um mercado dinâmico e global e a redução da disponibilidade de recursos naturais (NIDUMOLU et al., 2009; SCOTT, 2013 apud LEITÃO, 2015). A economia circular se propõe soluções alternativas para tal dilema, baseada no princípio de transformar o passivo do descarte dos resíduos em um ativo de reciclagem e reutilização de materiais, podendo gerar ganhos da ordem de um trilhão de dólares por ano (UNEP, 2015 apud

CAMPELLO, 2021). Uma das formas de realizar a transição do atual modelo linear, de geração, consumo, descarte e disposição final, para um modelo circular, é transformando resíduos em insumo. Para Côté e Cohen-Rosenthal (1998, apud Leitão, 2015), uma das formas de viabilizar essa economia circular, é por meio da criação de comunidades de indústrias que trabalham de forma integrada, desenvolvendo parcerias em busca de desenvolvimento econômico ao mesmo tempo da proteção ambiental e desenvolvimento social local.

O presente trabalho trata desse tema e busca identificar as organizações que atuam na logística reversa de embalagens de vidro pós-consumo, para avaliar as possibilidades de reúso e reciclagem desses resíduos com foco no setor dos pequenos produtores de cerveja na cidade de Florianópolis.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Comparar as alternativas de reúso e reciclagem de embalagens de vidro para pequenas cervejarias, segundo a perspectiva da logística reversa.

1.2.2 Objetivos Específicos

Caracterizar a cadeia de distribuição e cadeia reversa de embalagens de vidro na indústria de cerveja.

Descrever o atual sistema de logística reversa de embalagens de vidros na grande Florianópolis.

Comparar a solução de reúso e reciclagem para as cervejarias inseridas em Santa Catarina.

Apontar alternativas de sistemas de logística reversa (SLR) para garrafas de cerveja na grande Florianópolis visando o reúso dessas embalagens.

1.3 JUSTIFICATIVA

As pequenas empresas de cerveja artesanal enfrentam diversas dificuldades nesse concorrido mercado, por exemplo a obtenção de insumos, como as embalagens de vidro. Essa

dificuldade de garantir o suprimento de embalagens de vidros é uma realidade também das grandes cervejarias, as quais tem buscado adotar estratégias de integração vertical. Esse é o caso da Ambev que, para garantir o suprimento de embalagens, tem investido em fábricas próprias. A Ambev inaugurou a primeira em 2008 e está investindo R\$ 870 milhões na construção em outra unidade que começara a funcionar em 2025 (CIMM, 2021). Quem não possui tamanho capital enfrenta uma “demanda super aquecida frente a uma oferta inelástica” como afirma a Associação dos Fabricantes de Vidros (CIMM, 2021). Vale ressaltar que essa não é uma dificuldade exclusiva do mercado nacional, mas global: a volatilidade do preço de insumos fundamentais como alimentos, commodities agrícolas e minérios nunca foi tão alta como o registrado no ano de 2000 (ABRAMOVAY, 2014 apud LEITÃO, 2015), tendo se acentuado com a pandemia do Coronavírus.

Esse importante insumo, que por vezes representa mais de 30% dos custos da cerveja, são fabricados por poucas empresas, normalmente multinacionais com grandes complexos industriais, não focadas exclusivamente em garrafas, mas no setor de vidro em geral. Essas empresas visam a atender, principalmente, os 96% do mercado controlado pelos três grandes grupos de bebidas. Assim as outras cervejarias sofrem com custos mais elevados de frete, dificuldade em adquirir grandes lotes de compra (*minimum order quantity*), volatilidade no preço e falta de produto, o que faz com que, muitas vezes, acabem comprando de intermediários. Assim, alternativas que possibilitam a obtenção desse insumo de maneira mais econômica seria de grande valia para essas empresas.

O vidro possui características que fazem com que ele possa ser reaproveitado diversas vezes, possibilitando que mesmo garrafas *one-way* possam ser reintroduzidas no ciclo produtivo. Esse conceito vai ao encontro com a Lei nº12.305/2010 (BRASIL, 2010) que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cujo objetivo é, aumentar a reciclagem e a reutilização juntamente com a destinação correta desse tipo de embalagem e outros resíduos pós-consumo. A reutilização de garrafas pode significar redução de impacto ambiental maior que a reciclagem, como destacado no estudo de Landi, Germani e Marconi (2019). Esse é um, aspecto relevante, não apenas visando à preservação do planeta, mas também pelo fato de os consumidores estarem mais exigentes, em relação à qualidade e preço sem abrir mão da responsabilidade ambiental (CORRÊA, 2012 apud MARTINS; ALMEIDA; SOUZA, 2018).

Além desses aspectos, existe a vantagem econômica de se utilizar embalagens reutilizadas (CARDOSO et al., 2016). Todos esses aspectos favorecem as empresas produtoras de cerveja a desenvolverem canais de logística reversa dos seus produtos. Além disso, pode

fomentar o mercado de resíduos de embalagens de vidro, seja comprando de terceiros, criando uma rede logística de obtenção desses insumos em pontos estratégicos como bares e restaurantes ou mesmo criando parcerias com os órgãos responsáveis pela coleta de resíduos urbanos.

1.4 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho tem como analisa os elos à montante e a jusante da cadeia de suprimentos de embalagens de vidro para cervejarias, mas essa cadeia não inclui os fornecedores de matéria prima para a produção das embalagens e da cerveja.

Embora sejam considerado aspectos econômico-financeiros, esse não é o foco do estudo, não tendo sido desenvolvida uma análise aprofundada dos custos envolvidos na logística reversa e no processo de reciclagem ou preparação de embalagens para reúso.

O presente trabalho não trata de uma análise do ciclo de vida do produto, não tendo sido conduzida uma comparação entre os indicadores de desempenho ambiental da reciclagem e reúso. Além disso, não foram analisadas as características físico-químicas das embalagens de vidro pós-consumo e após processo de lavagem, o que não permite comparar as propriedades mecânicas antes de depois desse processo.

Vale ressaltar que a aplicação da pesquisa está limitada ao contexto da cidade de Florianópolis, e os resultados variam em função das distâncias entre a cidade e os centros de consumo e produção de embalagens.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CADEIA DE SUPRIMENTOS

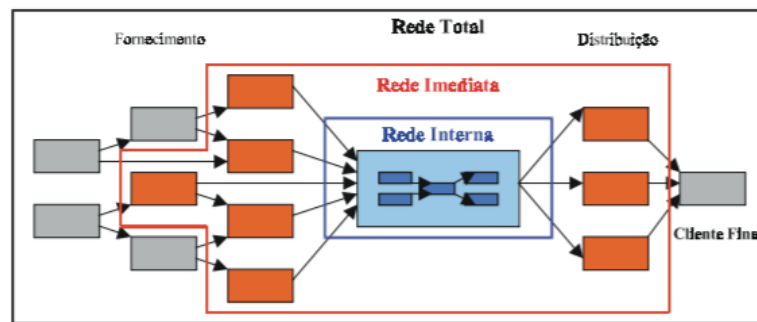
O termo cadeia de suprimentos é relativamente novo, surgindo pela primeira vez no ano de 1997 (COOPER; LAMBERT; PAGH, 1997 apud MIGUEL; BRITO, 2009). Esse termo começou a ganhar destaque e contribuições sobretudo no meio automobilístico (PIRES, 1998), tendo em vista a complexidade do referido setor.

As cadeias (ou redes) de suprimentos fazem parte das chamadas "cadeias produtivas", que representam genericamente os diversos setores industriais existentes e o conceito das cadeias produtivas, por sua vez, tem origem na economia e refere-se a um conjunto de empresas

que mantém relações de suprimentos entre si e fornecem um determinado tipo de produto para um mercado final, como é o exemplo do mercado de automóveis (ALVES FILHO et al., 2004).

Para facilitar o entendimento da cadeia de suprimento, Slack (1993 apud SCAVARDA; HAMACHER, 2001) identificam três níveis de análise da cadeia ou rede de suprimentos: rede total, rede intermediária e rede interna. Segundo o autor, a rede interna inclui as trocas dentro da própria empresa, e diz respeito tanto ao fluxo de informações quanto de materiais entre os setores, departamentos ou células. A rede imediata são os clientes e fornecedores diretos da companhia e a rede total é o conjunto de todas as redes imediatas das empresas que compõem um setor industrial ou de serviços, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 - Níveis da cadeia de suprimento



Fonte: Slack (1993 apud SCAVARDA; HAMACHER, 2001)

A gestão da cadeia de suprimentos engloba esses elos e busca integrá-los, desde o fornecedor inicial até o cliente final, com foco em agregar valor por meio da administração de produtos, informações e serviços (COOPER; LAMBERT; PAGH, 1997 apud MIGUEL; BRITO, 2009) buscando agregar valor.

Para satisfazer as necessidades dos clientes finais da melhor forma possível, a gestão da cadeia de suprimentos (GCS) permite reduzir custos, ao mesmo tempo em que busca garantir que todos os elos da cadeia busquem formas de tornar mais eficiente os processos de produção e logísticos.

Segundo Moura (2006) de uma forma sintética, pode-se dizer que a logística é o processo de gestão dos fluxos de produtos, de serviços e da informação associada entre fornecedores e clientes (finais ou intermediários) ou vice-versa, levando aos clientes, onde quer que estejam, os produtos e serviços que necessitam, nas melhores condições. O escopo da logística é a empresa enquanto a cadeia de suprimentos é mais ampla, como destacado anteriormente. Assim, a logística, conforme descreve Ballou (2004) abrange as atividades de

movimentação e armazenagem, que viabilizam o fluxo de produtos e informações. Normalmente, associa-se a logística simplesmente aos fluxos de distribuição, ou seja, movimentação a partir dos pontos de produção (fornecedor) até os pontos de consumo (consumidor) mas, é importante destacar os fluxos reversos que precisam ser igualmente gerenciados pelas organizações e no âmbito das cadeias de suprimentos – a logística voltada a essas atividades dá-se o nome de Logística Reversa (BALLOU, 2004).

2.2 LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa trata de recuperar o valor dos materiais, sempre que possível, e envolve atividades que garantem os fluxos de materiais e informação no sentido inverso dos fluxos mais comuns da cadeia de abastecimento. A recuperação do valor pode ser feita de diversas formas como exposto por Stock (1998) e inclui: a reciclagem via retorno de materiais anteriormente consumidos, troca de produtos, reutilização de produtos, distribuição ordenada de resíduos e remanufatura de bens retornados. Para Leite (2009 apud CAMPELLO, 2021), essas várias formas de recuperação de valor podem ser agrupados em três subsistemas: reúso, remanufatura e reciclagem, além da opção de encaminhamento a destinação final como aterros.

Cada um desses subsistemas tem suas vantagens e desvantagens, como pontua Meade e Sarkis (2002 apud PEREIRA et al., 2014), devendo a cadeia reversa estar adaptada para atender as necessidades de cada cliente que utilizarão o material recuperado no seu ciclo produtivo. Fuller (1978 apud CAETANO, 2018) destaca os três canais reversos que um resíduo doméstico reciclável pode ter: (a) os canais de logística que os varejistas e distribuidores já possuem para a entrega dos produtos, fazendo adequações para viabilizar o retorno. (b) Centros de coleta que atuam como uma parte do canal reverso dedicado organizado por fabricantes. Esse material antes de ser usado como matéria prima secundária passa por centros de processamento. (c) E os centros de recuperação de resíduos sólidos urbanos, podendo ser da esfera pública ou privada. Sendo responsável por processar e comercializar.

O material, ao ser encaminhado por meio do canal reverso, necessita de um transporte inicial, ou seja, da fonte geradora para o centro de recuperação (JAHRE, 1995 apud CAETANO, 2018). Quando essa distância percorrida pelo consumidor até o ponto de coleta é próxima a zero o sistema é caracterizado como *Kerbside*, ou porta a porta no Brasil, quando é necessário o deslocamento para longas distâncias é denominado *Bring* (JAHRE, 1995 apud CAETANO, 2018). No sistema *Bring* os pontos de coleta podem ser identificados em dois

grupos conforme Caetano (2018): (i) pontos de coleta descentralizados; e (ii) pontos de coleta centralizados.

Os descentralizados recebem comumente a denominação de PEVs (Pontos de entrega voluntária), tendo como característica a disposição de containers em espaços públicos e estabelecimentos comerciais (CEMPRE, 2014; BRASIL, 2015 apud CAETANO, 2018). Devendo ser previamente selecionados os tipos de materiais que cada um irá receber e posteriormente devidamente identificados. A identificação é feita por cores, a azul para papeis, vermelho para plástico, amarelo para metais e verde para vidro. Já os centralizados correspondem aos centros de coleta, locais normalmente cercados e projetados para permitir a circulação de automóveis e caminhões em seu interior (CEMPRE, 2014; FEO; POLITO, 2015 apud CAETANO, 2018)

Figura 2 - A esquerda PEV de vidro e a direita ECO ponto.



Fonte: COMCAP (2022)

No sistema porta a porta, onde o consumidor não tem de se deslocar, a quantidade de material recolhido é consideravelmente maior, entretanto há um aumento nos custos do SLR. Assim sendo, algumas estratégias, como a criação de consorcio entre empresas com resíduos similares, proporciona vantagens econômicas e ecológicas (LANDI, GERMANI E MARCONI, 2019).

Outro elemento fundamental que deve ser definido em um SLR é o método de separação, existindo cinco principais formas de separação (i) *mixed waste*; (ii) *single-stream*; (iii) *dual-stream*; (iv) *mono-material stream*; e (v) *pre-sorted* (CAETANO, 2018). A coleta *mixed waste*, comumente conhecida como coleta tradicional, os resíduos sólidos não possuem

nenhum tipo de separação, sendo os materiais recicláveis descartados juntos com os orgânicos e rejeitos (IPEA, 2012 apud CAETANO, 2018). Essa é a pior configuração, em todas as outras há ao menos um tipo de separação na fonte geradora conforme sua constituição e composição, recebendo assim o nome de coleta seletiva (BRASIL, 2010). O caso mais comum é a separação dos materiais recicláveis em um mesmo recipiente, recebendo o nome de *single-stream* (CRI, 2009; PRESSLEY et al., 2015 apud CAETANO, 2018). Na *dual-stream* a separação é com duas categorias, como por exemplo papel e papelão. O *mono-material stream* é o descarte de um resíduo específico em um recipiente, sendo mais comum para o papel e o vidro (CIMPAN et al., 2015 apud CAETANO, 2018).

Nesses três casos é preciso planejar, operar e controlar o fluxo e as informações logísticas correspondentes do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo (LEITE, 2003 apud ESTIVAL, 2004). Incluindo também o fluxo eficiente e eficaz de entradas e guarda de materiais, inclusive os menos importantes (FLEISCHMANN, 2001 apud CAMPELLO, 2021). Esse processo apesar de complexo é adotado por diversas empresas por inúmeras razões como apresentado por Peña et al. (2017): “Legislação ambiental, benefícios econômicos gerados pela reutilização, conscientização ambiental partindo dos consumidores, razões competitivas no mercado, proteção da margem de lucro e recaptura de valores e ativos.”

No âmbito legal, vale destacar a Lei nº12.305/2010 (BRASIL, 2010) que apresenta uma definição da logística reversa e conceitos relacionados às atividades que viabilizam a reinserção dos resíduos pós-consumo ou pós-uso no ciclo produtivo.

2.2.1 A Logística Reversa e a Política Nacional dos Resíduos Sólidos

No artigo 3^a, inciso XII, a Lei nº12.305/2010, ou Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) define a logística reversa 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.

Os resíduos sólidos, por sua vez, são definidos pela mesma lei como: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados

sólido ou semissólido [...]. São esses resíduos que constituem o foco das operações da logística reversa.

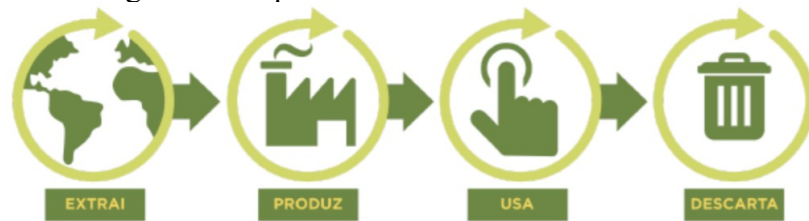
As cidades geram uma elevada quantidade de resíduos sólidos anualmente. Para Sharma e Jain (2020 KHANDELWAL et al., 2019) esse valor corresponde chegará a 3.400 milhões de toneladas em 2050, consequência do crescimento baseado no consumo ocasionando fabricação mais rápida de bens e maior disponibilidade (SILVA et al., 2017 apud CAETANO, 2018) e que tende a aumentar junto com o crescimento populacional (SONG et al., 2015 apud CAETANO, 2018).

O Brasil não fica de fora dessa realidade, em 2020 foram gerados 82,5 milhões de toneladas de lixo, representando 359 kg por pessoa (ABRELPE, 2021). Desse volume 12 milhões de toneladas, um milhão apenas de vidro, deixaram de gerar riqueza e emprego e foram descartados, uma perda de R\$ 14 bilhões (MAURÍCIO, 2020). Dentre os resíduos, nos últimos anos, as embalagens (metal, papelão, plástico e vidro) receberam uma atenção especial pois são rapidamente descartadas apesar de diversos recursos serem empregados para produzi-las (SONG et al., 2015 apud CAETANO, 2018). Isso se deve ao fato que as atividades envolvidas na gestão de resíduos sólidos custam caro, no orçamento de 2021 da prefeitura de Florianópolis foram destinados R\$ 185 milhões, representando 7,5% do orçamento total (FLORIANÓPOLIS, 2022). Tais despesas fazem com que municípios menores não tenham condições de arcar com uma coleta seletiva, tratamento e destinação correta dos resíduos urbanos.

2.3 ECONOMIA CIRCULAR

A economia circular vem contrapor a economia linear, até pouco tempo amplamente usada mundialmente, composta de quatro etapas: extrair, produzir, usar e descartar. Isso faz com que 91% do material utilizado na produção industrial retorne ao ambiente de forma indevida, muitas vezes sem tratamento, gerando poluição e enormes danos ao planeta (LUZ, 2017 apud CAMPELLO, 2021)

Figura 3 - Esquema de economia linear.



