



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA**



**ALINE ORTOLANI SEBUSKE
SUE ELLEN VANESSA PINHEIRO**

**CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS DA LOGÍSTICA REVERSA DE
EMBALAGENS PET RETORNÁVEL NO BRASIL**

Limeira-SP
2020



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA**



**ALINE ORTOLANI SEBUSKE
SUE ELLEN VANESSA PINHEIRO**

**CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS DA LOGÍSTICA REVERSA DE
EMBALAGENS PET RETORNÁVEL NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Soares de Castro

Limeira-SP
2020

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecemos a Deus, pelas oportunidades confiadas a nós e que nos permitiu que tudo isso acontecesse em nossas vidas.

A nossas famílias que sempre nos incentivaram a estudar e apoiaram incondicionalmente nossas escolhas, por toda a paciência e parceria durante os anos na universidade.

Aos nossos amigos que sempre nos apoiaram e nos ajudaram durante toda a jornada ao longo dos anos.

A todos os professores por nos proporcionarem conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional.

Ao Prof. Dr. Marco Aurélio Soares de Castro pela orientação, apoio e confiança dedicada à elaboração deste trabalho.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da nossa formação, o nosso muito obrigada!

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar.

Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”

(Madre Teresa de Calcuta)

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

(Albert Einstein)

RESUMO

As embalagens utilizadas no envase de bebidas e, principalmente, de refrigerantes desempenham uma importante função devido às suas características físico-químicas, e o uso de garrafas plásticas do tipo PET descartável está cada vez mais difundida na sociedade atual. Por essa razão, e devido a sua praticidade, enormes quantidades são utilizadas e ao mesmo tempo descartadas em locais inapropriados todos os dias, gerando inúmeros impactos ambientais. Diante disso, diversos estudos vêm sendo realizados ao longo dos anos, com o objetivo de demonstrar e buscar alternativas a este tipo de embalagem. Uma delas é a introdução e incentivo ao uso das garrafas retornáveis também denominadas RefPET e, junto a isto, a implantação de um sistema de logística reversa que seja eficaz ambientalmente, socialmente e economicamente. Com a promulgação da Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos - PNRS, fica ainda mais evidente que a logística reversa é uma ferramenta necessária a gestão de resíduos sólidos, principalmente no tocante as embalagens, pois em geral, são elas que representam o maior volume de resíduos dispostos de maneira inadequada. Este trabalho teve como objetivo indicar as motivações, vantagens e benefícios quanto ao uso das garrafas pet retornáveis em substituição ao uso das recicláveis, bem como suas perspectivas de utilização no contexto do Sistema de Logística Reversa previsto para embalagens no Brasil. Para a elaboração deste trabalho utilizou-se da análise bibliográfica, através da consulta a artigos, dissertações e teses em bases de dados, assim como legislações tanto do Brasil quanto de outros países. Por fim, concluiu-se que embora as RefPETs não estejam contempladas nem na PNRS, e muito menos no Acordo setorial para logística reversa de embalagens, elas constituem uma boa opção para a redução dos impactos ambientais, e merecem maior abertura quanto a sua utilização como opção nas embalagens de refrigerantes, assim como legislações que abordam não somente o método de reciclagem mas também o de reutilização com o uso das embalagens retornáveis.

Palavras-chave: PET. PET Retornável. Logística Reversa. Economia Circular.

ABSTRACT

The packaging available, mainly for soft drinks, play an important role due to their physico-chemical characteristics. And the use of disposable PET plastic bottles is increasingly widespread in today's society. Due to its practicality, huge amounts are used and disposed in unsuitable places every day, generating numerous environmental impacts. Therefore, several studies have been carried out over the years, aiming to demonstrate and seek alternatives to this type of packaging. One of them is the introduction and encouragement of refillable bottles, also called RefPET. As well as the implementation of a reverse logistics system that is environmental, social and economically effective. With the implementation of Law 12.305/2010 establishing the National Solid Waste Policy, it is more evident that reverse logistics is a necessary tool for the management of solid waste. Especially in regards to packaging, because generally, they represent the largest volume of waste disposed in an incorrect manner. This study aimed to show the motivations, advantages and benefits regarding the use of refillable bottles instead of the use of recyclables. In addition to that, providing different perspectives of its use, in the context of the Reverse Logistics System used for packaging in Brazil. For the elaboration of this work, we used the bibliographic analysis, through the consultation of articles, dissertations and theses on databases, as well as Brazilian and other countries legislations. Finally, it was concluded that, although RefPETs are not included either in the PNRS, nor in the sectoral agreement for reverse packaging logistics, they are a good option for reducing environmental impacts. It also deserves more opportunities of use as an option for soft drinks packaging and the change into the legislation, which addresses not only the recycling method, but also the reuse method with the use of returnable packaging.

Keywords: PET. Refillable PET. Reverse Logistics. Circular Economy.

SIGLAS E ABREVIações

ABIR - Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e Bebidas não Alcoólicas

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

DRS - Sistema de Retorno de Depósito

EC - Economia Circular

LR - Logística Reversa

PET - PoliTereftalato de Etileno

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

RefPET - Refillable PET/ PET reutilizável

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo geral	12
2.2 Objetivos específicos	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 A origem do PET	13
3.2 A evolução do PET no cenário da indústria de refrigerantes	14
3.3 Primeiras iniciativas na gestão de resíduos	16
3.3.1 Diretiva Europeia relativa as embalagens e resíduos de embalagens	16
3.3.2 Lei de Gestão de Resíduos no Japão	18
3.3.3 Lei de Conservação e Recuperação de Recursos (RCRA) dos EUA	18
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
5.1 Uma visão geral dos Pets e RefPET's	20
5.2 Estímulos ao uso das embalagens retornáveis	21
5.3 Possíveis obstáculos quanto ao uso dos Pets retornáveis	23
5.4 Embalagens retornáveis no contexto da Economia Circular	25
5.5 A visão econômica sobre o uso das embalagens retornáveis e de uso único	27
5.6 Embalagens Pet e RefPET e seus impactos ambientais	27
5.7 A Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Logística Reversa no Brasil	29
5.8 O Acordo Setorial para Logística Reversa de Embalagens	31
5.9 Perspectivas e futuras projeções da RefPet no Brasil	33
6. CONCLUSÕES	36
7. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Composição Gravimétrica da Coleta Seletiva e Perfil dos Plásticos Coletados.....	18
Figura 02. Visão geral agrupada das emissões de CO ₂ , em PET e Ref PET na Noruega.....	25
Figura 03. Taxa de reciclagem total em % dos anos de 1997, 1998 e 1999.....	26
Figura 04. Taxas de recuperação e reciclagem de embalagens em 1999 (%)......	27
Figura 05 - Modelo de Sistema de Logística Reversa.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Evolução do uso das garrafas PET no mercado brasileiro de bebidas.....	14
Tabela 02: Energia incorporada nos recipientes por 1.000 L de refrigerante	20
Tabela 03: Quantidade de CO ₂ emitida pelos recipientes por 1000 L de refrigerante.....	20
Tabela 04. Responsabilidade Compartilhada.....	29

1. INTRODUÇÃO

Entre os polímeros atualmente empregados na fabricação de embalagens plásticas, destaca-se o PET (PoliTereftalato de Etileno). Com o seu uso como opção no envase de refrigerantes, houve um grande crescimento de sua utilização nas últimas décadas, o que passou a contribuir para o aumento de impactos ambientais bastante expressivos, como descarte incorreto em áreas públicas, poluição em rios e córregos, assim como aumento de resíduos sólidos para disposição final em aterros sanitários (DE ALMEIDA, 2018).

Como resultado, todo ano, milhões de toneladas de plástico são destinados aos aterros sanitários, são queimados ou vão para o meio ambiente. Em torno de 8 milhões de toneladas vão para o oceano a cada ano e esse número cresce cada vez mais. Em 2050, se não repensarmos nosso uso, haverá mais plástico do que peixes no oceano. Segundo relatório publicado em 2016 pela Fundação Ellen Macarthur, a maioria das embalagens plásticas são utilizadas uma única vez, e em seu relatório de 2017, é apontado que sem uma reformulação e inovações fundamentais, aproximadamente 30% das embalagens de plástico nunca serão reutilizadas ou recicladas (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2020).

A logística reversa, sendo um braço da economia circular, pode ser uma grande aliada neste processo de reformulação. Quando bem estruturada, utilizada e elaborada, segundo Nardi (2013), além dos benefícios ambientais, traz também ganhos financeiros, redução de custo, imagem de empresa sustentável, benefícios sociais e redução do descarte de resíduos em aterros.

No Brasil, atualmente, com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), há a previsão de que segmentos específicos de indústrias implantem sistemas de logística reversa para seus produtos, como é o caso das indústrias de embalagens de produtos perigosos, agrotóxicos, pneus, pilhas e baterias, lâmpadas, produtos eletroeletrônicos e óleos e graxas. Ainda assim, pode-se observar que não existem legislações, normas ou regulamentações específicas para a logística reversa de embalagens plásticas do tipo RefPET - embalagens retornáveis, que após seu reingresso ao processo produtivo, podem ser envasadas novamente e recolocadas no mercado (NARDI, 2013).

Neste trabalho, visamos a busca por dados e informações do ponto de vista sustentável e econômico da logística reversa aplicada às embalagens RefPET, com o objetivo de demonstrar a viabilidade e importância do uso desse tipo de embalagem, além de apresentar iniciativas internacionais que podem servir de inspiração para serem utilizadas no Brasil.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Contextualizar o cenário atual da utilização de embalagens retornáveis de bebidas à base de PET no Brasil

2.2 Objetivos específicos

- Comparar as embalagens PET retornáveis com as PET recicláveis;
- Identificar possíveis barreiras à utilização de embalagens PET retornáveis;
- Identificar e comentar sobre as disposições sobre as embalagens de PET retornáveis no contexto do acordo setorial de embalagens previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A origem do PET

Atualmente, na indústria de bebidas, em especial a de refrigerantes, podemos observar que o principal material utilizado são as garrafas plásticas, sejam elas garrafas PET retornáveis ou não retornáveis (ABIPET, 2020).

O PET (PoliTereftalato de Etileno) é um polímero termoplástico da categoria dos poliésteres, sendo um produto imensamente resistente e 100% reciclável (FORMIGONI et al, 2013). Esse polímero pode ser encontrado tanto em sua forma translúcida quanto semi translúcida. Na primeira forma citada, o PET possui rigidez, resistência de boa qualidade, rigor e ductilidade, porém esta última se apresenta melhor quando o PET está na forma semi translúcida (KOMATSU, 2017). Outras características como: leveza, aparência nobre (transparência e brilho), ótima barreira contra gases e odores e vedação que garante a higiene e preservação do produto agradaram a indústria de bebidas. Além disso, o valor da matéria prima do PET se tornou mais atrativo frente aos materiais anteriormente utilizados, como exemplo, metais e vidros, o que reduziu custos com produção, transporte e distribuição, passando a ser utilizado em larga escala (FORMIGONI, 2014 & SILVA, 2015).