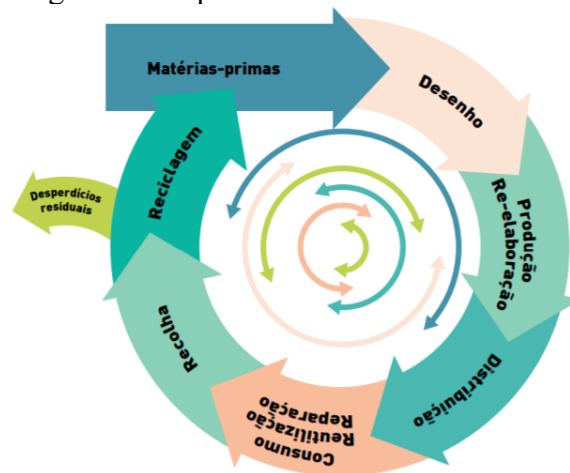
Fonte: Introdução ao vidro e sua produção (2020)

Entretanto, tal esquema operara como se os recursos fossem amplamente disponíveis e infinitos, entretanto não são, trazendo assim dificuldade as empresas em trabalharem no cenário real, um cenário de escassez de recursos (HOFFMANN; SCHLOSSER, 2001 apud OLIVEIRA; FRANÇA; RANGEL, 2019). Ao mesmo tempo que cria uma falsa impressão de descarte, algo que não existe, uma vez que o descarte é realizado exatamente no mesmo local onde é feito a extração, produção e uso, o planeta Terra.

Dessa forma, a economia circular traz novos conceitos, estruturados no fluxo contínuo de matérias e resíduos, o sistema passa então a ser regenerativo, nada se perde, tudo se transforma, na busca por abolir ou minimizar a quantidade de resíduos (CAMPELLO, 2021). Fundamentado no fato do resíduo ser um recurso, com potencial de aproveitamento, podendo ser reaproveitado ou valorizado, dando assim origem a um novo produto (Braungart & McDonough, 2002). Essa mudança de mentalidade em relação ao lixo possibilita grandes ganhos econômicos. A Ellen MacArthur Foundation (2013) estimou que as empresas da União Europeia poderiam ter em 2012 uma redução anual de gastos na ordem de US\$ 630 bilhões (4% do PIB da EU), sendo avaliado em US\$ 380 bilhões os negócios que poderiam ser gerados ao se utilizar a abordagem da economia circular.

Ao começar a gerar matéria prima do que antes eram resíduos se diminui a extração, o descarte e o consumo de energia, conseguindo assim além da eficiência econômica a diminuição da degradação ambiental (HAWKEN et al., 2007; STAHEL, 2010 apud LEITÃO, 2015).

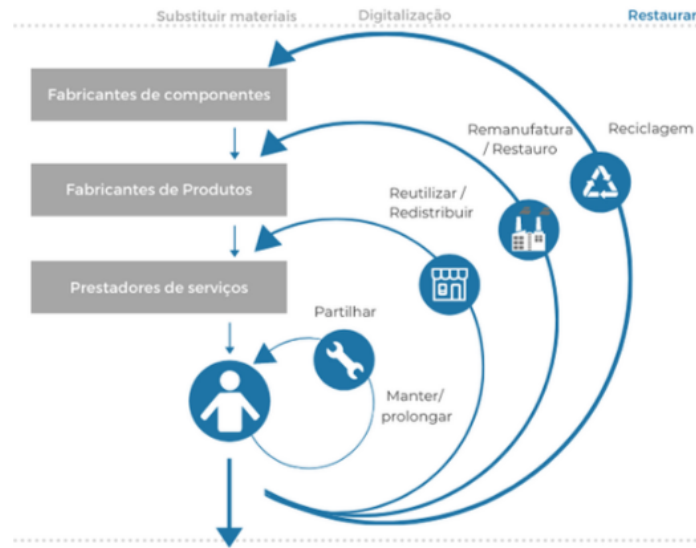
Figura 4 - Esquema de economia circular.



Fonte: Portugal (2019)

Para fomentar essa economia fechada, são necessários algumas medidas e inovações. Pode se destacar as baseadas na Logística Reversa, que trabalham a cadeia no sentido inverso da logística empresarial e que possibilita a reutilização de componentes, como a remanufatura (CHERRY; PIDGEON, 2018 apud BEUREN et al., 2021) e a reciclagem (MATSCHEWSKY, 2019 apud BEUREN et al., 2021). As inovações incluem aspectos como a reconfiguração da cadeia de valor (VENCE; PEREIRA, 2019 apud BEUREN et al., 2021) sendo fundamental citar o Sistema Produto-Serviço (PSS) que propõe passar de uma abordagem de propriedade para uma de funcionalidade (IONAȘCU, 2018 apud BEUREN et al., 2021). Isso cria a necessidade que o valor dos produtos, materiais e recursos fiquem o máximo de tempo possível na economia causando dessa forma uma mínima geração de recursos, novas formas de inovação e desenvolvimento local (EUROPEAN COMMISSION, 2015 apud CAETANO, 2018). Essa longevidade só é possível quando se trabalha na vida útil dos produtos ao começar a utilizar programas de manutenção e devolução (KERDLAP; GHEEWALA; RAMAKRISHNA, 2021 apud BEUREN et al., 2021). Quando um produto não tem mais serventia para o seu dono deve-se em um primeiro momento promover a utilização dos recursos de forma partilhada. A próxima etapa é realizar a remanufatura para que ele possa ser reinserido no ciclo do fabricante do produto caso nenhuma das anteriores sejam possíveis o material é então reciclado e volta a ser matéria prima para uma fábrica de componentes.

Figura 5 - Ciclo dos bens duráveis.



Fonte: Costa (2021)

Todos esses passos são favorecidos ao se favorecer uma nova maneira de pensar e criar produtos. O design deve ser pensado de forma a facilitar a separação dos componentes, buscando um design modular, assim como os componentes tóxicos devem ser eliminados para garantir a segurança de todos os membros que trabalham para revalorizar o material. Assim sendo, a economia circular muda conceitos, isto é, produto é transformado em serviço, consumidor em usuário e economia sem exploração de recursos naturais – uma mudança de mentalidade de consumidores, fabricantes, cadeia logística e governo nos diversos níveis (CAMPELLO, 2021).

2.4 RECICLAGEM DAS EMBALAGENS DE VIDRO

A reciclagem é uma ação que possibilita a economia de energia e recursos naturais, ao trazer novamente ao ciclo produtivo como matéria prima um material que antes seria lançado em um aterro (CHUN-LI PENG e CHARLES, 1997 apud FERREIRA, 2021). O vidro é um material que pode ser reaproveitado 100% sem perda de qualidade podendo substituir 80% do material virgem (ABIVIDRO, 2019). O uso de material reciclado faz o ponto de fusão desse material cair de 1.500 graus para 1000 a 1200, representando assim uma economia de 3% a 4% da energia necessária no forno a cada 10% de caco de vidro utilizado (CNQ, 2015). Valor extremamente significativo, uma vez que de 35% a 25% do custo final de produção desse setor é de gás natural e energia elétrica (CNQ, 2015). A utilização de vidro reciclado também reduz

10% no uso de água, que é em média de 1 m³ por tonelada (CNQ, 2015). Apesar de todas essas vantagens, apenas 47% do vidro no Brasil é reciclado, uma explicação é o baixo preço pago pelo caco desse material, em média quinze centavos. Porém mesmo assim foram movimentando R\$ 120 milhões no ano (ABIVIDRO, 2019). Para entender o processo de reciclagem do vidro, é preciso entender o processo de fabricação.

O vidro foi fabricado inicialmente por processos naturais, por meio de rochas vulcânicas da era obsidiana (ELIAS; ALDERTON, 2020). Como produção humana existem amostras que comprovam que povos como egípcios e mesopotâmicos tinham controle desse processo por volta de 1250 a.C (AGENCIA ESTADO, 2012). Para fabricar esse material é necessário 70% de sílica (areia), 15% de barrilha, 10% de calcário, 10% de dolomita, 2% de feldspato e 2% de aditivos como sódio, ferro, cobalto, cromo, magnésio e outros (CNQ, 2015). Sendo possível substituir até 80% do material virgem por caco de vidro (ABIVIDRO, 2019). Caso seja utilizado material reciclado, esse deve ter um elevado padrão de qualidade, uma vez que objetos estranhos podem interferir diretamente no resultado final do produto, como descrito por Lemos (2012):

(a) Falhas ou defeitos na embalagem causado por produtos inorgânicos de difícil fusão e composição química diferente da do vidro, por exemplo pedras, cerâmica, concreto, louças e até mesmo os vidros planos, utilizados na indústria automobilística e construção civil.

(b) Alteração da cor do vidro ou bolhas consequência de uma alteração na atmosfera do forno causado devido a volatilização do excesso de material orgânico como papel e terra ou mesmo plástico.

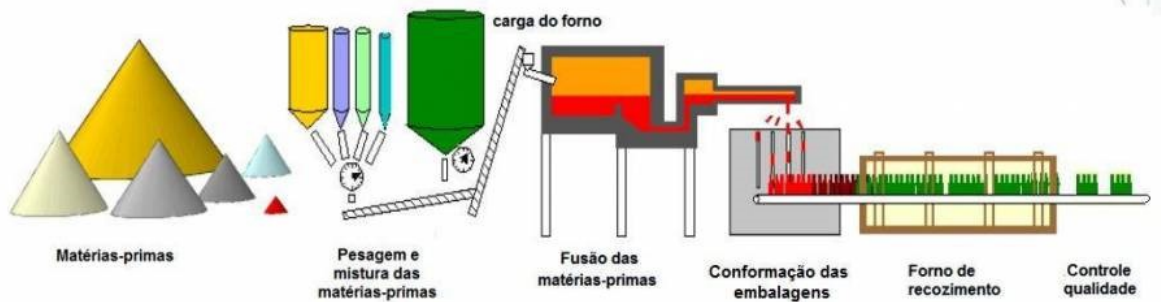
(c) Os materiais ferrosos ou não ferrosos podem contaminar o vidro causando manchas de cor distintas e bolhas. Sendo ainda possível criar furos na sola e paredes do forno uma vez que o ferro metálico pode reagir com o material refratário.

(d) Alteração no padrão visual do produto e espuma no forno consequência do uso de caco de vidro de coloração diferente do produto final.

Com o caco livre de vidro ou utilizando apenas material virgem, é feita uma mistura que será fundida a aproximadamente 1.500 graus em fornos alimentados 90% por gás natural e 10% por energia elétrica (CNQ, 2015). Essa etapa representa de 35% a 25% do custo final de produção, uma vez que as matérias primas são de fácil obtenção e consequentemente baixo preço no mercado, com exceção da barrilha, que representa 12% do peso, mas 60% do custo de matéria prima (CNQ, 2015). Essa mistura pode então ter dois destinos principais, a confecção de vidro plano e embalagens. No vidro plano a mistura é continuamente derramada em um

tanque quimicamente controlado de estanho liquefeito e se espalha uniformemente, já para embalagens é utilizado um processo de conformação por meio de um molde com o formato desejado (CNQ, 2015).

Figura 6 - Fluxograma de uma fábrica de vidro para embalagem.



Fonte: Kawabata (2009)

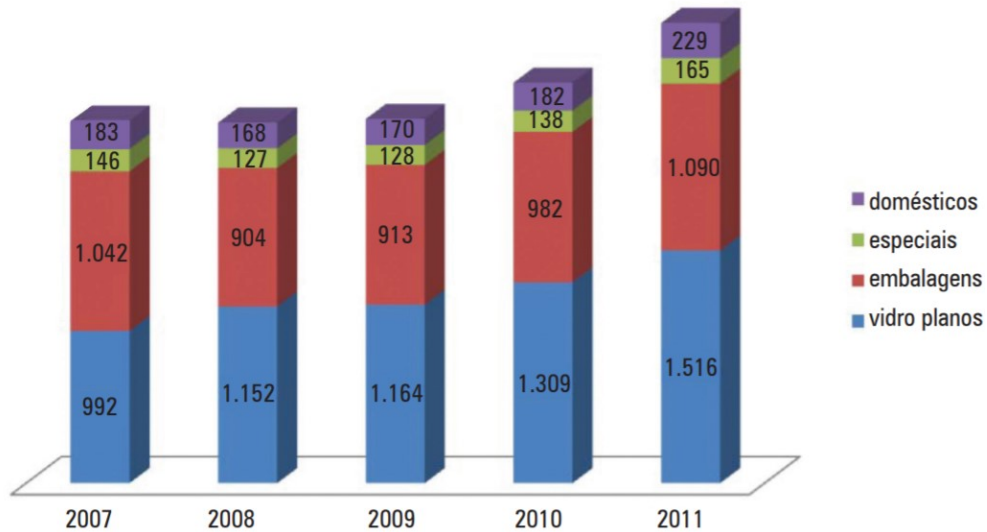
Figura 7 - Fluxograma de uma fábrica de vidro plano.



Fonte: Kawabata (2009)

Além do vidro plano, utilizado amplamente na indústria automobilística e de construção civil, e das embalagens de vidro ainda existem outras duas categorias: (a) vidros técnicos ou especiais que compreende lãs e fibras de vidro, isolantes térmicos, ampolas para garrafas térmicas e uso farmacêutico entre outras aplicações e (b) vidros domésticos como louças e copos. As duas primeiras categorias representam 87% do mercado em 2011 e somente embalagens 36% como pode ser visto na imagem abaixo (CNQ, 2015):

Figura 8 - Produção de vidro no Brasil por categoria em milhares de toneladas.



Fonte: CNQ (2009)

2.4.1.1 A Reutilização das Embalagens de Vidro

Quando uma empresa trabalha com embalagens do tipo reutilizável é necessário garantir que elas estejam em perfeitas condições antes de serem envasadas com cerveja e voltarem para o consumidor. Assim, as garrafas que retornam à cervejaria passam por uma inspeção, muitas vezes realizada por máquinas especializadas que retiram do processo as garrafas que apresentem quebras, lascas ou trincas (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2005). Depois disso, as embalagens passam por um processo de limpeza química e mecânica (ROCHA, 2006). Essas duas limpezas ocorrem em uma máquina propícia, que possui uma série de tanques com solução cáustica aquecida junto com aditivos que possibilitam a eliminação de sujeira e contaminações microbiológicas tanto interna quanto externa.

O processo se inicia com o encaixe das garrafas em esteiras, sendo colocadas na posição vertical de forma a permitir que, pela ação da gravidade, os resíduos líquidos sejam despejados para fora da embalagem. Com as garrafas em condições, o produto entra na zona de Pré-Lavagem onde são realizadas imersões e enxágues com água e soda cáustica, em uma limpeza superficial. Depois disso, é feita uma limpeza profunda do material com diversas imersões em soda cáustica com água em movimento senoidal, eliminando a maioria das impurezas. Com todas as imersões das garrafas realizadas em soda cáustica, o produto entra na zona de enxágue, sendo usadas soluções aquosas com dióxido de cloro e ácido per-acético, que

impedem a proliferação de microrganismos (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2005). As máquinas de limpeza conseguem processar entre 5 mil a 135 mil garrafas por hora, como a Lavatec E3 da Krones®, e quanto maior a velocidade e o volume processado maior a redução de custo quando analisado o impacto da lavagem por embalagem.

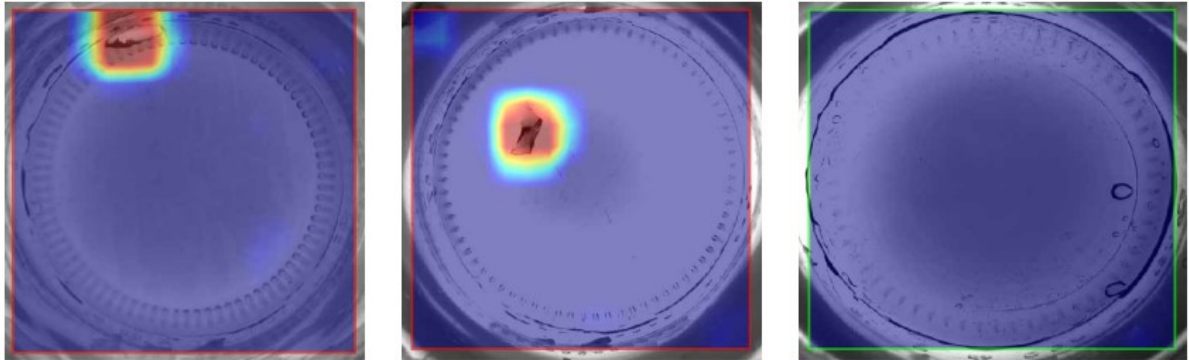
Figura 9 - Lavadora de garrafa do tipo double-end.



Fonte: KRONES (2021)

Depois de higienizadas, as garrafas passam por um equipamento denominado inspetor de garrafas vazias. São utilizadas as mais variadas formas de detecção como mapa de calor, captura de imagem, detecção por sistema de alta frequência, infravermelho e redes neurais. Tudo isso para que seja possível detectar o tipo de garrafa, os danos na estrutura física, contaminações, vestígios de produtos químicos, líquidos residuais e partículas físicas presente nas embalagens. Fazendo com que máquinas como a Linatronic AI da KRONES® consigam selecionar apenas as garrafas que estão adequadas para serem envasadas (KRONES, 2021).

Figura 10 - Imagens de análise do inspetor de garrafas vazias.



Fonte: KRONES (2021)

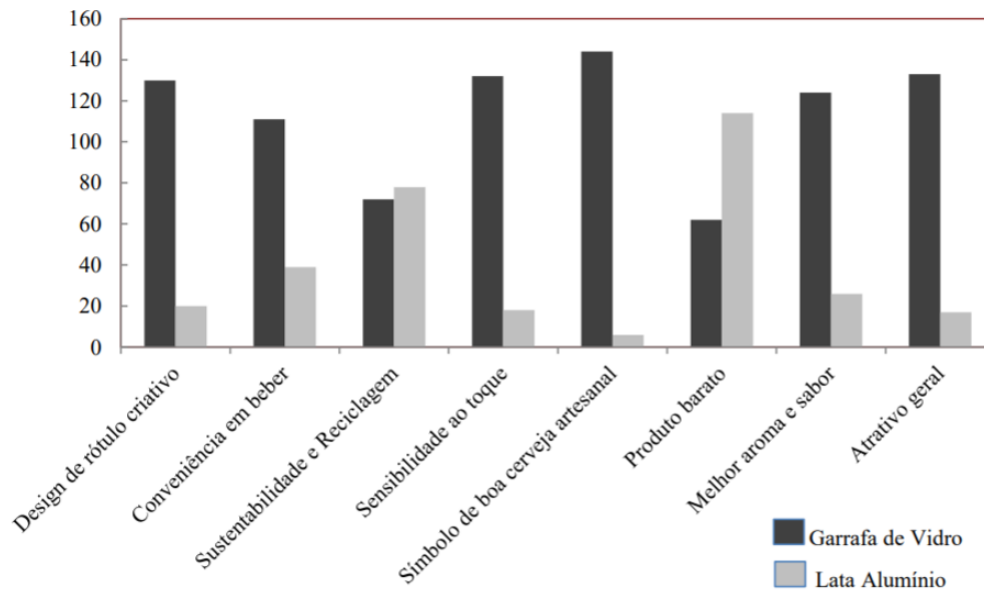
2.4.2 Embalagens de Cerveja

A embalagem desempenha funções que vão além do condicionamento adequado do produto. Segundo Gobe et al. (2004 apud FERRÃO; GUIMARÃES e CORRÊA, 2016) a embalagem cria uma lembrança da marca, servindo como uma vitrine entre a empresa e consumidor. Essa é uma característica acentuada pelo autosserviço dos supermercados que fornecem diversas opções de produtos um ao lado do outro, sendo necessário que a empresa se destaque frente aos inúmeros concorrentes, pois é por meio da embalagem que, muitas vezes, é estabelecido o primeiro contato do consumidor com a marca. A embalagem possui, assim, uma importância estratégica ao criar um diferencial competitivo e agregar valores e significados para influenciar diretamente na decisão de compra (MESTRINER, 2002 apud FERRÃO; GUIMARÃES e CORRÊA, 2016). A embalagem é a mídia permanente para a companhia, podendo ser identificada, por vezes, mesmo sem a logomarca ou quebrada, como é o caso da garrafa de vidro da Coca-Cola (GOBE et al., 2004 apud FERRÃO; GUIMARÃES e CORRÊA, 2016).