Sua origem se deu na indústria têxtil em 1941, quando, por conta da Segunda Grande Guerra, foi necessário criar alternativas às fibras têxteis usadas até aquele momento (lã e algodão). Em 1962, passou a ser utilizado na indústria de pneus, comprovando sua resistência mecânica (ABIPET, 2020).

Os Estados Unidos começaram a utilizar o PET a partir de 1976, para elaboração de embalagens para armazenamento de refrigerantes, tendo como requisitos necessários: transparência, capacidade de suportar a aplicação de força sobre o material e de reprimir os gases do produto (CRISPIM & BORGHI, 2008).

Em 1980, a Europa também passou a utilizar o PET na produção de embalagens. Já no Brasil, o PET chegou apenas em 1988, primeiramente, para ser utilizado na indústria têxtil, assim como ocorreu nos demais países e somente em 1993, ele passou a ser aplicado na produção de embalagens, principalmente nas indústrias de refrigerantes (ABIPET, 2020). Sua introdução no mercado de bebidas está diretamente ligada à exigência do consumidor, que cada vez mais buscava a praticidade, o que incentivou a indústria a investir nas embalagens em versões descartáveis (FREITAG, 2002).

3.2 A evolução do PET no cenário da indústria de refrigerantes

As embalagens feitas de vidro, na indústria de manufatura são, possivelmente, as mais antigas já fabricadas (FABI *et al*, 2005) e quando escutamos o termo “embalagem retornável”, a primeira imagem que nos vem à mente são os vasilhames de vidro, o qual durante muito tempo, foi o principal tipo de embalagem retornável utilizado na indústria de bebidas, carregando consigo, além do apelo ambiental a questão de redução de custos com sua reutilização e reaproveitamento de matéria prima (DOS SANTOS, 2017).

Historicamente, o vidro possui mais de 6.000 anos de existência, no qual sua origem, muito provavelmente, tenha ocorrido na Ásia. Porém, o vidro começou a perder espaço, a partir dos anos 90, para o metal e, principalmente, para o plástico, no que diz respeito ao uso desses materiais na indústria de bebidas (FABI *et al*, 2005). Segundo Crispim e Borghi (2008) a introdução do PET no mercado brasileiro, mais especificamente no segmento de bebidas, quase extinguiu o uso das embalagens feitas de vidro, como mostra a *Tabela 1*.

Tabela 01 - Evolução do uso das garrafas PET no mercado brasileiro de bebidas

ANO	TIPO DE EMBALAGEM (%)		
	VIDRO	PET	OUTROS
1990	87,4	2,8	9,5
1991	83,3	7,1	9,5
1992	78,2	13,5	8,2
1993	66,0	26,8	7,2
1994	52,1	40,7	7,2
1995	37,2	53	9,8
1996	26,7	63,5	9,8
1997	19,6	69,5	10,9
1998	9,9	77,0	13,1
2001	9,1	78,0	13,0
2003	10,1	80,2	9,5
2004	10,3	80,6	8,9
2005	11,4	80,4	8,2

Fonte: Elaboração própria a partir de Crispim e Borghi (2008).

Dentro da denominação “embalagem PET”, podemos encontrar dois tipos: o PET de uso único, também chamado de descartável, o qual é produzido para que seja utilizado uma única vez e encaminhado para reciclagem ou disposição final em aterros, e o RefPET, embalagem reutilizável, para o mesmo fim para o qual foi projetado, sendo concebido para retornar ao processo produtivo em um número mínimo de vezes durante seu ciclo de vida (SANTOS, 2013; DE ALMEIDA, 2018).

De acordo com Coelho *et al* (2020), não é de hoje que fazemos uso das embalagens retornáveis. Na Holanda, por exemplo, era muito comum encontrar produtos como, leite, iogurte, sucos de fruta, e até mesmo legumes sendo vendidos em embalagens de vidro reutilizáveis, porém notou-se nos últimos anos a substituição desse tipo de material por embalagens de uso único, em especial as embalagens plásticas. Outro fator, que desestimula o uso de recursos reutilizáveis, é a crescente formulação e venda de pequenas porções desses e de outros produtos, o que acaba facilitando ainda mais o uso de embalagens descartáveis.

Na Europa e na América do Norte, nota-se um crescente aumento no consumo de refrigerantes em embalagens de alumínio e garrafas PET, e um decréscimo da venda dessas bebidas em recipientes reutilizáveis, também conhecidos como recarregáveis (FERRARA & PLOURDE, 2004). Coelho *et al* (2020) destacam o fato de que na Alemanha e na Holanda as embalagens de uso único dominam as indústrias de bebidas tanto de refrigerantes quanto de água e segundo Diggle e Walker (2020), cerca de 407 milhões de toneladas de plástico virgem, considerando as embalagens de plástico utilizadas para alimentos, fizeram parte dos mercados consumidores no ano de 2015.

O Brasil, no ano de 2015, alcançou a autossuficiência na produção de PET, as duas empresas produtoras de PET no país conseguem alimentar todo o mercado interno e o que sobra é exportado. As empresas fabricantes do material correspondem a uma capacidade total de produção de 2.150 kton por ano (KOMATSU, 2017).

O principal uso do PET no Brasil ocorre na indústria de embalagens, no envase de água e de refrigerantes, além do envase de óleos comestíveis, entre outros, essas aplicações correspondem com aproximadamente 71% de toda sua utilização (MARTINS, 2019).

Mesmo neste cenário, segundo Komatsu (2017), as garrafas retornáveis possuem algumas vantagens: são mais leves do que as embalagens fabricadas de vidro, melhores para manusear e oferecem uma maior resistência, se comparadas com os PETs comuns. Outro fator a ser considerado é que com a utilização dos RefPETs é possível evitar que milhões de novas garrafas virgens sejam geradas a cada ano (MORINI *et al*, 2019).

No Brasil, o uso de embalagens retornáveis pelas indústrias de bebidas não alcoólicas carbonatadas já é possível através da autorização concedida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), agência reguladora vinculada ao Ministério da Saúde no Brasil, através do anexo IX da resolução nº105 de 1999. Portanto, para aquelas empresas que possuam interesse em utilizar esse tipo de embalagem para envasar seus produtos elas deverão seguir o que estabelece a ANVISA, quanto às condições gerais de uso e os critérios de avaliação a fim de garantir que esse processo não ofereça riscos à saúde humana.

3.3 Primeiras iniciativas na gestão de resíduos

3.3.1 Diretiva Europeia relativa as embalagens e resíduos de embalagens

Dentre as principais iniciativas de alguns países do mundo, a União Europeia se destaca desde a década de 80 na questão da gestão de resíduos, principalmente, pois já se preocupava com a questão da geração de resíduos de embalagens. A Diretiva 85/339/CEE tinha como objetivo criar regras referente as embalagens utilizadas para envase de líquidos para consumo humano desde sua produção até sua reciclagem e reabastecimento, além da criação de regras para a eliminação desses recipientes. Porém, verificou-se que as medidas não estavam gerando o resultado esperado, sem contar que alguns Estados-Membros estavam realizando medidas por conta própria, o que acabou resultando em legislações diferentes dentro dos países. Diante do cenário apresentado, a Diretiva 94/62/CE foi adaptada, com o intuito de equilibrar as medidas de gestão de embalagens e resíduos de embalagens.

A diretiva iria garantir que o mercado interno funcionasse sem que houvesse empecilhos ao comércio e que a concorrência ocorresse de forma justa, além disso, os resíduos tinham como prioridade número um a prevenção, e na sequência a reutilização e reciclagem. Todas essas e outras ações tinham como foco principal a proteção ambiental, abrangendo todos os tipos de embalagens e seus resíduos gerados, considerando tanto embalagens produzidas ou utilizadas nas indústrias até embalagens que pudessem ser utilizadas nas residências, escritórios, comércios ou qualquer outra unidade produtora.

Dentro do artigo 6º da Diretiva 94/62/CE, é possível verificar algumas metas que foram estabelecidas aos Estados-Membros para os seus resíduos gerados quanto a sua reciclagem e valorização, sendo elas entre 25 a 45% e entre 50 e 65% respectivamente, até o ano de 2001, com exceção da Grécia, Irlanda e Portugal, que tiveram suas metas adiadas para 2005, porém com a obrigatoriedade de alcançar no mínimo 25% de valorização.