No mercado de cerveja não é diferente, a lata de alumínio e a embalagem de vidro são as mais utilizadas, cada uma apresentando suas vantagens e desvantagens. As embalagens feitas de metal apresentam diversos pontos positivos, como o fato de ser um insumo mais barato e acessível, ter menor peso e maior volume por área, contribuindo com a diminuição dos custos logísticos, além de uma maior área para identidade visual. Junta-se a isso o fato de proporcionar maior proteção contra a luz e oxigênio que, segundo Esteves et al. (2014) permitem estabilidade do sabor e qualidade da cerveja. Apesar de todos esses aspectos favoráveis da embalagem de metal, o vidro tem a preferência dos consumidores e, essa preferência chega a alterar o saber e

a qualidade, conforme mostrado por Ferrão, Guimarães e Corrêa (2016). Além do atributo “aroma e sabor” Ferrão, Guimarães e Corrêa (2016) também avaliaram a preferência entre embalagem de vidro e lata de alumínio em outras sete características: “Design de rótulo criativo”, “Sustentabilidade e Reciclagem”, “Sensibilidade ao toque”, “Símbolo de boa cerveja artesanal”, “Produto barato”, “Melhor aroma e sabor” e “Atrativo geral”.

Figura 11 - Embalagem preferida pelos respondentes.



Fonte: Ferrão, Guimarães, Corrêa (2016)

Como mostrado na Figura 9, a lata de alumínio apresenta vantagem apenas segundo o quesito “produto barato” e “sustentabilidade e reciclagem”. O primeiro é um indicador não desejado para as cervejarias artesanais, uma vez que elas buscam passar a ideia de um produto artesanal, com qualidade superior e, consequentemente, a noção de um produto caro e selecionado. Dessa forma, pode-se dizer que a garrafa de vidro não seria vantajosa apenas segundo o quesito “sustentabilidade e reciclagem”, o que se justifica, provavelmente, pelo fato de as latas de alumínio serem recicladas quase que na sua totalidade (97,4%), de acordo com o levantamento da ABRALATAS (2020). Sobre a reciclagem do vidro, as informações imprecisas e escassas, tendo índice de reciclagem de 47% no Brasil segundo Besen (2011).

Ferrão, Guimarães, Corrêa (2016) ainda fazem a comparação dessa pesquisa com uma semelhante realizada em 2013 por Hogland no mercado norte americano. A preferência se altera apenas em um quesito “conveniência em beber”, reforçando a preferência pela embalagem de vidro.

Quadro 1 – Atributos mais importantes da cerveja artesanal – Brasil X Estados Unidos.

Atributo	Brasil		Estados Unidos	
	Preferência da embalagem	Percentual	Preferência da embalagem	Percentual
Criatividade do rótulo	Garrafa de vidro	86,7%	Lata de alumínio	62%
Conveniência em beber	Garrafa de vidro	74%	Lata de alumínio	76%
Sustentabilidade e reciclagem	Lata de alumínio	52%	Lata de alumínio	53%
Melhor sensação na mão	Garrafa de vidro	88%	Garrafa de vidro	88%
Ideia de cerveja artesanal	Garrafa de vidro	96%	Garrafa de vidro	95%
Baixo preço do produto	Lata de alumínio	58,7%	Lata de alumínio	84%
Melhor aroma e sabor	Garrafa de vidro	82,7%	Garrafa de vidro	92%
Atrativo no geral	Garrafa de vidro	88,7%	Garrafa de vidro	87%

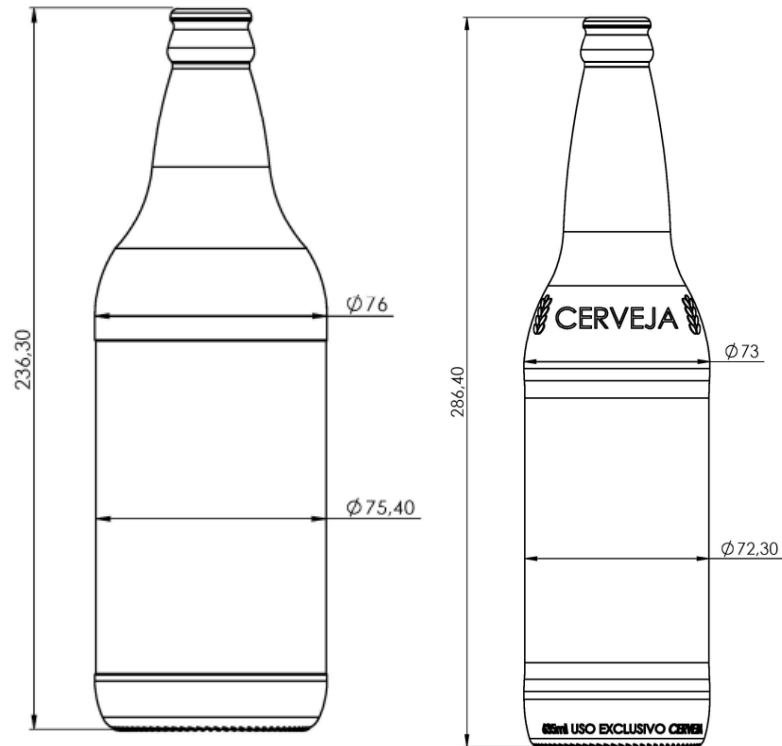
Fonte: Ferrão, Guimarães, Corrêa (2016) e Hogland (2013).

Esses atributos da garrafa de vidro justificam os 58,6% do envase embalagens de vidro em vidro do total de cerveja produzida no país (CERVBRASIL, 2015). Considerando somente as cervejarias artesanais, esse percentual parece ser mais elevado, uma vez que como mostram as pesquisas, a embalagem de vidro leva à percepção de um produto mais caseiro. Soma-se ainda o fato de que o maquinário necessário para se envasar em lata é consideravelmente mais caro, fazendo com que pequenos produtores não tenham condições de arcar com tal gasto (FERRÃO, GUIMARÃES, CORRÊA, 2016). Fatos que reforçam o potencial das garrafas no Brasil e no mundo, uma vez que houve um aumento expressivo no uso de embalagens de vidro na Europa (VALT, 2004). Todos esses dados reforçam o potencial das garrafas no Brasil e no mundo.

Quando se analisa as garrafas de vidro para cerveja, elas são da cor âmbar e podem ser divididas em dois grupos: as reutilizáveis ou retornáveis e as descartáveis ou *one-way*. As retornáveis mais comuns, podendo ser de um litro, 600 ml, normalmente consumidas em bares e restaurantes, e as de 300 ml, usualmente comercializadas em atacadistas e varejistas para consumo doméstico. As descartáveis mais famosas são as 600 ml, que recebe o nome comercial de caçula e a de 500 ml conhecida como inglesa. A grande diferença entre as duas é o formato e a quantidade de vezes que pode ser reutilizada. Apesar do vidro ter a capacidade de manter todas as suas características iniciais mesmo após inúmeros ciclos (GONZÁLEZ-TORRE;

ADENSO-DÍAZ, 2002 apud CAETANO, 2018), as embalagens descartáveis são utilizadas apenas uma vez, enquanto as retornáveis do segmento de bebida são utilizadas em média 30 vezes (ABIVIDRO, 2010).

Figura 12 - Desenho técnico da embalagem descartável de 600 ml e da embalagem retornável de 600ml, respectivamente.



Fonte: Vidroporto (2022)

A maior parte do mercado de cerveja (85% do volume) é representado pelas retornáveis (ABIVIDRO, 2014). Lemos (2012) pontua que as garrafas *one-way* se mostraram mais atrativas ao ter o seu valor reduzido e pelo desinteresse dos pontos de venda de acumular estoque de garrafas usadas, entretanto, a escassez desse insumo, a pressão dos consumidores e do governo, e a PNRS fazem com que esse número diminua. Sendo essa uma tendência que explicaria tanto a construção de uma nova fábrica de embalagens de vidro da gigante Ambev (BRANDÃO, 2021), quanto a campanha publicitária vinculada no final de 2020 incentivando o uso de embalagens reutilizáveis (PROPMARK, 2022). Ações alinhadas com a meta sustentável da companhia de ter todas as suas embalagens sendo retornáveis ou feitas majoritariamente de conteúdo reciclado (BRANDÃO, 2021).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Com relação às escolhas metodológicas, segundo Oliveira (2011) as seguintes categorias podem ser utilizadas: “classificação quanto ao objetivo da pesquisa, classificação quanto à natureza da pesquisa, e classificação quanto à escolha do objeto de estudo”. O presente trabalho é classificado segundo cada categoria, conforme mostrado no Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação da metodologia científica.

Classificação quanto aos objetivos da pesquisa	Classificação quanto à natureza da pesquisa	Classificação quanto à escolha do objeto de estudo
Descritiva; Exploratória; Explicativa; Exploratória - descritiva.	Qualitativa; Quantitativa; Qualitativa – Quantitativa.	Estudo de caso; Amostragens não – probabilísticas; Amostragens probabilísticas; Estudo Censitário.

Fonte: Adaptado Oliveira (2011).

A pesquisa pode ter três tipos de objetivos segundo Castro (1976 apud OLIVEIRA, 2011): exploratória, descritiva e explicativa. A presente pesquisa é classificada como descritiva pois, conforme Vergara (2000), a pesquisa descritiva visa expor as características de determinada população ou fenômeno. Selltiz et al. (1995 apud OLIVEIRA, 2011) ainda destaca que o objetivo é detalhar o que está acontecendo no cenário escolhido, abrangendo as características e a relação entre os eventos, grupos, indivíduos ou situação.

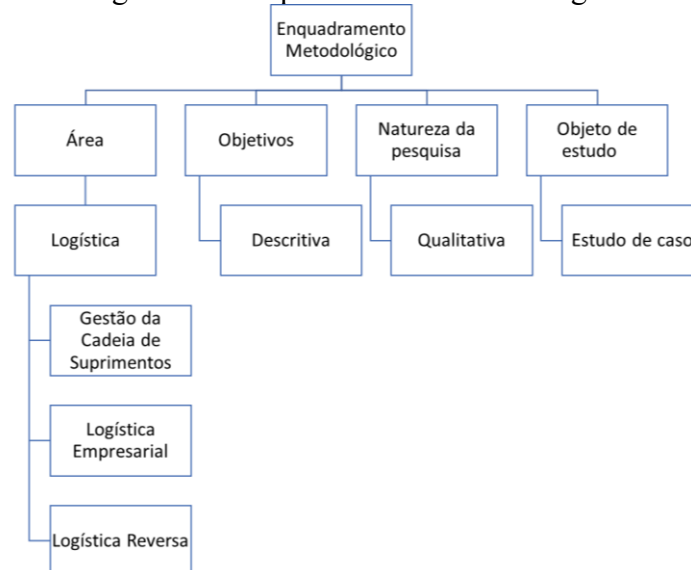
Em relação à abordagem metodológica, trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa uma vez que, como exposto por Bogdan e Bilklen (2003), ela envolve dados descritivos, focando no contato direto do pesquisador com o ambiente e a situação que é alvo da pesquisa, se preocupando em retratar a perspectiva dos participantes. Como pontua Triviños (1987 apud OLIVEIRA, 2011), a preocupação não é com a quantificação da amostragem ou representatividade do grupo maior mais sim o esclarecimento do assunto por meio de entrevistas realizadas entre indivíduos essenciais e o investigador. A pesquisa envolve ainda um estudo de caso e, se utiliza de estudos de campo com uma proposição prática do problema em um cenário real Gil (2002).

Foi utilizado o estudo de caso, uma vez que ele é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo dos objetos de investigação, permitindo dessa forma um amplo conhecimento da realidade pesquisada Yin (2001 apud OLIVEIRA, 2011). Gil (2002) ainda destaca que o estudo

de caso proporciona uma visão geral acerca do problema, identificando fatores que influenciam e contribuem para o foco do estudo. Tendo ainda lançado mão de estudos de campo ao se realizar como esclarecido por Gil (2002) de uma pesquisa com considerável grau de flexibilidade metodológica, sem padrões rígidos durante a elaboração.

Considerando as várias áreas da Engenharia de Produção, segundo classificação da Associação Brasileira de Engenharia de Produção, o presente trabalho de conclusão de curso se enquadra dentro da área de Logística, mais especificamente nas subáreas de Gestão da Cadeia de Suprimentos, Logística Empresarial e Logística Reversa.

Figura 13 - Enquadramento Metodológico.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

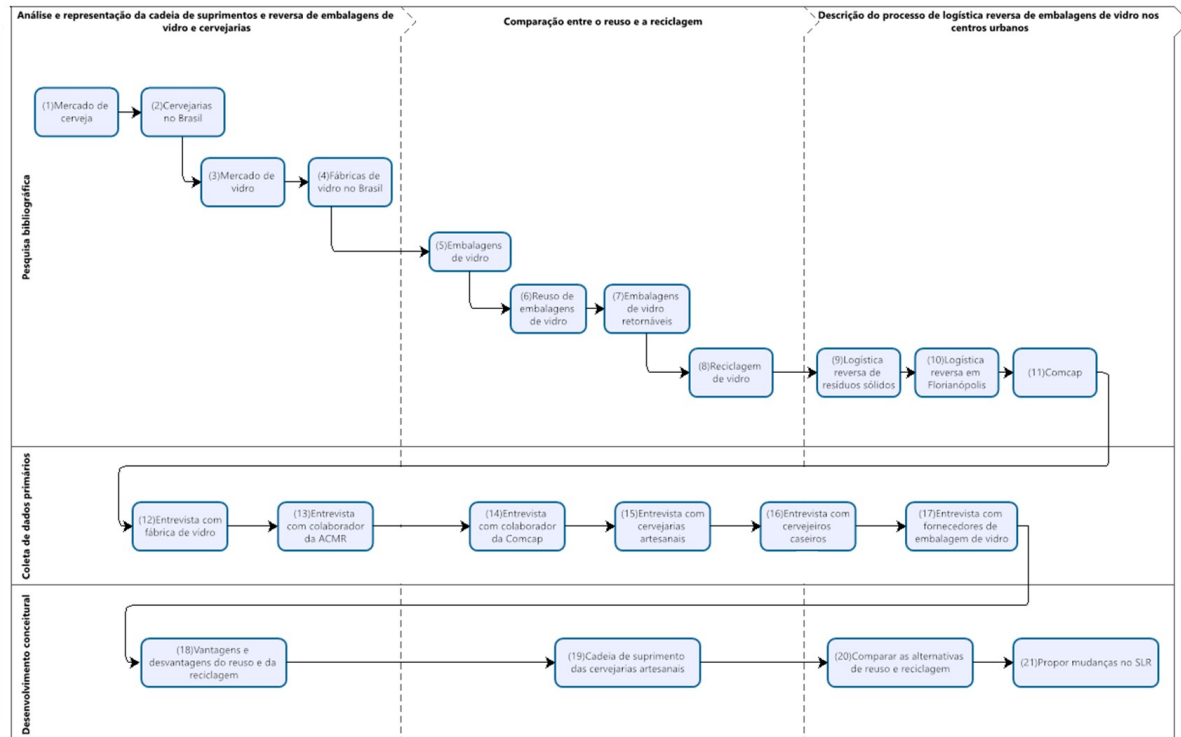
3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A primeira etapa da presente pesquisa visou a análise e representação da cadeia de suprimentos e reversa de embalagens de vidros para cervejarias. Foi utilizado tanto dados secundários de relatórios setoriais, artigos acadêmicos e científicos, quanto dados primários coletados em entrevistas. Dessa forma, foi realizada uma caracterização desse mercado no Brasil com identificação e localização geográfica dos principais atores das cadeias bem como aspectos financeiros, ecológicos e sociais. A segunda parte foi utilizar os dados obtidos previamente para comparar a alternativa de reúso e reciclagem. Por fim a última etapa teve o objetivo de descrever o processo de logística reversa de embalagens de vidros nos centros urbanos e, para tanto, foi desenvolvido um estudo de caso na cidade de Florianópolis. Visitas a

depósitos e centros de triagem da rede de logística reversa da cidade, entrevistas semiestruturadas e observações assistemáticas foram realizadas no segundo semestre de 2021. Além disso, entrevistas conduzidas em janeiro de 2022 com empresas cervejeiras também contribuíram para entender a viabilidade de se reutilizar as embalagens de cerveja na cidade de Florianópolis. De posse desses dados, em uma última etapa da pesquisa, os resultados são consolidados para comparar as alternativas de reúso e de reciclagem de embalagens de vidro e propor mudanças no SLR que viabilize a adoção do reúso.

Nas pesquisas bibliográficas foram utilizadas bases eletrônicas como Scopus e Google Scholar além das bases de periódicos da UFSC, CAPES e ABEPRO. Na primeira etapa foram pesquisados materiais sobre o mercado de cerveja, cervejarias no Brasil, mercado de vidro e fábricas de vidro no Brasil. Já na segunda os focos de pesquisa foram: embalagem de vidro, reutilização de embalagens de vidro, embalagens de vidro retornáveis e reciclagem de vidro. Para a última etapa se procurou sobre logística reversa de resíduos sólidos, logística reversa em Florianópolis e Comcap. Em relações aos dados primários foram entrevistados cervejarias artesanais, cervejeiros caseiros, fornecedores de embalagens de vidro, fábrica de embalagens de vidro e representantes da associação de coletores de materiais recicláveis e da empresa de coleta de resíduos sólidos do município de Florianópolis. Uma mesma entrevista fornecia por vezes dados para mais de uma etapa do presente trabalho.