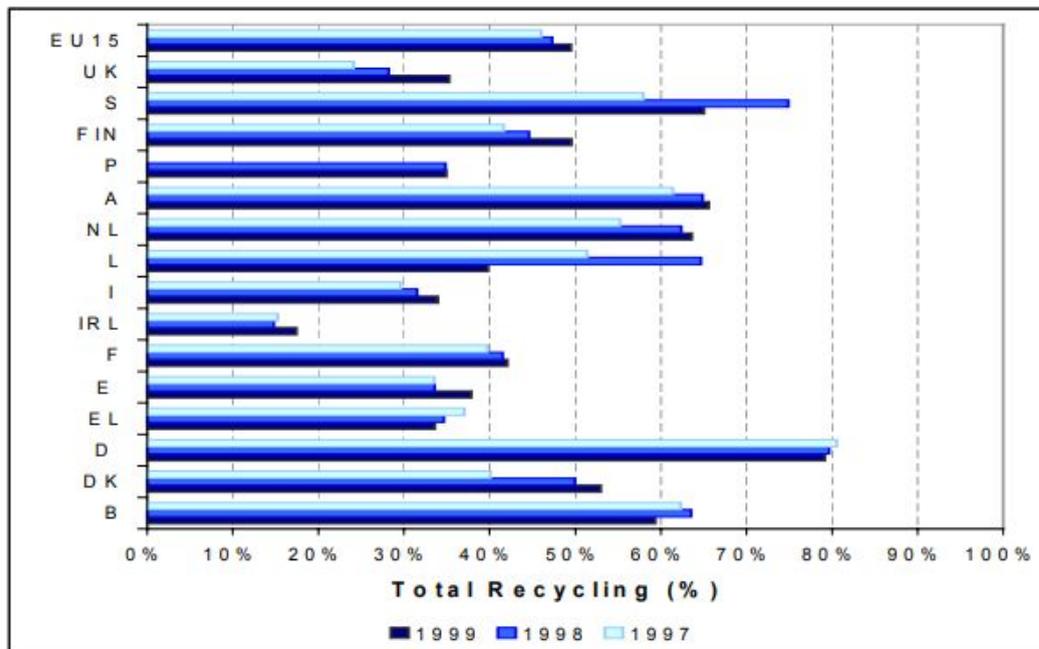


Figura 03. Taxa de reciclagem total em % dos anos de 1997, 1998 e 1999

Fonte: COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2003

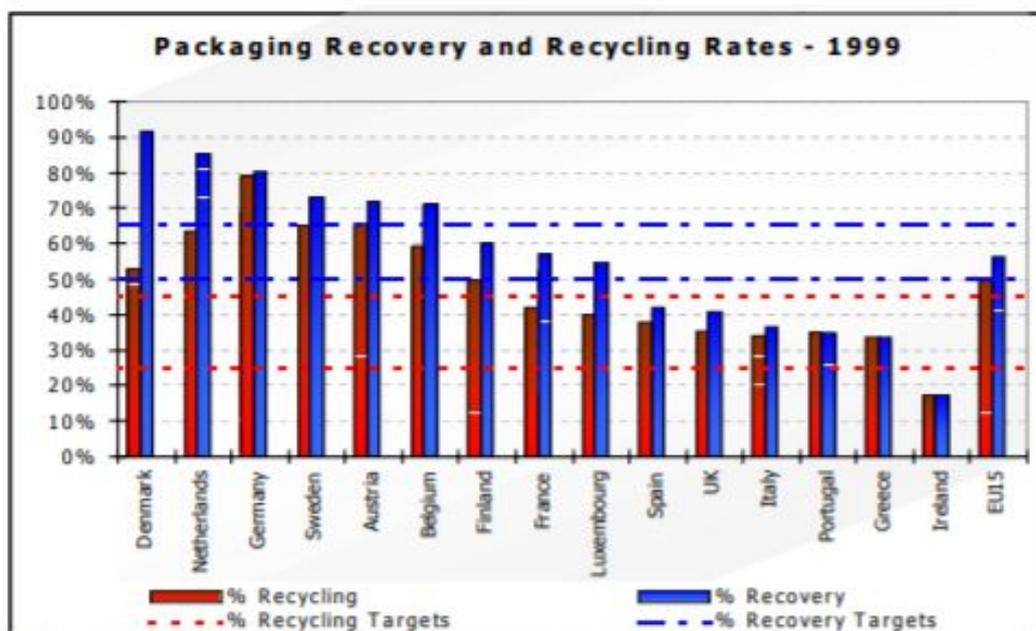


Figura 04. Taxas de recuperação e reciclagem de embalagens em 1999 (%)

Fonte: COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2003

Os bons resultados e metas alcançadas, de acordo com as *Figuras 3 e 4*, durante o período em que a diretiva de 1994 esteve em vigor, viabilizou um aumento considerável nos novos objetivos propostos aos estados membros. Desta forma, a diretiva sobre embalagens e

resíduos de embalagens sofreu alterações em 2004, 2005, 2013, 2015 e a última alteração a entrar em vigor foi a Diretiva 2018/852, a qual altera e inclui novas metas sempre incentivando e propondo como objetivos a valorização, reciclagem e recuperação, além de estimular os estados membros a uma transição para a economia circular.

3.3.2 Lei de Gestão de Resíduos no Japão

O Japão foi um dos primeiros países do mundo a pensar sobre a questão da reciclagem. Essa ação se iniciou em 1954 quando o poder público começou a publicar normas e legislações, com o intuito de orientar os municípios de como gerenciar seus resíduos sólidos (SILVA *et al*, 2018).

Em 1997, a lei de Reciclagem de Recipientes e Embalagens foi criada. A lei tem como característica ampliar a responsabilidade sobre o descarte de resíduos, que antes era exclusiva do município passa a ser também responsabilidade dos consumidores, que serão obrigados a realizar a separação correta dos resíduos, e dos operadores de reciclagem, que serão obrigados a realizar a reciclar, por fim o município terá a obrigação de coletar e destinar os resíduos separados pelos consumidores à reciclagem (MINISTRY OF THE ENVIRONMENT GOVERNMENT OF JAPAN, 200-?).

Somente em 2006, a Lei de Reciclagem de Recipientes e Embalagens foi revisada e promulgada visando a promoção dos 3R's (Reduzir, reutilizar e Reciclar), o racionamento do custo da reciclagem, além da cooperação tanto do governos nacionais e locais quanto das empresas e cidadãos (MINISTRY OF THE ENVIRONMENT GOVERNMENT OF JAPAN, 200-?).

3.3.3 Lei de Conservação e Recuperação de Recursos (RCRA) dos EUA

A lei RCRA foi sancionada em outubro de 1976 com o intuito de resolver a questão do crescente problema da geração de resíduos sólidos tanto nos municípios quanto nas indústrias. O RCRA foi criado através da emenda da Lei de Descartes de Resíduos Sólidos, elaborada em 1965, que tinha como objetivo específico dar uma melhor disposição aos resíduos sólidos (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2020).

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) visa garantir a gestão de limpeza de resíduos sólidos e perigosos, através de regulamentos, orientações e políticas e programas que visam a diminuição desses resíduos na fonte e a reutilização, através da Lei de Conservação e Recuperação de Recursos (RCRA). Porém, é possível verificar que a legislação trata dos resíduos sólidos de uma forma geral só fazendo uma segregação entre

resíduos não perigosos e resíduos perigosos. Esta distinção entre os tipos de resíduos se dá através do subtítulo D e C, respectivamente, no qual o subtítulo D regulamenta a proibição dos resíduos em céu aberto e são estabelecidos critérios federais mínimos para a operação desses resíduos (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2020).

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a elaboração deste trabalho foi utilizada a metodologia de pesquisa qualitativa, utilizando também dados quantitativos gerados por outros autores. Para o desenvolvimento do estudo, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o tema, através de análise documental, consulta a materiais já elaborados, como artigos científicos, teses, publicações em periódicos, legislações nacionais e internacionais, onde através deles nos propomos a aprofundar nosso conhecimento sobre a gestão de embalagens do tipo retornáveis e a logística reversa.

Em particular, a consulta a artigos, dissertações e teses, foi realizada nas bases de dados SciELO, ScienceDirect e repositórios institucionais de universidades (UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas), USP (Universidade de São Paulo), UFC (Universidade Federal do Ceará), UFPR (Universidade Federal do Paraná), UFSC (Universidade Federal de São Carlos), FGV (Fundação Getúlio Vargas), FURG (Universidade Federal do Rio Grande) utilizando-se as seguintes palavras-chave: “PET retornável”, “RefPET”, “Embalagens retornáveis”, “Embalagens PET”, “Logística reversa”, “Logística Reversa de embalagens” e “Economia Circular”.

Os trabalhos utilizados para a elaboração deste estudo foram essencialmente definidos através da análise de seus resumos e de forma complementar na busca pelas palavras chaves citadas acima.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Uma visão geral dos Pets e RefPET's

No que diz respeito ao uso das embalagens plásticas, apesar de terem importantes funcionalidades, já correspondiam a aproximadamente 30% de todo o resíduo doméstico gerado na década de 1990, segundo Ferrara e Plourde (2004). O *Panorama dos resíduos sólidos do Brasil 2020*, elaborado pela ABRELPE indica que tal geração é de 16,8%; embora a geração tenha reduzido, no relatório de 2019 do WWF (Fundo Mundial para a Natureza), o Brasil é citado como o quarto maior produtor de lixo plástico do mundo. Além disso, não se sabe a internalização dos impactos causados por esse tipo de embalagem no meio ambiente por parte dos fabricantes nem dos consumidores. É necessário, portanto, que se tenha políticas que estimulem o uso de embalagens ambientalmente mais adequadas, sejam elas, reutilizáveis, ou no mínimo que possam ser recicladas de forma correta. Medidas essas, mesmo que corretivas como, por exemplo, impostos sobre o lixo, cobrança pela fabricação desses produtos, impostos sobre o uso de energia e outras medidas, podem amenizar os impactos ambientais gerados por esse tipo de embalagem (FERRARA & PLOURDE, 2004).

Segundo a ABIR - Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e Bebidas não Alcoólicas, em 2017, no Brasil, foi produzido um volume de 12.837.977.000 litros, apenas de refrigerantes. Toda esta produção provavelmente resultou na geração de enormes quantidades de embalagens PET descartadas muitas vezes de forma incorreta e utilizadas uma única vez.

As embalagens como um todo são a primeira face de um produto, responsáveis por sua proteção e higienização. Porém, o PET, mesmo sendo um material 100% reciclável, não se degrada facilmente no meio ambiente e vem se tornando um dos principais materiais encontrados nos resíduos domiciliares (FORMIGONI, 2014 & DE ALMEIDA, 2018). De acordo com Nardi (2013), o Brasil ocupa o 12º lugar entre os países que mais consomem garrafas PET no mundo, principalmente no que diz respeito a sua utilização no envase de refrigerantes. De forma complementar ao exposto por Formigoni (2014) e Almeida (2018), além da questão do descarte incorreto, tem-se também a problemática do uso de recursos naturais que são utilizados para a fabricação de novas embalagens, o que nos leva a pensar sobre a introdução do conceito de produção e uso de embalagens reutilizáveis, ao invés da utilização de embalagens de uso único no processo de fabricação das bebidas não alcoólicas gaseificadas entre outras.

A partir dessa problemática, o Projeto de Lei 1442 de 2011 propõe o acréscimo do § 3º inciso VII: ‘embalagens de politereftalato de etileno (PET)’ ao art. 33 da Lei nº 12.305/2010, o qual se justifica pelo agravamento da poluição em rios e entupimentos de bueiros causados pelos PET’s. O projeto de Lei defende que a Logística Reversa seja implementada de forma imediata também para as garrafas PET.

Em pesquisa recente, o CEMPRE (Compromisso Empresarial Para Reciclagem), que coleta informações sobre a composição dos resíduos provenientes de reciclagem, aponta o plástico como o segundo material mais coletado nos sistemas municipais de coleta seletiva no Brasil, somando 17% de sua composição, e quando identificado o perfil dos plásticos podemos observar na *Figura 1* que 32 % dos plásticos recolhidos são compostos por PET (CEMPRE, 2018).