Figura 14 - Etapas da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

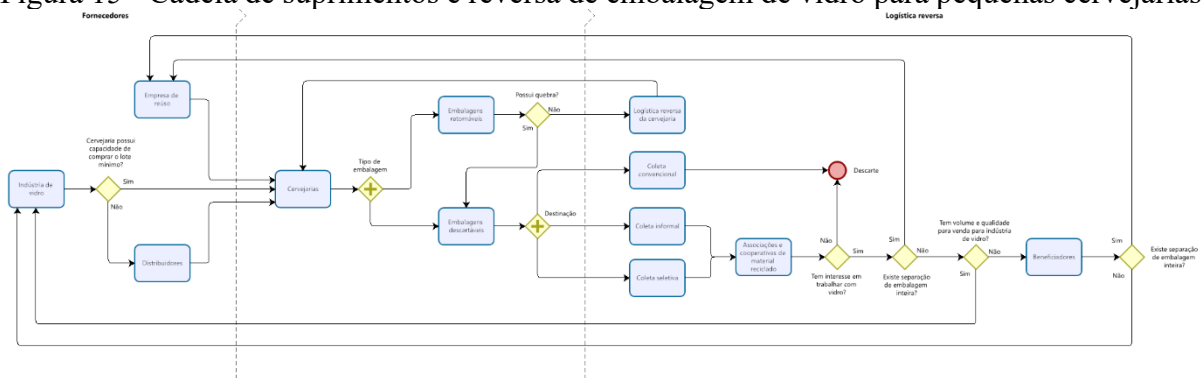
4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Nesse tópico é realizado o desenvolvimento da pesquisa. Assim, em um primeiro momento são analisados os trabalhos levantados na pesquisa bibliográfica a fim de entender quais são as peculiaridades do estágio pós-consumo das embalagens. Em seguida, foram descritos os participantes da cadeia de suprimento de embalagens de vidro para as cervejarias, a logística reversa e o descarte de resíduos sólidos nos municípios. Entendendo a localização geográfica, quesitos comerciais e organizacionais dos participantes. Isso para que fosse possível analisar as vantagens e desvantagens para os componentes da cadeia ao realizar a reciclagem ou o reúso das embalagens de vidro. Por último é feita uma análise mais aprofundada do descarte de resíduos sólidos, com atenção especial ao vidro, com um estudo de caso na cidade de Florianópolis.

4.1 CADEIA DE SUPRIMENTOS E REVERSA DE EMBALAGENS DE VIDRO PARA PEQUENAS CERVEJARIAS

Buscou-se caracterizar a cadeia de suprimentos de embalagens de vidro, identificando seus atores, as responsabilidades de cada um no processo de produção e distribuição das embalagens de vidros, bem como nas atividades de logística reversa. A descrição dos vários atores que fazem parte dessa cadeia é feita a seguir, com base nos documentos obtidos por meio do levantamento bibliográfico e dados primários. Os atores que fazem parte dessas cadeias estão identificados na representação esquemática mostrada na Figura 15.

Figura 15 - Cadeia de suprimentos e reversa de embalagem de vidro para pequenas cervejarias.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.1.1 Cadeia de Suprimento de Embalagens de Vidro

A escolha do fornecedor é uma decisão estratégica para a empresa, uma vez que esse insumo tem custos elevados: dados do estudo de Cardoso et al. (2016) em uma microcervejaria do sul catarinense, estima que esse insumo pode representa 40,22% do custo unitário, uma vez que cada embalagem custa R\$ 1,71 e o custo total da uma unidade de cerveja é R\$ 4,25. O presente trabalho identificou três grupos de fornecedores de embalagem de vidro: as indústrias, as distribuidoras e as empresas de reúso. Cada um possui suas vantagens e desvantagem, podendo fornecem tanto embalagens descartáveis quanto retornáveis ou apenas um tipo.

4.1.1.1 As indústrias de embalagens de vidro

O mercado de embalagens de vidro tem uma estrutura que pode ser caracterizada como um oligopólio, com 80% da produção mundial sendo proveniente de empresas multinacionais; as cinco maiores empresas participam de 77% da capacidade mundial de produção, sendo elas: Pilkington, Saint-Gobain, Guardian, Asahi e Owens Illinois (ROSA; COSENZA; BARROSO, 2007). Esse mercado é fortemente concentrado devido a patentes, acesso a matérias primas e pela produção tecnológica, segundo Conte (2011). Além disso, a operação dessa indústria conta com uso intensivo de capital, podendo uma fábrica representar investimentos na ordem de 60 a 200 milhões de euros (CNQ, 2015).

Com tamanho capital investido a operação deve estar sempre acima de 75% da capacidade e operar ininterruptamente para ser economicamente viável (CNQ, 2015), motivo pelo qual a capacidade produtiva é pouco elástica. No Brasil não é diferente, a capacidade total é estimada em 540 milhões de embalagens por ano, sendo que a principal fabricante do país, a Owens Illinois possui quase 60% do mercado brasileiro e ocupa o posto de maior fabricante mundial de vidro (VEROTTI, 2021); possuindo atualmente 4 linhas de produção, duas em Pernambuco, uma em São Paulo e uma no Rio de Janeiro.

Outra fabricante global com forte presença no Brasil é a Francesa Verallia, terceira maior fabricante mundial de vidros. Possui três fábricas, uma em Jacutinga (MG), outra em Porto Ferreira (SP) e Campo Bom (RS) (ABIVIDRO, 2021). Existem ainda dois grandes fabricantes nacionais, a Vidroporto, que é focada no mercado nacional de bebidas alcoólicas (cachaças, cervejas, vinhos) e também no segmento de azeites. Localizada desde 1970 em São Paulo e expansão para o Nordeste com aquisição da IVN (VIDROPORTO, 2022). A outra é a Premier Pack, que fornece embalagens além diversos outros setores, com indústria também em São Paulo (PREMIERPACK, 2021). Como pode ser visto, as indústrias estão predominantemente concentradas no Sudeste, onde se localizam seis das dez fábricas citadas, seguido pelo Nordeste com três e a região Sul com apenas uma. Esse fator cria uma dificuldade logística para as cervejarias localizadas no Norte, Centro Oeste e Sul, pois o frete pode representar até 50% ou mais do custo final ao cliente dependendo da localidade (VEROTTI, 2021). A Figura 16 mostra a localização das fábricas de embalagens de vidro no Brasil.

Figura 16 - Localização das fábricas de vidro.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Para coletar dados sobre o fornecimento de embalagens foi realizado um levantamento de dados em junho de 2021 e buscou-se contato por telefone com a Owens Illinois, Verallia, Premierpack e Vidroporto, grandes fabricantes no país. Das quatro empresas contactadas, somente uma delas respondeu às perguntas, as demais exigiram um CNPJ cadastrado para fornecer as informações solicitadas. Os dados coletados diziam respeito a: i) preço da embalagem descartável e reutilizável de vidro 1000 ml para cervejarias; ii) lote mínimo e iii) forma do frete Segunda a indústria Vidroporto, a embalagem de vidro de 1000 ml tanto descartável quanto retornável custam R\$ 1,22, o frete é na modalidade FOB (*Free on board*), ou seja, todos os custos e riscos do transporte cabem ao cliente e o lote mínimo é de 12 paletes. Cada palete conta com 2.025 unidades, um lote totaliza 24.300 garrafas de vidro. Vale ressaltar que, no momento da coleta de dados, a empresa informou que, devido à alta demanda no período, não havia estoque disponível e pedidos seriam atendidos em março de 2022.

De fato, a produção nacional não é capaz de atender a demanda e entre 10% e 15% do mercado nacional é abastecido por meio de importações (REDAÇÃO CIMM, 2021). Esse é um dos motivos que elevou o preço da embalagem de vidro em até 100% para os clientes que adquirem em lotes menores ou não mantinham contrato de fornecimento de mais longo prazo, com previsão de normalização apenas em 2023 (NSC, 2022). Essa demanda não atendida pela

produção nacional justifica os recentes investimentos de R\$ 990 milhões na criação de duas fábricas da Owens Illinois e de R\$ 870 milhões da Ambev na construção da sua segunda unidade de fabricação de embalagens de vidro (REDAÇÃO CIMM, 2021). No caso da Ambev, o objetivo é assegurar a obtenção desse insumo para as suas unidades.

A maioria dessas fábricas estão distantes de Santa Catarina, fazendo com que o valor do frete seja significativo. Juntamente com a grande quantidade de garrafas necessárias para o pedido mínimo, fazem com que a compra das pequenas cervejarias com esses produtores seja muitas vezes inviabilizada.

4.1.1.2 As Distribuidoras de embalagens de vidro

As distribuidoras atuam como um intermediário entre as indústrias de vidro e as cervejarias. Sua principal atuação é a compra de grandes volumes de embalagens visando a redução do impacto do frete no custo unitário. Enquanto o lote mínimo de compra nas fábricas é de 24.300 garrafas, os intermediários vendem lotes de doze garrafas. Isso permite a aquisição de lotes adequados ao baixo volume produtivo e menor capital de giro das cervejarias artesanais, auxiliando na redução de recursos imobilizados em estoque de insumos.

Como visto anteriormente, o custo do frete é importante pois pode representar até 50% do valor do produto no caso de regiões mais afastadas dos centros produtores, como o Norte, Centro Oeste e o Sul (VEROTTI, 2021). Para que tal estratégia seja válida é necessário que essas empresas estejam situadas perto do centro cervejeiro que desejam fornecer.

Nesse tipo de negócio, o investimento é baixo e exige pouco conhecimento técnico, se comparado com a indústria de produção de embalagens, o que garante a existência de intermediários localizados nas mais diversas regiões do país. Os intermediários ficam estabelecidos mais próximo dos centros produtores de cerveja que atendem. Isso constitui uma solução para o alto poder de barganha dos poucos produtores frente aos inúmeros consumidores.

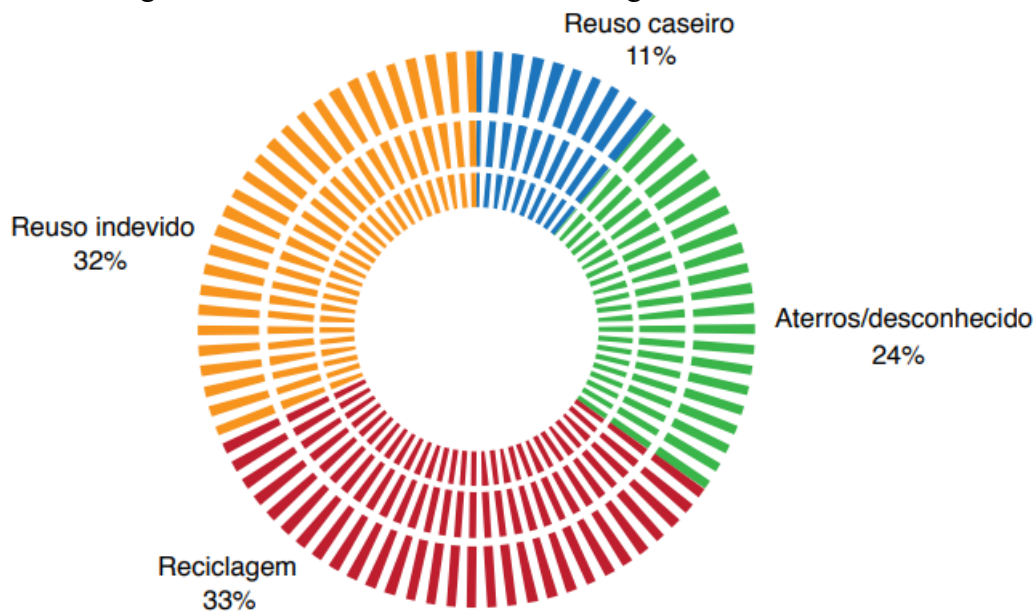
Para descrever melhor esse membro da cadeia de suprimentos foi realizado uma pesquisa usando a plataforma de pesquisa eletrônica Google e escolhido aleatoriamente cinco representantes de Santa Catarina dentre os vários identificados. Buscou-se contato com esses intermediários por telefone no mês de outubro de 2021 e foram feitas as mesmas perguntas realizadas para a indústria de vidro: i) preço da embalagem descartável e reutilizável de vidro 600 ml e 1000 ml para cervejarias; ii) lote mínimo e iii) forma do frete. Diferente da realidade das empresas fabricantes onde apenas uma respondeu, nessa entrevista todas responderam,

mostrando assim uma maior facilidade de acesso. Os preços para as embalagens de 600 ml foram de R\$ 2,09; R\$ 2,50; R\$ 2,57; R\$ 2,84 e R\$ 2,95, obtendo média de R\$ 2,6, não apresentando significativa diferença de preço para a de 1000 ml. A modalidade de frete continuou sendo do tipo FOB e o lote mínimo de uma caixa com doze unidades para todas as empresas pesquisadas. Ainda em janeiro de 2022 foi realizado o contato com a EMBVALE, empresa situada em Indaial (SC), e obteve o valor se mostrou próximo ao apresentado anteriormente R\$ 2,82 e as outras informações não alteraram.

4.1.1.3 As empresas de reúso de embalagens de vidro

O mercado de reúso de embalagens descartáveis é extremamente carente de informações, com pouco conteúdo localizado na pesquisa bibliográfico. Um dos dados mais relevantes foi o da ABRELPE (2012) mostrando que 32% das embalagens *one-way* tiveram um reúso indevido e 11% reúso caseiro. Apesar de produzir relatórios anualmente o de 2012 foi o último a apresentar esse tipo de dado.

Figura 17 - Perfil do destino das embalagens descartáveis no Brasil em 2007.



Fonte: ABRELPE (2012)

Não é descrito com maiores detalhes o que seria o reúso indevido. O reúso indevido pode ser entendido como: i) reúso para atender o mercado ilícito e clandestino de envase de

bebidas falsificadas em garrafas originais, como descrito por Jesus e Barbieri (2013 apud CAETANO, 2018); ii) reúso da embalagem que deveria ter apenas um ciclo, como o caso das embalagens *one-way*; ou iii) reúso de embalagens personalizadas por outras empresas. A última hipótese parece mais provável pois, diferente das marcas de outros tipos de bebida, como as destiladas, a personalização do recipiente não é uma prática comum. Os altos custos envolvidos em ter uma embalagem exclusiva faz com que a maioria das cervejarias não adotem essa prática, salvo raras exceções como a empresa brasileira Baden Baden, impossibilitando assim a prática de adulteração para a maioria das cervejarias.

Figura 18 - Embalagem de vidro personalizada da empresa Baden Baden.



Fonte: Badenbaden (2022)

Para localizar membros do canal que viabilizam o reúso de embalagens de vidro foi necessário entrar em contato por meio de grupos destinados a produtores de cerveja na rede social Facebook. Depois de diversas entrevistas obteve-se o contato de uma empresa de Joinville que realiza a limpeza e higienização de embalagens descartáveis para posterior reúso. A empresa em questão não possui site, assim para obter dados, foi estabelecido contato por telefone no dia 25 de janeiro de 2022 e solicitado o catálogo de produtos. Segundo esse material, a empresa coleta as garrafas *one-way*, inspeciona, higieniza e realiza o tratamento térmico das garrafas, garantindo assim um alto padrão de qualidade e segurança – usando processos, provavelmente, idênticos aos realizados em embalagens retornáveis. Atualmente a empresa trabalha apenas com garrafas de vidro, as quais são embaladas em caixa de papelão com 12 unidades cada ou em paletes com 1.080 unidades envelopadas com *stretch* de plástico. O pedido

mínimo é de 18 caixas para intermediários, lojas de insumos cervejeiros, e 45 caixas para indústria de cerveja. Os produtos, volume e preços de venda são mostrados no Quadro 3.

Quadro 3 - Tipo de preço de garrafas *one-way* de reúso.

Volume (ml)	Descrição	Preço (R\$)
1000	Garrafa tipo litrão	1,45
600	Garrafa tipo tradicional	1,35
500	Garrafa tipo tradicional	1,45 (Verde 1,55)
500	Garrafa tipo inglesa	1,65
355	Garrafa tipo long neck	1,45
300	Garrafa tipo caçulinha	1,35

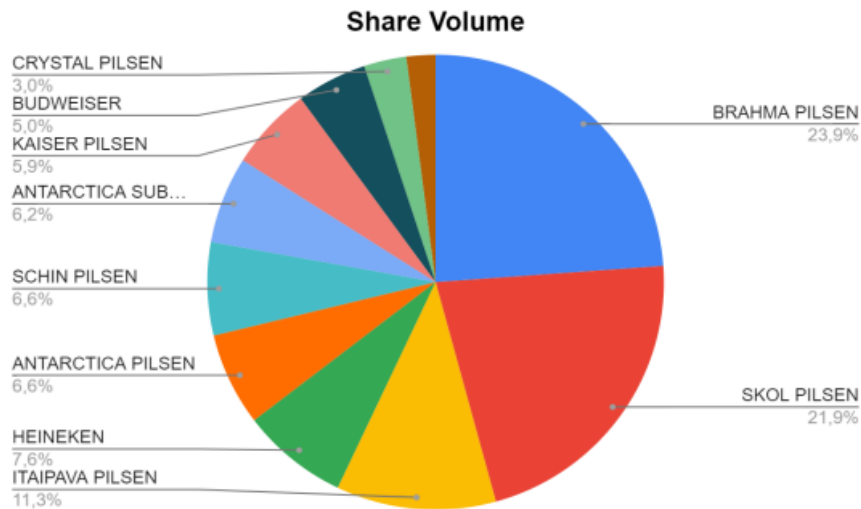
Fonte: Autor com base em catalogo (2022).

4.1.2 Indústria Cervejeira

O Brasil tem destaque no mercado de cervejas, sendo o terceiro maior produtor mundial, com 13,3 bilhões de litros em 2019, atrás apenas de China (46 bilhões) e Estado Unidos (22,1 bilhões), segundo dados da SINDICERV (2021). Com esse volume produtivo foi gerado R\$ 77 bilhões em faturamento, representando uma contribuição de 2% no PIB nacional e 14% da indústria de transformação nacional, além de empregar mais de 2 milhões de pessoas direta ou indiretamente conforme dados do (SINDICERV, 2021).

Esse importante mercado é composto de um oligopólio com três principais conglomerados que, como mostrado por Barbosa (2021), com base em pesquisa da CervBrasil de 2020, possuem 96% do *market share*, sendo 58% pertencente ao grupo Ambev, dona de renomadas marcas como Skol, Brahma e Original e quinta maior empresa do Brasil em valor de mercado conforme reportagem de Hirata e Bulla (2021). Em seguida, aparece o grupo Heineken com 22% e em terceiro o grupo Petrópolis com 16%. Na figura 19 é possível ver a representatividade de cada marca do grupo.

Figura 19 - Market Share em volume por marca.



Fonte: Nielsen (2020 apud SILVA; MACHADO, 2021)

Os 4% restantes ficam com as pequenas cervejarias que, normalmente, oferecem um produto mais artesanal. Entretanto, essas cervejarias estão cada vez mais ganhando espaço, algo que pode ser visto pelo aumento expressivo do número de cervejarias cadastradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Em 2000 eram 40 cervejarias e saltou para 1383 em 2020, um crescimento de 14,4% na comparação entre os dois últimos anos (MAPA, 2021).

Essas cervejarias, foco do presente trabalho, são empresas recentes, com 75% delas tendo menos de 5 anos e de pequeno porte, 61% dos respondentes consideram o seu negócio uma microcervejaria artesanal e quase a totalidade dos respondentes (96%) acreditavam que iriam faturar menos de R\$ 3.600.000 no ano de 2019, segundo pesquisa do SEBRAE (2019). Tais empresas estão concentradas majoritariamente na região Sul-Sudeste (85,6%), sendo a região sul responsável por aproximadamente 42% (MAPA, 2021). Essa região apresenta alta densidade de cervejarias por habitante, com os três estados do Sul ocupando as primeiras posições: Santa Catarina com 41.443, Rio Grande do Sul com 44.275 e Paraná com 78.882 habitantes por cervejaria. No quesito cervejarias por quilômetros quadrados, Santa Catarina tem a terceira maior densidade.

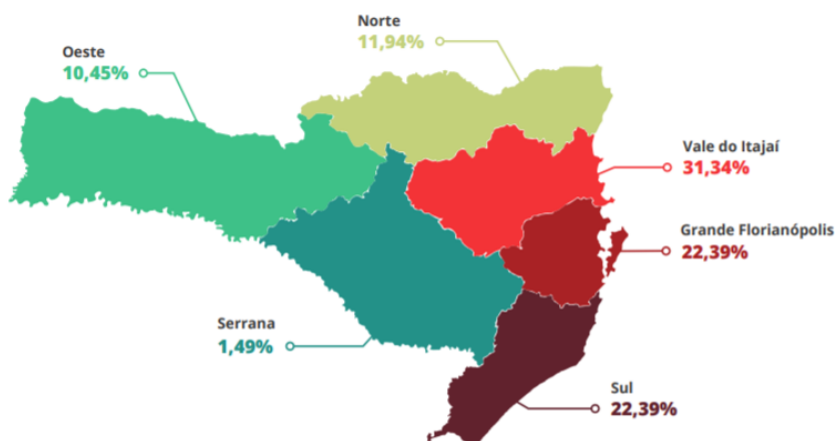
Figura 20 - Distribuição do número de cervejarias por municípios no Brasil a partir de círculos proporcionais.



Fonte: MAPA (2021)

As cervejarias de Santa Catarina seguem praticamente as mesmas tendências do mercado nacional, com apenas 19 cervejarias criadas até 2013, valor esse que saltou para 175 em 2020 (SEBRAE, 2018). Situadas majoritariamente na região litorânea, com destaque para a região do Vale do Itajaí, seguido por Grande Florianópolis e Sul, como pode ser observado na figura 21. Aproximadamente 90% delas faturam menos de R\$ 500.000 por mês, com quase 63% produzindo até 20 mil litros de cerveja mês (SEBRAE, 2018).

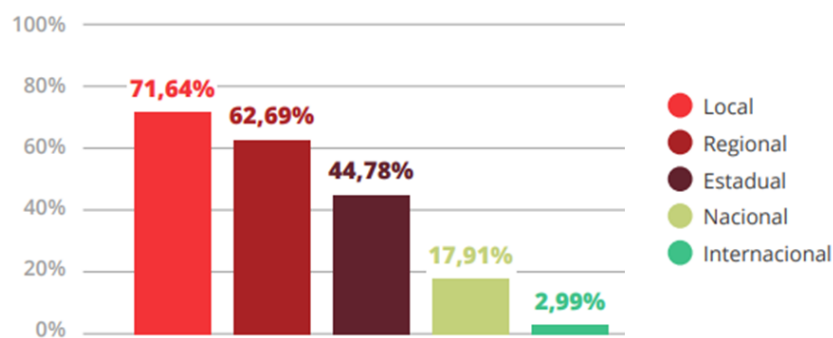
Figura 21 - Distribuição das cervejarias catarinenses nas mesorregiões.



Fonte: SEBRAE (2018)

Enquanto as três grandes cervejarias fornecem cerveja em escala nacional isso não acontece para os 4% restantes. Tanto devido ao volume de produção quanto pela complexidade logística de realizar essa operação, motivo pelo qual essas empresas tem um raio de distribuição e, conseqüentemente, vendas menores, com mercado normalmente restritos às regiões nas quais estão inseridas. É o que mostra a pesquisa realizada pela SEBRAE (2018) com cervejarias catarinenses, que verificou que a maioria vendia seus produtos no mercado local (71,64%), caindo para 62,69% quando se analisa a região, como Vale do Itajaí por exemplo, e chegando a menos da metade (44,78%) ao se tratar de atender todo o estado de Santa Catarina.

Figura 22 - Locais de comercialização das cervejarias de Santa Catarina.



Fonte: SEBRAE (2018)

4.1.3 Cadeia reversa de embalagens de vidro para pequenas cervejarias.

Como citado anteriormente, as embalagens de vidro descartadas pelos consumidores podem seguir dois caminhos principais após coletadas: serem reinseridas na cadeia produtiva por meio de reciclagem ou reúso, ou serem encaminhadas a aterros sanitários ou lixões.

Do volume total das embalagens encaminhadas a revalorização, seja reúso ou reciclagem, 40% é proveniente da indústria de envase devido a quebras nas operações, 10% é refugo da indústria fabricante de embalagens, que são transportadas na forma de caco, 10% de grandes consumidores como bares, restaurantes e hotéis e os 40% restante vem de diversas fontes (CEMPRE, 2004 apud ESTIVAL, 2006). Desses 40%, as origens são diversas. No caso das embalagens descartadas nos sistemas de coleta municipais ou inadequadamente é possível identificar dois agentes: (i) associações de materiais recicláveis e (ii) beneficiadores.

4.1.3.1 Canal reverso da cervejaria

Esse canal é um dos três descritos por Fuller (1978 apud CAETANO, 2018), representado pelos canais existentes voltados à distribuição, dos varejistas, distribuidores e da própria cervejaria, que com adequações viabiliza o retorno das embalagens. Esse modelo é economicamente estratégico para as empresas da cadeia direta fabricante do produto (LEITE, 2003 apud ESTIVAL 2003), entretanto é mais usual no “canal frio”, classificação segundo a ABIVIDRO (2003, apud ESTIVAL 2003) para estabelecimentos que geram grande quantidade de material reciclável como bares, restaurantes, hotéis e motéis - uma vez que além do alto volume as embalagens normalmente estão em boas condições.

Por outro lado, quando as bebidas são comercializadas em atacadistas ou varejistas, o sistema de logística reversa para viabilizar a reutilização das embalagens de vidro é mais complexo, pois o ponto de consumo é, em geral, a residência do consumidor. Assim, uma alternativa adotada pelas cervejarias tem sido a disponibilização de pontos de coleta de resíduos nas empresas que comercializam esses produtos. Nesse caso, nos pontos de coleta são usadas máquinas automáticas, como a mostrada na Figura 23.

Figura 23 - Máquina de recolhimento de embalagens retornáveis da marca Ambev.



Fonte: GLENEIX (2017)

A AMBEV tem investido em máquinas e, de acordo com Ecycle (s.d.), as máquinas disponibilizadas pela empresa permitem a troca das garrafas de vidro de maneira simples e prática e oferecem vantagens aos clientes: o consumidor ao levar o casco vazio até a máquina

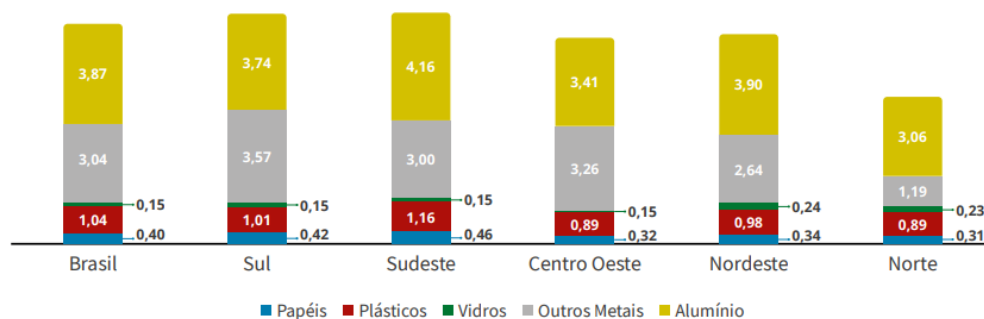
obtem um ticket de desconto para a compra de um outro retornável e, com isso a economia com essas garrafas pode chegar até 30%, já que, após a primeira compra, o cliente não paga por uma nova embalagem.

4.1.3.2 Associações de materiais recicláveis

Caso os consumidores optem por não adquirir embalagens reutilizáveis, há as chamadas embalagens de vidro *one-way*, as quais são normalmente descartadas pelos consumidores e coletadas pelos órgãos municipais responsáveis pela gestão de resíduos urbanos. Se destinado na coleta seletiva, esse material precisa ser triado, revalorizado e vendido, atividades que não são realizadas pelo sistema de coleta de RSU municipal que doa esses materiais para instituições de catadores.

Essas instituições são associações, cooperativas ou ONGs e tem a função principal de realizar a venda do material desviado dos aterros. Algumas dessas instituições, também realizam a sua própria coleta, em pesquisa de Lemos (2012) sobre os resíduos de embalagens de vidro em Santa Catarina, apenas 20% o fazia. A venda de certos materiais é mais vantajosa do que outros, seja pela necessidade de serem realizados processos para aumentar o valor do insumo ou pelo preço de venda. O vidro é um dos materiais de mais baixo valor entre todos os materiais pesquisados pela ANCAT (2021). O vidro representa, em média, apenas 3% do total faturado pelas instituições citadas, apesar de corresponder a 17% de todo o material coletado pelas cooperativas em termos de volume (ANCAT, 2021), conforme mostra os dados

Figura 24 - Média dos preços dos resíduos sólidos comercializados pelas organizações de catadores, por material em reais por quilo.



Fonte: ANCAT (2021)

Para melhorar o preço de venda podem ser realizados processos como limpeza de impurezas, separação por cor e tipo além da trituração. Segundo Lemos (2012) das cooperativas

pesquisadas em Santa Catarina, 20% delas realizam a separação por cores, 87% por tipo de embalagem, principalmente, Todos os processos são realizados manualmente, às vezes com o auxílio de esteira para o processo de triagem (47%), o que torna o processo perigoso, tanto porque apenas 73% dos entrevistados usam EPI constantemente quanto pelo fato do vidro ser um material perfurocortante – e, de fato, cerca de 53% das associações e cooperativas relatam ocorrências de acidentes com esse material (LEMOS, 2012). A periculosidade e o baixo preço praticado no mercado fazem com que 13% das cooperativas, dentre as entrevistadas, optem por não comercializar esses resíduos tratando-os como rejeito (LEMOS, 2012).

É possível realizar a venda desse material para as empresas de reúso ou de reciclagem. Pelo fato de as indústrias de reciclagem serem intensivas em capital, há poucas unidades no país, as quais estão localizadas na região sudeste e nordeste, como destacado anteriormente. Isso contribui para que o custo logístico, em especial os associados às atividades de transporte e armazenagem, reduzam a atratividade do caco de vidro em regiões mais distantes das unidades produtivas, com o preço médio do caco de R\$ 0,15 (ANCAT, 2021). Conforme Estival (2004) essa indústria também estabelece alguns critérios para adquirir o vidro, como a quantidade mínima de 500kg, separação adequada por cor e tipo de vidro. Uma das vantagens é a pontualidade no pagamento e a relação confiável.

Para as empresas que reutilizam as embalagens, a operação de revenda requer bem menos capital inicial, dado que essas empresas estão em todas as regiões do país. O menor custo logístico torna o preço bem mais atrativo para as associações dos catadores, podendo chegar a R\$ 1,00 para embalagem de vinho, segundo na pesquisa de Lemos (2012). Quando analisado apenas a embalagem de cerveja, o valor varia de R\$ 0,15 a R\$ 1,00, como pode ser observado no Figura 20, considerando dados de 2012 – quando realizada a pesquisa. Entretanto a venda não é formalizada nem continuada dependendo da demanda e da qualidade dos resíduos de embalagens (ESTIVAL 2004).

Figura 25 - Tabela de preços de embalagens unitárias.

Mesorregião	Código	Valor Unitário das Embalagens de Vidro Comercializadas						
		Garrafão de Vinho com capa	Garrafão de Vinho sem capa	Garrafa vinho 1L	Garrafa cachaça 1L	Pote Conserva grande	Garrafa Cerveja	Garrafa Azeite
Norte Catarinense	1	0,80	*	0,12	0,12	1,00	*	*
	2	*	*	*	*	*	*	*
	3	1,00	*	*	*	1,00	*	*
Oeste	4	1,50	*	0,25	0,25	*	0,15	0,15
	5	1,00	*	*	*	*	*	*
	6	1,50	0,50	0,30	0,30	*	*	*
Grande Florianópolis	7	1,50	*	0,50	0,50	*	*	0,03
	8	*	*	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	*	*
Sul Catarinense	10	*	*	0,15	0,15	*	*	*
	11	0,80	*	0,07	0,07	*	*	*
Vale do Itajaí	12	1,20	*	*	*	*	*	*
	13	1,20	1,00	0,25	0,25	1,00	1,00	vendido como caco
	14	*	*	0,24	0,24	*	0,24	*
	15	*	*	0,25	0,25	*	0,25	*

Fonte: Lemos (2021)

Muitas vezes as associações não conseguem comercializar direto com a empresa de reciclagem, seja porque não fazem separação por cor e tipo, ou por beneficiar baixo volume de vidro, não atingindo assim os tamanhos de lotes mínimos estabelecidos e tornando necessária a intermediação na comercialização.

4.1.3.3 Beneficiador

Para as empresas intermediárias, como sucateiros e beneficiadoras, o baixo volume permite que essas adquiram o resíduo a um mais baixo preço, mas é necessário que, ao comprar os volumes produzidos pelas cooperativas e associações, armazenem e consolidem esses resíduos de embalagens para revender às indústrias recicladoras, uma vez que somente adquirem lotes maiores.

Além disso, os intermediários beneficiam esse material visando ao aumento no preço médio de venda como, por exemplo, removendo as impurezas: rótulos, tampas, metais e todos os tipos de resíduos que não seja o vidro. Também no elo dos intermediários há a separação de embalagens inteiras, o que reforça o interesse por esse material.

4.2 OUTROS ASPECTOS RELACIONADOS AO REÚSO OU RECICLAGEM

As alternativas de reciclagem e reutilização de embalagens de vidro são largamente discutidas na literatura, e vantagens e desvantagens podem ser destacadas em relação a ambas. Nessa seção, dado que o reúso e a reutilização constituem alternativas semelhantes para

destinação das embalagens de vidro são discutidos em conjunto. Para facilitar a comparação dessas alternativas, buscou-se elencar outros aspectos citados na literatura que permitam apoiar essa escolha.

4.2.1 Aspectos Ambientais

O reúso de embalagens de vidros é uma solução preferível à reciclagem, de acordo com os princípios da economia circular, ou seja, o reúso gera menor impacto ao meio ambiente que a reciclagem e, por isso, deveria ser priorizada. Entretanto, embora o princípio sirva como uma diretriz é preciso analisar cada caso.

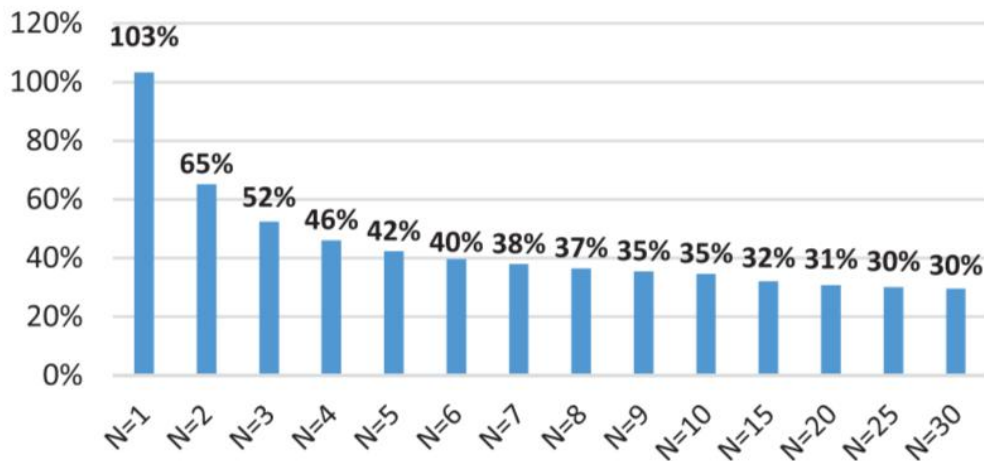
O primeiro passo é escolher quais indicadores serão analisados, como por exemplo os relacionados às mudanças climáticas e esgotamento da água no planeta. O segundo passo consiste na verificação de todas as etapas e processos presentes nas duas alternativas para depois calcular o impacto ambiental total do processo. Esse tipo de análise foi conduzida por Tua, Grosso, Rigamonti (2020) que compara o impacto ambiental da embalagem de vidro *one-way* e retornável no mercado de água mineral na Itália. A avaliação ambiental foi feita de acordo com o método *Life Cycle Assessment* (LCA) baseado na ISO 14.044.

O primeiro processo identificado no estudo de Tua, Grosso, Rigamonti (2020) para embalagem retornável inclui as atividades de retirar as tampas, seguido por uma lavagem com água quente e materiais químicos. Depois as garrafas passam por um processo de inspeção onde 1,85% delas são descartadas e, além dessas, estima-se que 1,31% seja perdido no transporte. Depois disso, é feito o envase, colocada tampa e o rótulo, empacotada e encaminhada para o destino. Esse processo gera água contaminada devido a lavagem e resíduos como o rótulo e a tampa antiga, além das garrafas danificadas.

As embalagens descartáveis são utilizadas uma vez e as retornáveis podem executar no máximo 30 ciclos. Para uma distância entre o centro produtor e consumidor de 200 km sendo transportadas 100 garrafas por entrega em um caminhão do tipo *truck* com capacidade superior a 32 toneladas. Considerando o indicador de mudança climática, que reflete as mudanças de temperatura ao longo de um período de 100 anos em termo da emissão de gases como o dióxido de carbono (CO₂) e outros equivalentes como metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), a embalagem retornável se mostra vantajosa já no segundo ciclo, representando 62% do valor quando se comparado a embalagens descartáveis de vidro. Esse valor cai até atingir a

estabilidade próximo a 30%, devido ao impacto da lavagem e transporte em cada uso, principal causador do impacto ambiental no caso de reuso.