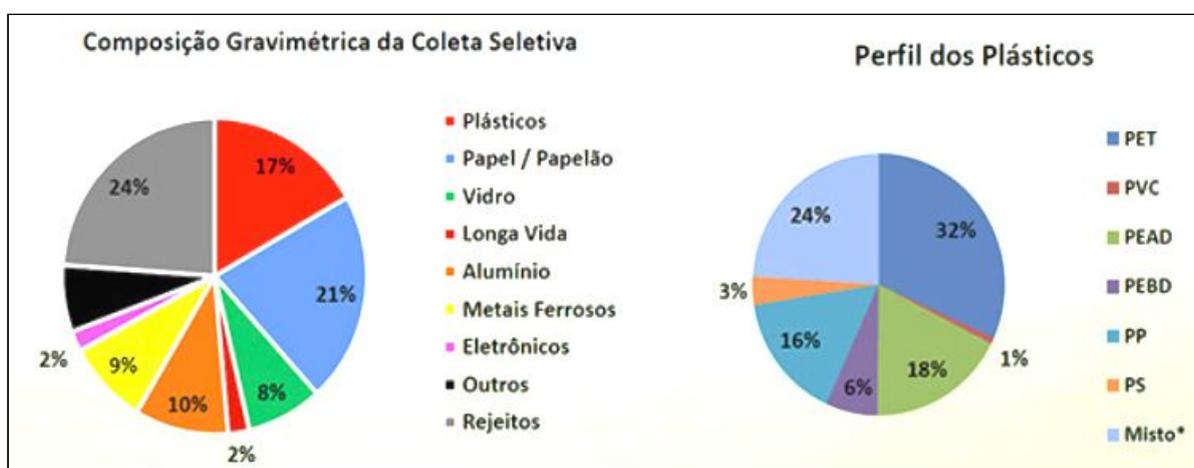


Figura 01: Composição Gravimétrica da Coleta Seletiva e Perfil dos Plásticos Coletados
Fonte: CEMPRE, 2018

Pelo exposto acima realizar a recuperação de embalagens como as garrafas PET, é visto de forma positiva economicamente, sendo mais desejável do que a disposição em aterros. Além disso, apresenta-se como alternativa de preservar os recursos naturais utilizados na produção de novas garrafas, desta forma, o uso dos PETs retornáveis é tido como uma ótima opção (DE ALMEIDA, 2018 & NARDI, 2013).

5.2 Estímulos ao uso das embalagens retornáveis

A logística reversa das embalagens retornáveis traz alguns estímulos para a empresa e também para o consumidor. Para as empresas, as motivações vão além de questões ambientais, financeiras, de imagem da marca ou culturais, um dos maiores e mais importantes incentivos é estratégico: garantir que o cliente tenha acesso ao seu produto, por um preço

menor a longo prazo, assim como a fidelização do cliente, que ao comprar seu vasilhame, tende a retornar para realizar a troca pelo mesmo produto. Em relação aos consumidores, existem dois tipos, um que é estimulado pela vantagem econômica, pois ao comprar o produto em embalagem retornável, paga menos por ele, enquanto que para o outro o que mais pesa é a questão da consciência ambiental ao consumir um produto ambientalmente correto, este consumidor também se encaixa na estratégia de fidelização, pois a imagem da empresa, auxilia no retorno deste cliente consciente a comprar seus produtos (MALVAR, 2012). O mesmo olhar é relatado por Coelho *et al* (2020), o qual também aborda a preocupação dos consumidores com os impactos causados pelo uso de embalagens de uso único ao meio ambiente.

Além desses fatores, Komatsu (2017) retrata também a questão da menor geração de resíduos já que é possível a reutilização desse tipo de embalagem, o que acaba sendo positivo, uma vez que milhares de novas garrafas deixam de ser fabricadas, diminuindo desta forma, o uso de resina virgem.

Um ponto interessante a ser abordado é em relação ao número de vezes que o RefPET pode ser reintroduzido no sistema produtivo, pois Segundo Leite (2009) apud Nardi (2013) a embalagem pode ser utilizada até 20 vezes; Komatsu (2017) afirma que é possível fazer esse uso cerca de 28 vezes, enquanto que o relatório de sustentabilidade de 2018 de uma das maiores empresas de refrigerantes do mundo afirma que as garrafas retornáveis podem ser utilizadas 25 vezes em seu sistema (Coca-Cola Indústrias Ltda, 2018).

Em um estudo de Avaliação do Ciclo de Vida realizado por Morini *et al* (2019), foi avaliada a energia incorporada (energia absorvida durante todo o ciclo de vida) e a emissão de CO₂, comparando-se às garrafas produzidas em vidro e em PET. Os autores destacam a garrafa PET retornável como potencialmente a melhor opção, já que apresentou bons resultados nos dois quesitos, como mostrado nas *Tabelas 2 e 3*. Porém, ao mesmo tempo, eles alertam que estudos mais detalhados, com maior variação de parâmetros também deverão ser estudados (MORINI *et al*, 2019).

Tabela 02: Energia incorporada nos recipientes por 1000 L de refrigerante

Material e recipiente	Energia incorporada (MJ)	Energia recuperada (MJ)	Energia total incorporada (MJ)
Garrafa de vidro de 290 mL	9690	-5103	4587
Garrafa de vidro de 600 mL	15250	-8183	7067
Garrafa de vidro de 1 L	18600	-9690	9810
Garrafa de vidro de 600 mL descartável	15950	-1578	14372
Garrafa de PET de 250 mL	8760	-3908	4852
Garrafa de PET de 600 mL	4683	-2133	2550
Garrafa de PET de 2 L	2580	-1225	1355
Garrafa de PET de 2 L (<i>bottle to bottle</i>)	2345	-995	1350
Garrafa de PET de 2 L retornável	5600	-4155	1455

Fonte: MORINI et al, 2019

Tabela 03: Quantidade de CO₂ emitida pelos recipientes por 1000 L de refrigerante.