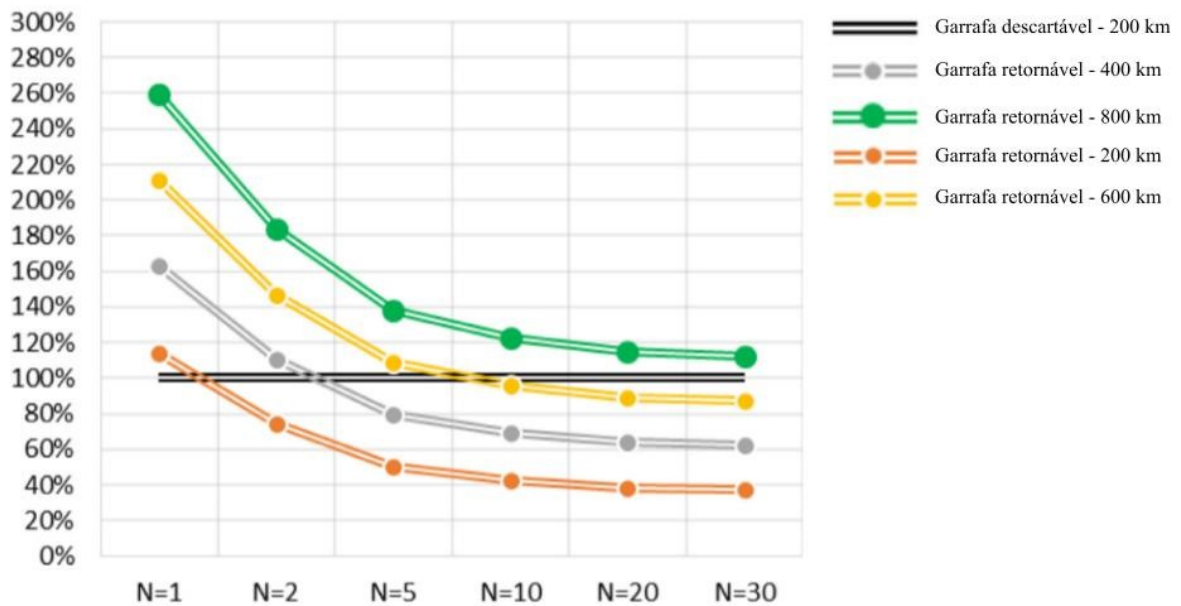
Figura 26 - Relação do indicador de mudança climática considerando embalagem retornável sobre embalagem descartável.



Fonte: Tua, Grosso, Rigamonti (2020)

Quanto mais distante o mercado produtor estiver do consumidor mais ciclos serão necessários para apresentar uma vantagem ambiental. Os autores fazem uma análise de sensibilidade da ecotoxicidade da água doce, indicador que mostra a quantidade de contaminantes tóxicos presentes em rios, lagos e outros reservatórios de água doce. Esse é o fator que sofre mais influência da distância a ser percorrido por trajeto. Pela figura 27 é possível perceber que em grandes distâncias, como por exemplo 800 km nem com 30 ciclos (o máximo) a garrafa retornável tem melhor desempenho do que a descartável.

Figura 27 - Relação do indicador de mudança climática considerando embalagem retornável sobre embalagem descartável para diferentes distâncias.



Fonte: Adaptado Tua, Grosso, Rigamonti (2020)

O trabalho de Landi, Germani e Marconi (2019), com foco nas embalagens reutilizáveis e descartáveis de vinho na Itália, mostra resultados semelhantes à Tua, Grosso e Rigamonti (2020): segundo todos os indicadores ambientais o impacto ambiental é reduzido quando se opta pelas embalagens reutilizáveis. Landi, Germani e Marconi (2019) ainda conclui pontuando que tal estudo não depende da localidade e que pode ser reproduzido para outras geografias desde de que, assim como o caso estudado, os produtores estejam localizados próximos (entre 50 km e 100 km), que sejam produzidos poucos tipos de produtos, poucos tipos de garrafas e com distribuição local - aspectos relevantes quando se analisada a realidade das cervejarias artesanais de Santa Catarina e da Grande Florianópolis.

4.2.2 Aspectos Financeiros

Foi utilizado como base para tal análise os dados obtidos no trabalho de Cardoso et al. (2016) em uma microcervejaria do sul catarinense com produção de 174.244 unidades no mês de estudo. O referido trabalho buscou a comparação financeira por meio dos custos expressos no quadro 4 entre a alternativa de embalagem retornável com custo final de R\$ 4,06 e descartável com custo final de R\$ 4,25. Não foi explicitando ao longo do trabalho o tipo de

fornecedor desses insumos, podendo ser uma fábrica, distribuidora ou empresa de reúso. Ao se extrapolar tal análise para englobar todos os tipos de fornecedores e embalagens foram agregados dados obtidos de fonte primárias e secundárias do presente trabalho.

Para realizar a comparação entre o uso de embalagens descartáveis e retornáveis é fundamental levar em consideração aspectos chaves como a distância percorrida, a necessidade de lavagem e higienização além da taxa de quebra (VALT, 2004 apud LEMOS, 2012). Sendo esses três aspectos identificados com clareza no levantamento de custos feito por Cardoso et al. (2016).

Quadro 4 - Levantamento de custos

Levantamento de custos	Cervejas (Vasilhames de Vidro Descartável)	Cervejas (Vasilhames de Vidro Retornável)
Matérias – Primas + CIF	R\$ 327.834	R\$ 327.834
Rótulo Advertência 1000 ML	R\$ 5.298	R\$ 5.298
Garrafa Cerveja – 1000 ML	R\$ 297.850	-
Caixa de Papelão – 1000 ML	R\$ 23.516	R\$ 23.516
Tampa Plástica Preta de Rosca	R\$ 16.343	R\$ 16.343
Batoque Plástico	R\$ 10.019	R\$ 10.019
Lacre de Cerveja 1000 ML	R\$ 4.978	R\$ 4.978
Custo Envase de Garrafas	R\$ 53.992	R\$ 53.992
Custo Lavação	-	R\$ 50.386
Fretes com Logística Reversa	-	R\$ 92.059
Perdas	-	R\$ 119.501
Recolhimento de Vasilhames	-	R\$ 4.147
Total de Custos	R\$ 739.830	R\$ 708.073
Produção em Unidades	174.244	174.244
Custo Médio Unitário	R\$ 4,25	R\$ 4,06

Fonte: Adaptado Cardoso et al. (2016)

A distância percorrida influencia diretamente os custos levantados na linha viva existente na companhia em estudo: “Fretes com Logística Reversa” e “Recolhimento de Vasilhames” que juntos totalizam mensalmente R\$ 96.206, ou 13,59% do custo total. No que se refere à higienização, expressa no trabalho por “Custo lavação” o total é de R\$ 50.386 com 7,12% de representatividade e, por último, as perdas, podendo ser ocasionadas tanto por quebras quanto pelo sumiço do material. Esse custo é descrito por Cardoso et al. (2016) como “Perdas”, e totaliza R\$ 119.501 contribuindo em 16,88% do custo. O alto custo na última categoria é consequência da perda de mais de 40,12% das embalagens reutilizáveis. Nas grandes engarrafadoras e produtoras, devido as distâncias entre o centro consumidor e produtor, essa

perda merece atenção especial, sendo comum adotar valores de 5% como limite para tornar essa opção viável economicamente (MARTINS; ALMEIDA; SOUZA, 2018)

Mesmo com essa alta taxa de perda, trabalhar com embalagens reutilizáveis se mostrou vantajoso economicamente segundo Cardoso et al. (2016). Com o custo total da unidade chegando a R\$ 4,06, frente aos R\$ 4,25 das embalagens descartáveis, uma economia de 4,68%. Caso a companhia estudada conseguisse trabalhar com perdas de 5% essa diferença seria ampliada para 18,7% com o custo unitário sendo reduzido para R\$ 3,46. A diferença de 4,68% proporcionado pela mudança de embalagem já resultou em um aumento de R\$ 30.000 no lucro da companhia, representando um acréscimo de 2% no superávit, podendo aumentar ainda mais caso se reduza a taxa de perdas.

Pelo preço unitário pago pela embalagem (R\$ 1,71) provavelmente o fornecedor foi uma fábrica, uma vez que está abaixo do menor preço praticado pelos distribuidores (R\$ 2,09) e condizente ao preço de R\$ 1,22 da Vidroporto acrescido de frete. Dessa forma, caso a microcervejaria catarinense ou não tivesse contrato de fornecimento de longo prazo, sofrendo com a falta de insumo relatada, ou desejasse comprar em lotes menores para liberar capital imobilizado teria de recorrer aos distribuidores. Isso faria o seu custo unitário saltar para mais de R\$ 4,63, representando um aumento de 8,86%, com a embalagem representando 45,17% de todo o custo. O quadro 5 mostra os cenários de custo final utilizando as três opções de fornecedores de garrafas de vidro e também com a cervejaria adotando logística reversa com a perda atual de 40% e uma alternativa caso ela consiga diminuir esse valor de perda para 5%, valor esse praticado pelas grandes cervejarias.

Quadro 5 – Cenários de custo com diferentes abordagens de fornecimento.

	Cervejaria realizando logística reversa (5%)	Cervejaria realizando logística reversa (40%)	Reúso	Fábrica	Distribuidor
Custo unitário	R\$ 3,46	R\$ 4,06	R\$ 3,99	R\$ 4,25	R\$ 5,14
Comparação com a opção mais econômica	-	17,34%	15,32%	22,83%	48,55%

Fonte: Autor (2022).

Caso fossem reutilizadas embalagens *one-way*, o preço unitário seria de R\$ 1,45, devendo ser acrescido o valor do frete. Desconsiderando a influência desse frete, dada a

proximidade entre os fornecedores de embalagens reutilizadas e as cervejarias artesanais, o preço final seria de no mínimo R\$ 3,99 por unidade, aumentando conforme o valor unitário do frete. Isso representa uma redução de 15,14% frente a opção de adquirir dos distribuidores e obtendo as mesmas vantagens oferecidas por estes e de 6,2% frente a opção de compra junto as fábricas.

4.2.3 Aspectos Sociais

A maioria dos membros da cadeia de logística reversa são de associações que reúne catadores, pessoas em vulnerabilidade social. As cooperativas e associações de reciclagem, segundo dados de média nacional, possuem 37 catadores sendo cerca de 54% mulheres (54%), 76,1% do total se declarando pardo ou negro e com baixo nível de escolaridade – apenas 14,4% possui ensino médio completo ou posterior e 55% ou não foi escolarizado ou não chegou a completar o ensino fundamental (ANCAT, 2021). Devido aos aspectos levantados, caso não existisse esse tipo de função tais pessoas enfrentariam dificuldade de realocação profissional. Assim, aproximadamente dez mil pessoas teriam a sua renda, uma média de R\$ 1.098,00, comprometida (ANCAT, 2021).

Dessa forma é preciso considerar esses membros da cadeia com atenção, como destaca Leite (2003, apud ESTIVAL, 2004), que contribuem para a reinserção dos materiais recicláveis ao ciclo produtivo e devem receber remuneração adequada. Como destacado anteriormente o baixo preço pago pelo caco de vidro às cooperativas fazem com que elas não mais trabalhem com esse material e simplesmente o descartem, sobretudo em regiões mais afastadas como Centro Oeste e Norte (LEMOS, 2012).

Uma maneira de se elevar o valor obtido por esse material é acumulando material no galpão até que se consolide o volume de cargas mínimo exigido pela empresa de reciclagem. Entretanto, como essas organizações não contam com capital de giro e precisam efetuar a venda do material com mais frequência, comercializam o material e recebem um valor mais baixo pelo quilograma do caco de vidro. Para os outros processos Lemos (2012) pontua que ele ocorre de maneira simplesmente manual, uma vez que não há recursos para a compra de maquinário, junto ao fato dos constantes acidentes com esse material inviabiliza o aumento do preço de venda. Isso faz com que sejam necessários mecanismos de incentivo visando ao aumento da quantidade de vidro reciclado e os mais comuns são os incentivos econômicos, em forma de

taxas, subsídios e impostos que incidem sobre os preços dos produtos, materiais ou opções de destinação (LOUGHLIN, BARLAZ, 2006 apud CAETANO, 2018).

A venda de embalagens inteiras viria a melhorar a qualidades de trabalho, nos dois aspectos fundamentais: renda e periculosidade. Por não precisar de intermediário e as empresas topo de cadeia estarem mais próximas o valor de venda da mercadoria aumenta consideravelmente. A periculosidade é reduzida uma vez que não é necessário processos de revalorização mais trabalhoso e meticulosos, sendo necessário apenas a separação por tipo de embalagem, processo que já é realizado na maioria das cooperativas e associações (LEMOS, 2012).

4.2.4 Resumo dos Aspectos Considerados no Reúso e Reciclagem

Dessa forma existem aspectos positivos e negativos para cada uma das alternativas que estão resumidas no quadro 6:

Quadro 6 - Comparação das alternativas de reúso e reciclagem das embalagens.

Embalagens reutilizadas	Embalagens recicladas
Dificuldade no SLR para recuperar as embalagens sem avarias.	Não existe preocupação com o estado do material durante o SLR.
Maior preço de venda sem atividades de revalorização	Menor preço de venda sem atividades de revalorização
Oferece menor risco as pessoas envolvidas no processo por não ser um material perfuro cortante	Oferece maior risco as pessoas envolvidas no processo por não ser um material perfuro cortante
Não há grande presença de intermediários	Elevada presença de intermediários
Várias indústrias topo de cadeia espalhadas por todas as regiões do Brasil	Poucas indústrias topo de cadeia concentradas no Sudeste e Nordeste
Venda irregular variando conforme a demanda	Venda constante ao longo do ano
Processo de venda sem formalização contratual	Processo de venda com formalização contratual
Alta demanda e alta capacidade produtiva	Alta demanda e baixa capacidade produtiva
Necessidade de pouco capital para abrir novas operações	Necessidade de alto capital para abrir novas operações
Mais ecológico com poucos ciclos em pequenas distâncias, menos de 800 km.	Mais ecológico em grandes distâncias, maior do que 800 km.
Pode constituir uma alternativa mais econômica para as cervejarias se comparada com garrafas novas produzidas com material reciclado.	É uma alternativa mais econômica para as cervejarias se comparada com garrafas novas produzidas com material virgem.

Fonte: Autor (2022).

4.3 LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS DE VIDRO: ESTUDO DE CASO EM FLORIANÓPOLIS

Foi realizado uma pesquisa de caso para que fosse possível avaliar a alternativa do reúso de embalagens de vidro na grande Florianópolis. Para isso foi analisado primeiramente o sistema de logística reversa do município e depois o interesse das cervejarias em comprar e utilizar tal insumo.

Em Florianópolis, a limpeza pública dos resíduos sólidos urbanos é realizada pela Companhia de Melhoramentos da Capital (COMCAP). Foi estabelecida responsável desde 1976 pelos resíduos sólidos urbanos (COMCAP, 2022). Em 1986 a COMCAP implementou, de forma pioneira no Brasil, a coleta seletiva urbana de porta a porta e em 1994 toda a cidade contava com esse serviço (COMCAP, 2022). Em 2021 por meio da lei complementar N° 706 a Comcap passa a ser vinculada à Secretária Municipal de Infraestrutura do município de Florianópolis.

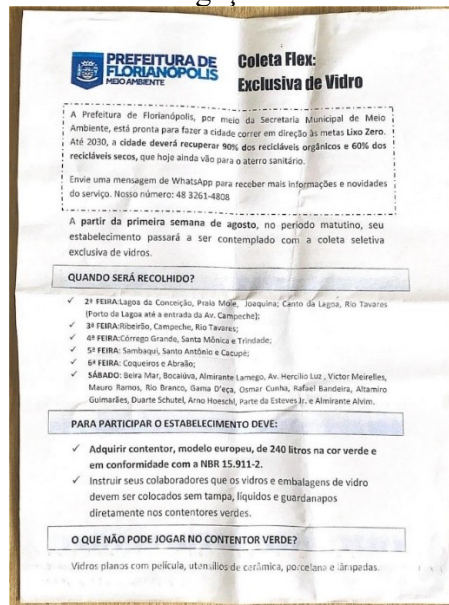
Os resíduos urbanos de Florianópolis são compostos por 35% de matéria orgânica, 43% de reciclável seco e os outros 22% são rejeitos (COMCAP, 2022). Estima-se que são revalorizados cerca de 8,2% das mais de 200 mil toneladas coletadas por ano, tornando Florianópolis a capital que mais recupera resíduos sólidos e realiza compostagem. Para 2030, a prefeitura definiu como meta desviar 60% dos recicláveis secos dos aterros sanitários (vidro, metal, plástico, papelão e papel) o que representaria R\$ 39 milhões em ganhos. Mas, para que isso seja possível prevê-se a necessidade de investir mais de R\$ 10 milhões na coleta seletiva (COMCAP, 2022).

4.3.1 O descarte e a coleta das embalagens de vidro

Para descrever o sistema de logística reversa (SLR) do município foi realizada uma visita à central da Comcap no dia 2 de dezembro de 2022, quando foi entrevistado um dos técnicos em saneamento. Em termos de coleta, atualmente, Florianópolis vários tipos: i) a coleta convencional; ii) a coleta *flex*, voltada aos materiais recicláveis secos como plásticos, metal e papel; iii) a coleta seletiva *mono material stream* de orgânicos compostáveis; iv) a coleta seletiva *mono material stream* de vidro; v) a coleta seletiva *mono material stream* de verdes,

galhos e folhas; e vi) a coleta de volumosos, específica para matérias de grande volume, como móveis, eletrodomésticos e demais resíduos de maior volume. A coleta seletiva exclusiva do vidro justifica-se pela contaminação provocada por esse material, se coletado juntamente com os demais recicláveis, e pelo acentuado risco de acidentes que oferece, por ser material perfurocortante. E, além da coleta porta a porta do vidro, há a opção *bring*, que disponibiliza mais de 90 pontos de coleta de vidro, os chamados pontos de entrega voluntária ou PEVs, e cinco Ecopontos para diversos materiais (PMF, 2022).

Figura 28 - Panfleto de divulgação da coleta exclusiva de vidro.



Fonte: Acervo próprio (2022)

Para ajudar no complexo processo de gestão de dados de todos os RSU nos mais diversos canais, a Comcap conta com um *software* chamado Sistema de Coleta de Resíduos Sólidos (SISCORE). Esse programa registra as rotas e horários de chegada e saída de cada veículo do Centro de Valorização de Resíduos (CVR), a Central de Transbordo localizada no bairro do Itacorubi, bem como o veículo usado em cada rota, quantidade coletada, tipo de material e outras informações como quilometragem percorrida e equipe de coleta.

Alguns dos veículos são dedicados a coleta de materiais específicos, como é o caso de vidros e orgânicos, o que permite maior eficiência das operações. Como exemplo, há um caminhão com guindaste para coleta do vidro descartado nos PEVs, o que torna a coleta

mecanizada com colocação direta do material do PEV na caçamba do veículo como mostrado na figura.

Figura 29 - Caminhão com guindaste para coleta de vidro dos PEVs.



Fonte: PMF (2022)

Figura 30 - Veículo usado na coleta exclusiva de vidro.



Fonte: Acervo próprio (2022)

Para participar da coleta porta a porta do vidro, é preciso que o estabelecimento ou condomínio adquira contentores adequados. Alguns dados referentes a rota de coleta são listados na Figura 32 que mostra uma tabela impressa com a hora de saída do veículo, sequência dos pontos a serem visitados, localização, quantidade de containers coletados em cada ponto e

a qualidade do material, ou seja, se o resíduo de embalagem de vidro estava contaminado por outros materiais. Depois de completado o percurso o motorista registra o horário final da coleta e se dirige para o CRV, onde o veículo é pesado em uma balança rodoviária para registro dos valores da tabela. Esses dados são armazenados no SISCORE, em uma linguagem SQL, padrão para trabalhar com bancos de dados relacionais, que permite recuperar dados segundo tipo do material, roteiro, ou demais informações relevantes, como a evolução do volume coletados pelos PEVs.

Figura 31 - Tabela impressa da coleta exclusiva de vidro.

Check-List Santo Antônio, Cacupé e Sambaqui					
Data:	1ª Coleta Início: 08:00	Final Coleta: 10:15	Horario Descarga: 10:30	Peso: 1,200	
	2ª Coleta Início:	Final Coleta:	Horario Descarga:	Peso:	
Ordem	Estabelecimento	Localização	Quantidade Coletada	Contaminado	
01	João Makowiczki Residencial	Rod. Virgílio Várzea, 1572 - Saco Grande	08	Sim ()	Não (x)
02	Millenium Vip Motel	Estrada Haroldo Soares Glavan, 86 - Cacupé	01	Sim ()	Não (x)
03	Casablanca Residence Club	Estrada Haroldo Soares Glavan, 929 - Cacupé	01	Sim ()	Não (x)
04	Marina Miramar Residencial	Estrada Haroldo Soares Glavan, 1093 - Cacupé	01	Sim ()	Não (x)
06	SESC	Estrada Haroldo Soares Glavan, 1670 - Cacupé		Sim ()	Não (x)
07	Terraço Cacupé	Estrada Haroldo Soares Glavan, 1241 - Cacupé		Sim ()	Não (x)
08	Morada de Cacupé Cond.	Estrada Haroldo Soares Glavan, 3119 - Cacupé	01	Sim ()	Não (x)
09	Marina del Rey II Cond.	Estrada Haroldo Soares Glavan, 3450 - Cacupé	01	Sim ()	Não (x)
10	Marina del Rey III Cond.	Estrada Haroldo Soares Glavan, 4070 - Cacupé	01	Sim ()	Não (x)
11	Saint tropéz Cond.	Estrada Haroldo Soares Glavan, 3838 - Cacupé		Sim ()	Não (x)
12	Linha do Sol Cond.	Estrada Haroldo Soares Glavan, 4008 - Cacupé	01	Sim ()	Não (x)
13	Madre Bernth Cond.	Estrada Haroldo Soares Glavan, 4940 - Cacupé		Sim ()	Não (x)
14	Caminho dos Açores Cond.	Caminho dos Açores, 901 - Santo Antonio	01	Sim ()	Não (x)
15	Samburá Rest.	Caminho dos Açores, 1152 - Santo Antonio	01	Sim ()	Não (x)
16	Condominio de Casas, 1207	Caminho dos Açores, 1207 - Santo Antonio		Sim ()	Não (x)
19	May	Caminho dos Açores, 1689 - Santo Antonio	01	Sim ()	Não (x)
20	Mata Atlantica Cond.	Caminho dos Açores, 2020 - Santo Antonio	01	Sim ()	Não (x)
21	AVANTE Sede Social	R. Cônego Serpa, 88 - Santo Antonio		Sim ()	Não (x)
22	Posto Petrolas Santo Antonio	R. R. Padre Lourenço R. de Anfrade, 159 - Santo Antonio	01	Sim ()	Não (x)
23	Condominio de casas 995	Estrada Isid Dutra, 455 - Sambaqui	01	Sim ()	Não (x)
24	Delicias do Mar Rest.	Rod. Gilson da Costa Xavier, 1455 - Sambaqui	01	Sim ()	Não (x)
25	Chopp e Prosa Rest.	Rua Gilson da Costa Xavier, 1478 - Sambaqui		Sim ()	Não (x)
26	Botecoim das Flores Rest.	Rod. Gilson da Costa Xavier, 1520 - Sambaqui	02	Sim ()	Não (x)
27	Pastelaria Final Sambaqui	Rod. Rafael da Rocha Pires - 4859 - Sambaqui	02 + 3 sacos	Sim ()	Não (x)
28	Rosso Rest.	Rod. Gilson da Costa Xavier, 201 - Santo Antonio	02 + 4 sacos	Sim ()	Não (x)
29	Seu Antonio Rest.	Rod. Gilson da Costa Xavier, 51 - Santo Antonio	01 + 1 sa.	Sim ()	Não (x)
30	Villa do porto Rest.	R. Quinze de Novembro, 123 - Santo Antonio	02	Sim ()	Não (x)

Fonte: Acervo próprio (2022)

4.3.2 O tratamento e comercialização dos resíduo de embalagens de vidros

Os resíduos de embalagens de vidros coletados pela Comcap são doados para sete associações cadastradas na prefeitura, sendo mais da metade do material destinada à Associação de Coletores de Materiais Recicláveis (ACMR). Essa associação é a maior delas e conta com 50 colaboradores (COMCAP, 2022), estando localizada anexo ao CVR da Comcap, no Itacorubi.

Também foi realizada uma visita à ACMR no dia 2 de dezembro de 2021 e uma entrevista aberta com a responsável pela triagem. O espaço da associação é estruturado, basicamente, em cinco áreas: i) área de triagem dos materiais que é composto por um corredor

com diversas baias destinadas para a triagem manual dos materiais da coleta seletiva; ii) outra área para separação do plástico, que conta com uma esteira e espaço para compactação, realizada pela Associação que possui uma máquina para essa operação; iii) uma área para armazenagem do vidro; iv) uma área para isopor e v) área administrativa com espaço para reuniões. Nessa área a responsável apresentou os dados da operação no mês de outubro de 2021. Um dos pontos que chama a atenção é a quantidade de materiais contaminados que são descartados em conjunto com os recicláveis, como restos de alimentos, que prejudica sobremaneira as atividades e torna o ambiente insalubre, por conta de insetos e roedores que passam a circular no espaço.

Figura 32 - O galpão destinado a separação dos recicláveis.



Fonte: Arquivo pessoal (2021)

Figura 33 - Área destinada ao armazenamento dos resíduos de vidro.



Fonte: Arquivo pessoal (2021)

No mês de outubro, a ACMR recebeu aproximadamente 448 toneladas de material reciclável, conseguindo triar, vender e desviar do aterro 398 toneladas, representando 88,8% do total. Isso se deve ao fato de, infelizmente, parte do material não ser adequado à reciclagem, são resíduos diversos, ou porque o descarte inclui rejeitos que deveriam ser destinados ao aterro. Outra justificativa para os 11,2% que foram destinados como resíduo é o fato de alguns materiais não terem volume ou preço de venda atrativo o suficiente para compensar a venda, como é o caso do caco do vidro em algumas regiões (LEMOS, 2012). As quase 400 toneladas geraram R\$ 138.000 e podem ser classificadas em 16 categorias como exposto no quadro 7.

Quadro 7 - Peso e venda total por categoria de material reciclado no mês de outubro de 2021.

Material	Peso (kg)	Valor (R\$)
Papelão	38.716	31.122,63
Misto	18.092	8.180,84
Branco	10.450	8.400,44
Ferro	8.160	5.034,50
Embalagem Tetrapack	1.380	485,35
Balde / PP / Branco	842	3.115,40
Balde / PP / Colorido	2.120	6.148,00
Caixaria / PP	270	972,00

Isopor / EPS	2.370	4.4740,00
PEAD / Colorido	3.820	15.662,00
PEDB - Mole / Canela	1.160	3.132,00
PEDB - Mole / Preto	2.340	2.574,00
PEDB – Mole / Colorido	7.440	9.072,00
Sucata de plástico	1.500	3.000,00
Sucata mista vidro	297.280	29.728,00
Sucatas de alumínio	2.214	6.642,00
Total	398.154	138.009,16

Fonte: Autor com base em dados fornecidos pela ACMR (2022).

De todos os materiais comercializados, pode-se observar que o volume coletado de vidro é aproximadamente 7,5 vezes superior ao do papelão, segundo material que mais contribui para o faturamento da ACMR. Entretanto, o valor obtido com a venda do vidro ainda é ligeiramente menor do que o do papelão. Em conversa com a representante da ACMR, foi relatado que atualmente o caco é vendido por 13 centavos, sendo que 3 centavos são destinados a manutenção da Associação. Esse material era vendido para a Catarina Vidros, empresa localizada em Tijucas, mas como o valor recebido era muito baixo, em 2021 buscou-se outro comprador. Atualmente, a venda é feita para a Reci Total, empresa com sede em São Paulo.

Sobre a venda de embalagens unitárias para reúso, a entrevistada informou que venda era uma prática comum e o preço pago era atrativo, porém, os compradores não possuem uma empresa registrada o que impossibilitaria a emissão de nota fiscal e, por questões fiscais e legais, a ACMR deixou de realizar esse tipo de venda. Caso não houvesse esses obstáculos, sem dúvida, seria uma possibilidade da ACMR aumentar seu faturamento. Foi ainda perguntado se a entrevistada teria informações sobre os antigos compradores desse tipo de insumo, mas ela não soube informar.

4.3.2.1 Embalagens reutilizáveis

As embalagens descartáveis e retornáveis possuem seu uso consolidado na indústria cervejeira, entretanto, as embalagens *one-way* e aquelas descartadas pelos consumidores tem se apresentado como uma alternativa para as pequenas cervejarias. Dessa forma, para enriquecer o trabalho buscou-se informações junto às pequenas cervejarias que atuam na grande Florianópolis para verificar se essas reutilizam esse tipo de embalagem e onde adquirem.

Foi realizada uma entrevista semiestruturada ao longo da primeira quinzena de novembro de 2021 com cervejarias. Dessa forma, foram estabelecidos três parâmetros para identificar as empresas: ter produção própria, ter fábrica localizada em Santa Catarina e comercializar seus produtos em embalagens de vidro. Foi utilizado a ferramenta de pesquisa

online Google para localizar cervejarias e os contatos foram feitos contato com nove cervejarias, por telefone e e-mail.

A entrevista incluía questões sobre: i) produção própria de cerveja; ii) município de produção; iii) volume produzido; iv) comercialização em embalagens de vidro; v) aquisição das embalagens; iv) reúso de embalagens de vidro; vii) obstáculos para reutilizar embalagens.

Das nove cervejarias contactadas, seis aceitaram responder a pesquisa e apenas quatro possuíam produção própria, as outras duas terceirizavam, algo comum nesse meio, sendo conhecidas como cervejarias cigana. Das quatro que responderam ao questionário três são da grande Florianópolis e uma de Joinville, por se tratar de dados sensíveis da empresa o nome das empresas será omitido. A empresa do norte do estado possui produção média mensal de 30 mil litros de cerveja, com aproximadamente 40% desse volume sendo vendido em lata e garrafa. A empresa costuma comprar embalagens de vidro de uma indústria de São Paulo, entretanto quando existe uma demanda maior que a esperada, ou se o fornecedor não tem disponibilidade. recorrem a distribuidores. Disseram que estariam interessados em reutilizar esse insumo desde que fosse economicamente mais atraente, em relação ao preço e as quebras no envase, desde que não tivesse nenhum impedimento legal.

Das três cervejarias localizadas na grande Florianópolis uma possui produção média mensal de 40 mil litros, sendo a maioria para chopp e uma pequena parte envasada, a outra 200 mil litros por mês, produção predominantemente de envasados e a última, sendo bem menor, com 10 mil litros mensais, sendo vendido quase a totalidade no bar da marca e o restante envasado exclusivamente em garrafa. A empresa com maior volume possuiu uma parceria com a área de inovação da Ambev, a ZX Ventures, o que garante um fornecimento constante de garrafas de vidro. As outras duas compravam de distribuidores. As três também demonstraram interesse em reutilizar embalagens, mas mostravam preocupação em relação ao preço, qualidade das embalagens, como resistência, e aspecto legal. As empresas alegaram que durante o processo existem etapas sensíveis a quebra e, caso essas quebras elevassem os custos, o preço precisaria ser bem atrativo para compensar os impactos gerados – não somente a substituição da embalagem, mas a perda de cerveja e custos de manutenção da linha de produção.

5 CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O trabalho tratou do tema reciclagem e reúso de embalagens de vidro para cervejarias no âmbito da economia circular. Destacando as vantagens e desvantagens no aspecto ambiental,

financeiro e social, além das limitações inerentes a cadeia logística existente atualmente. O mapeamento da cadeia das embalagens de vidro e das cervejarias permitiu identificar e localizar os fornecedores, distribuidores, consumidores e atores da logística reversa. Bem como destacar as peculiaridades de cada um como lote mínimo, área de atuação, participação de mercado e aspectos logísticos existentes na operação.

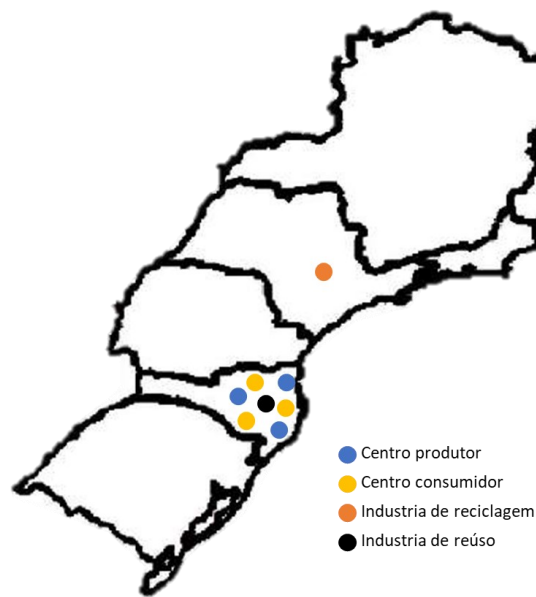
A descrição do sistema de logística reversa das embalagens de vidro mostrou que grande parte das embalagens reutilizáveis utilizam os mesmos canais de distribuição como canais reversos, o que viabiliza a adoção dessa solução. Nesse caso há garantia do fornecimento das embalagens e das quantidades movimentadas, sendo utilizados os mesmos ativos logísticos (veículos e armazéns) para distribuir e coletar as embalagens, o que torna viável o reúso. Por outro lado, quando se trata de cervejas adquiridas no varejo em geral, os sistemas de logística reversa tornam-se mais complexos pois passa a envolver diversos atores – consumidores, órgãos municipais, associações de catadores, intermediários, empresas de lavagem de embalagens – várias atividades – como, descarte, coleta, triagem, separação, armazenagem, transporte – realizadas na gestão de resíduos de diferentes naturezas.

Dois fatores decisivos para a comparação entre a reciclagem e reúso são a taxa de quebra/perda e distância entre o centro produtor e consumidor. Na opção de reciclagem o insumo deve retornar para as indústrias de vidro em forma de caco, logo a taxa de quebra é irrelevante. Já a distância é um fator decisório, principalmente pelo fato de que as empresas de reciclagem estão concentradas no sudeste e nordeste. Assim, em um país com dimensões continentais como o Brasil e consumo tão pulverizado, esse retorno ocasiona em altos custos logísticos, tirando a atratividade financeira desse produto em regiões mais distantes. Quando analisado a opção de reúso ele passa a ser recomendado em distâncias menores, quando é possível criar um ciclo de comércio regional. Se a distância entre o centro consumidor e produtor estiverem localizados a 200 km ou menos existe uma vantagem econômica e ambiental. Dessa forma, é vantajoso realizar a logística reversa das embalagens, aplicar processos de recuperação como a limpeza e higienização e reinserir no processo produtivo. Entretanto, quando as distâncias aumentam significativamente é necessário a realização de vários ciclos, implicando na necessidade de baixas taxas de quebra, como ocorre atualmente nas grandes cervejarias (5%). Quando essa distância é maior do que 800 km nem 30 ciclos de reúso torna essa alternativa vantajosa, sendo a reciclagem a opção mais recomendada.

Ao analisar a realidade das cervejarias artesanais e das empresas de reúso, elas tendem a limitar a venda e atuação ao estado de atuação, vide as cervejarias catarinenses. Dessa forma

o reúso proporcionaria benefícios no âmbito financeiro e ecológico. Principalmente em um estado como o de Santa Catarina que possui dimensões reduzidas, com 400 km de norte a sul. Logo, a implementação de um sistema de logística reversa voltado a reúso de embalagens de vidros poderia contribuir para promover a transição para um modelo circular e auxiliar as micro e pequenas empresas que arcam com custos mais elevados para aquisição desses insumos.

Figura 34 - Distribuição dos representantes da cadeia de reciclagem e reúso em Santa Catarina.



Fonte: Autor (2022)

O aspecto financeiro impactaria positivamente as cooperativas e associações que atuam na logística reversa, uma vez que o preço do quilograma do caco de vidro é de 15 centavos na média estadual, enquanto que, em média e baseado nos dados de Lemos (2012) a garrafa tem preço de 41 centavos. Considerando que a embalagem tradicional de venda possui 345 gramas (EMBAVALESUL, 2022) a diferença paga no quilograma do caco de vidro e a garrafa inteira na média estadual é de R\$ 1,04, representando aproximadamente sete vezes mais. O potencial de valor poderia contribuir para desenvolver tanto a economia local e gerar oportunidade de desenvolvimento regional quando melhorar as condições de renda e trabalho, precário, dos funcionários que trabalham na logística reversa das embalagens. Para isso ser possível, é preciso que as empresas, membros da cadeia de suprimentos e cadeia reversa, cooperem e substituam a lógica da concorrência individual por estratégias que fortaleçam a

cadeia como um todo, principalmente em arranjos locais (MALAGUTI, 2005 apud OLIVEIRA; FRANÇA; RANGEL, 2019), como por exemplo o incentivo a uma empresa ou cooperativa que seja especializada em coletar e realizar a limpeza das embalagens de vidro. Essa ação diminuiria o poder de barganha das organizações multinacionais produtoras de embalagem de vidro, além de proporcionar uma maior oferta de embalagens e um preço menor para as pequenas cervejarias.

No estudo de caso em Florianópolis é possível notar o destaque e a importância dada a logística reversa de resíduos que podem ser revalorizados, tanto por ser pioneiro a implementação desse serviço quanto pelas ousadas metas ambientais. Em conversa com funcionário da Comcap em dezembro de 2021 foi relatado que os novos caminhões e a coleta exclusiva de vidro, com foco em grandes produtores como bares, restaurantes e condomínio, proporcionam uma baixa taxa de quebra das embalagens. Podendo reduzir ainda mais esse valor com ações simples como o despejo mais lento das embalagens no caminhão. Teriam de ser analisadas alternativas para os PEVs e os Ecopontos, já que a maioria das embalagens dessas fontes chegam danificadas, seja pelo formato dos contentores que implicam em uma queda e choque das embalagens, quanto pelo recolhimento por meio do caminhão com guindaste. Uma alternativa seria diminuir o volume e o formato dos PEVs para que os caminhões usados na coleta exclusiva de vidro também pudessem realizar o recolhimento. Entretanto, tais ações não são contempladas ou analisadas, uma vez que a coleta e a comercialização são voltadas à reciclagem e o material deve ser quebrado em cacos.

Figura 35 - Garrafas inteiras, com caco de vidro e outras impurezas no pátio da ACMR.



Fonte: Acervo próprio (2022)

Ainda no estudo de caso foi observado que existe uma demanda de embalagens reutilizáveis nas empresas que atuam em Florianópolis. Entretanto, é necessário atingir certos padrões de qualidade, tanto da estrutura física quanto biológico, garantido a limpeza e higienização. Dessa forma, é sugerido como trabalho futuro atestar a estrutura física e química por meio de testes laboratoriais garantindo que a qualidade da embalagem reutilizada seja comparável a uma nova. Aos aspectos legais, é necessária uma análise mais aprofundada desses aspectos, não sendo o foco desse trabalho e também sendo sugestão de estudos futuros. Ressaltando que as organizações responsáveis deveriam repensar o modelo e a forma de venda, substituindo praticas antigas por outras que se conectem como as diretrizes de um movimento sustentável. Uma vez que a implementação desse tipo de iniciativa não depende apenas das empresas em si, mas em grande parte da cooperação entre Governo e autoridades locais (CÔTÉ & COHEN-ROSENTHAL, 1998 apud LEITÃO 2015).

REFERÊNCIAS

- ABIVIDRO (org.). **Guia reciclagem do vidro**. 2019. Disponível em: <https://abividro.org.br/wp-content/uploads/2019/01/Abividro-Guia-Reciclagem-do-Vidro.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2022.
- ABIVIDRO (org.). **Guia reciclagem do vidro**. 2010. Disponível em: <https://abividro.org.br/wp-content/uploads/2010/01/Abividro-Guia-Reciclagem-do-Vidro.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2022.
- ABRALATAS (Brasil). **Brasil reciclou mais de 97% das latas de alumínio para bebidas**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.abralatas.org.br/brasil-reciclou-mais-de-97-das-latas-de-aluminio-para-bebidas/>. Acesso em: 17 fev. 2022.
- ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2012**. 2012. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2012/>. Acesso em: 26 nov. 2021.
- ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso em: 26 nov. 2021.
- AGENCIA ESTADO. **Egípcios Fabricavam Vidro há 3,2 mil anos**. 2012. Disponível em: <https://ciencia.estadao.com.br/noticias/geral,egipcios-fabricavam-vidro-ha-3-2-mil-anos,20050617p731>. Acesso em: 24 jan. 2022.
- ALVES FILHO, Alceu Gomes et al. Pressupostos da gestão da cadeia de suprimentos: evidências de estudos sobre a indústria automobilística. **Gestão & Produção**, [S.L.], v. 11, n. 3, p. 275-288, dez. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-530x2004000300003>.
- ANCAT, Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis. Anuário da Reciclagem 2021. 2021. Disponível em: https://uploads-ssl.webflow.com/605512e6bb034aa16bac5b64/61cc5f12957d186a623aebc9_Anuário%20da%20Reciclagem%202021.pdf. Acesso em 10 de Nov. de 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CERVEJA (CERVBRASIL). 2015. Disponível em: <http://www.cervbrasil.org.br/>. Acesso em: 26 jan. 2022.
- BadenBaden. 2022. **Produtos**. Disponível em: <https://www.badenbaden.com.br/#produtos>. Acesso em: 7 jan. 2022.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- BARBOSA, Marina. **Produção brasileira de cerveja sobe 2,9 pontos em 2020 e retoma patamar de 2014**: brasil conta com 1.383 cervejarias, que produziram 14,1 bilhões de litros da bebida em 2020. 2021. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/economia/producao-brasileira-de-cerveja-sobe-29-pontos-em-2020-e-retoma-patamar-de-2014/>. Acesso em: 13 jan. 2022.

BESEN, Gina. **Coleta seletiva com inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade.** 2011. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BEUREN, Fernanda Hänsch et al. **Minimização das barreiras na implantação de um Sistema Produto Serviço através da Economia Circular e dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.** 2021.

BOGDAN, R. S.; BIKEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos.** 12.ed. Porto: Porto, 2003

BRANDÃO, Raquel. **Ambev investe R\$ 870 milhões em fábrica de vidros no Paraná:** além de abastecer todo o país, a empresa vê na unidade oportunidade de desenvolvimento da logística reversa e economia circular. Além de abastecer todo o país, a empresa vê na unidade oportunidade de desenvolvimento da logística reversa e economia circular. 2021. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/mercados/renda-variavel/empresas/noticia/2021/12/23/amb-ev-investe-r-870-milhes-em-fbrica-de-vidros-no-paran.ghtml>. Acesso em: 24 jan. 2022.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Presidência da República, Departamento da Casa Civil. Brasília, 2010.

BRAUNGART, M., & MCDONOUGH, W. (2002). **Cradle-to-cradle: remaking the way we make things.** New York: North Point Press.

CAETANO, Ana Carolina Gonçalves. **SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS DE VIDRO PÓS-CONSUMO.** 2018. 170 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

CAMPELLO, Mauro. **Economia circular: afinal, o que é isso.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NETWORK ENTERPRISES & LOGISTICS MANAGEMENT, 1., 2021, São Paulo. NETLOG. São Paulo: Universidade Paulista, 2021. v. 1, p. 1-12.

CAMPELLO, Mauro. **ECONOMIA CIRCULAR, SUSTENTABILIDADE E LOGÍSTICA:** uma combinação para melhorar o planeta, as pessoas e os negócios. Uma combinação para melhorar o planeta, as pessoas e os negócios. Disponível em: https://convibra.org/congresso/res/uploads/pdf/artigo21794_20201318.pdf. Acesso em: 12 jul. 2021.

CARDOSO, L.; FELISBERTO, Z.; CITTADIN, A.; GUIMARÃES, M. L. F.; GIASSI, D.; FILHO, L. P. G. Logística reversa: uma análise comparativa dos gastos entre a reutilização e descarte de embalagens em uma microcervejaria. **Anais do Congresso Brasileiro de Custos - ABC**, 2019, Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4091>. Acesso em: 27 fev. 2022.

COMCAP. 2022. Disponível em:

<<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/comcap/index.php?cms=origem+ligada+a+pavimentacao+publica&menu=1&submenuid=sobre>>. Acesso em: 7 jan. 2022.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Cervejas e refrigerantes**. São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao_limpa/documentos/cervejas_refrigerantes.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO RAMO QUÍMICO (org.). **Panorama setor de vidro**. 2015. Disponível em: <http://cnq.org.br/system/uploads/publication/b2a03b701c902f59b717ce1e7395502e/file/panorama-vidros.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2022.

CONTE, F. G. R. **Análise da implantação de uma fábrica de vidros planos no Nordeste do Brasil com aplicação da teoria das opções reais**. 93p. Tese (Mestrado em Economia) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

COSTA, Mariana Pinto e. BeeCircular. **Diagrama de Borboleta: no caminho da circularidade**. No Caminho da Circularidade. 2021. Disponível em: <https://www.beecircular.org/post/diagrama-de-borboleta>. Acesso em: 4 mar. 2022.

ECYCLE, E. Máquinas de coleta de garrafas vazias de cerveja darão desconto em produtos para incentivar reaproveitamento. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=5602&Itemid=>. Acesso em: 7 jan. 2022.

ELIAS, Scott; ALDERTON, David. **Encyclopedia of Geology**. Academic Press, 2020.

Ellen MacArthur Foundation. (2013). **Towards the circular economy: opportunities for the consumer goods sector**. Cowes, Isle of Wight: Ellen MacArthur Foundation

ESTIVAL, K. G. S.; LEITE FILHO, C. A. P.; ROCHA, S. P. B. O canal reverso de pós-consumo da embalagem de vidro em Recife/PE. **Revista Ciências Administrativas**, v. 12, n.1, p. 98-106, 2006.

ESTEVES, L. et al. Resistencia à corrosão de latas de alumínio em contato com cerveja. **Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração**, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 229-235, jul./set. 2014. Disponível em: <<http://tecnologiammm.com.br/files/v11n3/v11n3a07.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2022.

FERRÃO, Nathalia Tebaldi; GUIMARÃES, Julio Cesar Ferro de; CORRÊA, Suelen. **A Percepção dos Consumidores em Relação a Mudança de Embalagem das Cervejas Artesanais**. 2016. 14 f. Monografia (Especialização) - Curso de Administração, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2016.

FERREIRA, Luiz Olavo de Holanda. **Estudo de caso da coleta seletiva exclusiva de vidro por pontos de entrega voluntária (pev) em Florianópolis (SC)**. 15 set. 2021.

FLORIANÓPOLIS. Pmf. LEI N. 10.760. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/LEI%2010760%20LOA%202021.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2021.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2002

GLENEIX. **Cervejaria Ambev investe R\$ 1,5 milhão para facilitar troca de garrafas retornáveis.** Disponível em: <<https://publicidadeecerveja.com/2017/05/08/cervejaria-ambev-investe-r-15-milhao-para-facilitar-troca-de-garrafas-retornaveis/>>. Acesso em: 7 jan. 2022.

HIRATA, Lucas; BULLA, Olívia. **Vale é a empresa mais valiosa da América Latina e deixa Mercado Livre para trás.** 2021. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/mercados/renda-variavel/empresas/noticia/2021/04/27/vale-a-empresa-mais-valiosa-da-amrica-latina-e-deixa-mercado-livre-para-trs.ghtml>. Acesso em: 13 jan. 2022.

HOGLAND, S. T. **Survey research of the canned carft beer industry.** 2013. 44 f. Monograph (Bachelor of Science) - Faculty of the Agribusiness Department, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, 2013. Disponível em: <<http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1133&context=agbsp>>. Acesso em: 21 fev. 2016.

IBGE. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação.** 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>. Acesso em: 12 fev. 2022.

JOÃO PEDRO MALAR (São Paulo). Cnn. **Em 13º entre maiores economias, PIB do Brasil fica abaixo de média global.** 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/em-13o-entre-maiores-economias-pib-do-brasil-fica-abaixo-de-media-global/>. Acesso em: 13 jan. 2022.

KAWABATA, Masaki. **Introdução ao Vidro e sua Produção:** processo produtivo industrial. Processo Produtivo Industrial. 2009. Disponível em: https://wikividros.eesc.usp.br/introducao_ao_vidro_e_sua_producao/processo-produtivo-industrial. Acesso em: 24 jan. 2022.

Krones. Bottle washing machines for all output. 2021. Disponível em: <https://www.krones.com/en/products/machines/bottle-washing-machines.php?page=1&searchtext=&filter%5B4%5D%5B4_4%5D=4_4&filter%5B1%5D%5B%5D=all&filter%5B2%5D%5B%5D=all&filter%5B5%5D%5B%5D=all&searchtext=&searchtextold=>>. Acesso em: 20 dez. 2021.

LANDI, Daniele; GERMANI, Michele; MARCONI, Marco. Analyzing the environmental sustainability of glass bottles reuse in an Italian wine consortium. In: CIRP LIFE CYCLE ENGINEERING CONFERENCE, 26., 2019, West Lafayette. LCE. West Lafayette: Purdue University, 2019. v. 26, p. 399-404.

LEITÃO, A (2015). Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI.. **Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting.** 1 (2), 149-171. Disponível em <http://u3isjournal.isvouga.pt/index.php/PJFMA>. Acesso em: 07 dez. 2021.

LEMOS, Ellen. **Diagnóstico da Cadeia de Reciclagem de Embalagem de Vidro em Santa Catarina.** 2012. 110 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Graduação e Engenharia Sanitária e Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

MAPA. **Anuário da cerveja 2020**. 2021. Disponível em: http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/wp-content/uploads/2021/04/anuariocerveja2.pdf. Acesso em: 28 nov. 2021.

MARTINS, Alice Josefa Andrade; ALMEIDA, Maria Luciana de; SOUZA, Déborah Maria da Silva. ANÁLISE DAS PRÁTICAS DE LOGÍSTICA REVERSA APLICADAS AOS VASILHAMES DE VIDRO EM UMA ENGARRAFADORA DE BEBIDAS. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, São Paulo, v. 7, n. 2018, p. 116-130, jan. 2018.

MIGUEL, Priscila Laczynski de Souza; BRITO, Luiz Artur Ledur. A Gestão da Cadeia de Suprimentos e sua Conexão com a Visão Relacional da Estratégia. In: ENCONTRO DA ANPAD, 33., 2009, São Paulo. **A Gestão da Cadeia de Suprimentos e sua Conexão com a Visão Relacional da Estratégia**. São Paulo: Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Administração, 2009. v. 1, p. 1-14.

MOURA, Benjamim. **Logística: conceitos e tendências**. Centro Atlantico, 2006

NSC. **Florianópolis utiliza 25 caminhões por dia para levar lixo ao aterro sanitário de Biguaçu**. 2021. Disponível em: <<https://www.nsctotal.com.br/colunistas/renato-igor/florianopolis-utiliza-25-caminhoes-por-dia-para-levar-lixo-ao-aterro>>. Acesso em: 7 jan. 2022.

OLIVEIRA, Fábio Ribeiro de; FRANÇA, Sergio Luiz Braga; RANGEL, Luís Alberto Duncan. **Princípios de economia circular para o desenvolvimento de produtos em arranjos produtivos locais**. Interações (Campo Grande), [S.L.], p. 1179-1193, 5 nov. 2019. Universidade Catolica Dom Bosco. <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v20i4.1921>.

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira de. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em administração**. 2011. 72 f. Monografia (Especialização) - Curso de Administração, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2011.

PEÑA, B. K.; Azevedo, E.; Reis, G. O.; Mori, H.; Lima, I. X.; Meleiro, M. V.; Campello, M. (2017). **Logística reversa da empresa Natura Cosméticos S/A**. Resende: XIV SEGeT - Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – AEDB, Resende.

PEREIRA, H. et al. **As atividades da logística reversa e a cadeia de suprimentos do papel para embalagem**. 2014.

PORTUGAL, Humana. Jornada técnica sobre a economia circular. **Humana Circular, Palácio Valenças, Sintra**, v. 7, 2019.

PREMIERPACK. **Sobre**. 2021. Disponível em: <https://www.premierpack.com.br/sobre>. Acesso em: 28 nov. 2021.

PROPMARK. **Binder assina campanha da Antártica Retornável**. 2022. Disponível em: <https://propmark.com.br/binder-assina-campanha-da-antarctica-retornavel/>. Acesso em: 28 jan. 2022.

REDAÇÃO CIMM. **Ambev investe R\$ 870 milhões para construção de nova fábrica de vidros sustentáveis no PR mundo investirá cerca de R\$ 990 mi em novas fábricas no Brasil**. 2021. Disponível em: https://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir_noticia/21984-

ambev-investe-870-milhoes-construcao-nova-fabrica-vidros-sustentaveis-pr. Acesso em: 28 jan. 2022.

REDAÇÃO CIMM. **Maior fabricante de embalagens de vidro do mundo investirá cerca de R\$ 990 mi em novas fábricas no Brasil.** 2021. Disponível em: https://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir_noticia/21760-maior-fabricante-embalagens-vidro-mundo-pretende-investir-cerca-990-milhoes-duas-novas-unidades-brasil. Acesso em: 28 jan. 2022.

ROCHA, Cristiane Domingues. **Determinação dos pontos críticos de contaminação por leveduras em indústria de refrigerantes.** 2006. 49 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em: <http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/bitstream/handle/1884/4994/Disserta%20a7%20a3o%20Cristiane%20Rochal19_07.pdf?sequence=1>. Acesso em: 17 fev. 2022.

ROSA, Sergio Eduardo Silveira da; COSENZA, José Paulo; BARROSO, Deise Vilela. **Considerações sobre a indústria do vidro no Brasil.** 2007. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2666/1/BS%2026%20Considera%20es%20so%20bre%20a%20ind%20ustria%20do%20vidro_P.pdf. Acesso em: 12 nov. 2021.

SCAVARDA, Luis Felipe Roriz; HAMACHER, Sílvio. Evolução da cadeia de suprimentos da indústria automobilística no Brasil. **Revista de Administração Contemporânea**, [S.L.], v. 5, n. 2, p. 201-219, ago. 2001. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-65552001000200010>.

SEBRAE. **1º Censo das Cervejarias Independentes Brasileiras.** 2019. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/wp-content/uploads/2019/10/Censo-cerveja-geral2-v3-1.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2022.

SEBRAE. **Mercado cervejeiro em Santa Catarina: desafios e oportunidades.** Desafios e oportunidades. 2018. Disponível em: <http://www.fampesc.org.br/fmanager/fampesc/Aalise-diagnostica-Mercado-Cervejeiro.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2021.

SHARMA, Kapil Dev; JAIN, Siddharth. Municipal solid waste generation, composition, and management: the global scenario. **Social Responsibility Journal**, [S.L.], v. 16, n. 6, p. 917-948, 23 jun. 2020. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/srj-06-2019-0210>.

SILVA, Ingrid Soares da; MACHADO, Nycole do Amaral. **Comportamento de comprador do consumidor de cervejas em Sorocaba-SP: Análise sobre as influências da propaganda.** 2021. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Graduação em Administração, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Sorocaba, 2021.

SINDICERV. **O setor em números.** Disponível em: <https://www.sindicerv.com.br/o-setor-em-numeros/>. Acesso em: 13 dez. 2021.

STOCK, James R. Development and implementation of reverse logistics programs. In: ANNUAL CONFERENCE PROCEEDINGS, COUNCIL OF LOGISTICS MANAGEMENT.--. 1998.

TALIS MAURÍCIO (São Paulo). Cnn. **Brasil deixa de ganhar R\$ 14 bilhões com reciclagem de lixo**. 2020. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/brasil-deixa-de-ganhar-r-14-bilhoes-com-reciclagem-de-lixo/>. Acesso em: 04 mar. 2020.

TUA, Camilla; GROSSO, Mario; RIGAMONTI, Lucia. Reusing glass bottles in Italy: a life cycle assessment evaluation. **Procedia CIRP**, v. 90, p. 192-197, 2020.

VALT, R. B. **Análise do ciclo de vida de embalagens de pet, de alumínio e de vidro para refrigerantes no Brasil variando a taxa de reciclagem dos materiais**, 2004. Dissertação. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

VERGARA, Sylvia C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3.ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2000.

VEROTTI, Angelo. **Aposta bilionária no vidro**: líder mundial na fabricação de embalagens, owens illinois investe R\$ 1 bilhão no país em nova tecnologia para expansão de operações. 2021. Disponível em: <https://www.istoedinheiro.com.br/aposta-bilionaria-no-vidro/>. Acesso em: 13 jan. 2022.

VIDROPORTO. **Catalogo**. 2022. Disponível em: <https://www.vidroporto.com.br/catalogo.php?cat=1>. Acesso em: 24 jan. 2022.

VIDROPORTO. **Quem somos**. Disponível em: <https://www.vidroporto.com.br/quem-somos.php>. Acesso em: 28 jan. 2022.