Material e recipiente	CO ₂ emitido (kg)	CO ₂ recuperado (kg)	CO ₂ total emitido (kg)
Garrafa de vidro de 290 mL	627,4	-325,6	302
Garrafa de vidro de 600 mL	1105	-547	558
Garrafa de vidro de 1 L	1340	-645	695
Garrafa de vidro de 600 mL descartável	1127	-138	989
Garrafa de PET de 250 mL	399,6	-169,2	230,4
Garrafa de PET de 600 mL	221,7	-94,3	127,4
Garrafa de PET de 2 L	128,5	-55,5	73
Garrafa de PET de 2 L	117,5	-44,7	72,8
Garrafa de PET de 2 L retornável	286	-191	95

Fonte: MORINI et al, 2019.

5.3 Possíveis obstáculos quanto ao uso dos Pets retornáveis

Segundo Malvar (2012), a demanda de refrigerantes e bebidas, por ser sazonal, nem sempre cumpre com a logística reversa esperada, pois nem todos os dias saem e chegam das empresas embalagens retornáveis em igual número. A demanda chega a ser um fator essencial para a produção, pois quando faltam garrafas retornáveis no estoque, é também necessário diminuir a produção, evitando produtos vencidos nas lojas.

Um outro ponto importante e bastante desafiador sobre o uso das garrafas retornáveis é sobre sua reciclagem ao fim da sua vida útil, pois, para que seja possível reutilizá-las por aproximadamente 28 vezes, é necessário que seja realizado a lavagem e descontaminação dessas embalagens, e para que isso se torne mais viável, do ponto de vista do processo produtivo, é preciso que os rótulos sejam impressos diretos nas garrafas. Este fato acaba inviabilizando a reciclagem, pois a tinta utilizada na impressão é um contaminante. Outro fator que aumenta a ineficiência da reciclagem desse tipo de garrafa é a maior porcentagem do uso de resina no seu processo de fabricação, o que é necessário para torná-la mais resistente (KOMATSU, 2017).

De forma complementar, Resende e Cruz (2015) também abordam o uso de uma maior quantidade de resina na elaboração das RefPETs, no qual cada embalagem é composta por sete camadas deste material. Por outro lado, segundo o Relatório de Sustentabilidade de 2018 de uma das marcas pioneiras no ramo de refrigerantes, várias ações foram tomadas com o intuito de otimizar o uso das RefPET's e sua respectiva reciclagem, dentre elas estão a criação da chamada “garrafa universal”, a qual é mais leve devido à redução de 14% na sua gramatura sem ter qualquer prejuízo ao seu tempo de vida útil. Essa ação torna-se ainda mais positiva por também conseguir reduzir, no processo produtivo desse tipo de embalagem, a emissão de gases do efeito estufa. Outra alteração muito importante, que está ligada diretamente com a questão da reciclagem, é a substituição do rótulo impresso pelo rótulo de papel (Coca-Cola Indústrias Ltda, 2018).

O uso das garrafas reutilizáveis, no mercado de refrigerantes, necessita de várias ações por parte das empresas, dos comerciantes e dos consumidores, para que esse ciclo se torne viável. Segundo Coelho *et al* (2020), alguns aspectos como o local e a sua respectiva higienização, para recebimento e armazenagem das caixas onde as garrafas serão colocadas, são vistas como barreiras pelos donos desses estabelecimentos. Quanto aos consumidores, o fato de terem que levar consigo as garrafas vazias no momento da compra é vista por eles como um inconveniente, além de correrem o risco de não conseguirem realizar a troca/compra por indisponibilidade do produto no local de venda. No mais, esse tipo de

sistema exige um grau de padronização, além das taxas de retorno serem vistas pelas empresas como um problema (COELHO et al, 2020). Por outro lado, segundo Ferrara e Plourde (2003), esse sistema de depósito/reembolso é adotado por alguns países como o Estados Unidos e Canadá com o intuito de incentivar a devolução das embalagens por parte dos consumidores. Nos EUA, é exigido que as embalagens de bebida possuam um valor de reembolso. Esse sistema está presente em alguns estados, através de legislações desde 1972. Já no Canadá, os contêineres de refrigerantes possuem depósitos 100% reembolsáveis, ocorrendo o reembolso parcial somente na província de New Brunswick.

Nota-se que esse tipo de sistema de retorno de depósito (DRS) se mantém atual e vem crescendo em diversos países do mundo. Segundo o relatório *Global Deposit Book 2020* cerca de 290 milhões de pessoas pelo mundo já realizaram algum tipo de retorno de suas embalagens em um DRS (RELOOP PLATFORM, 2020).

5.4 Embalagens retornáveis no contexto da Economia Circular

Existe, não só no Brasil, mas no mundo todo, uma crescente pressão ambiental sobre as indústrias em geral para que se tenha uma melhor eficiência no uso dos recursos naturais com um menor impacto ambiental. Isso só será possível se existir uma separação entre as atividades econômicas, no uso dos recursos e na geração dos impactos ambientais. Porém, essa não é uma tarefa fácil, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento econômico e a utilização de materiais. Quando se tenta implementar o conceito de Economia Circular (EC) é possível chegar num equilíbrio fazendo uso de uma maior eficiência dos recursos (COELHO *et al*, 2020).

Diante de algumas definições utilizadas para caracterizar a Economia Circular, Komatsu (2017) a define como sendo “um fluxo circular (fechado) de materiais e uso de matérias-primas e energia através de múltiplas fases” levando em conta o “Princípio dos 3R’s” (redução, reuso e reciclagem). A economia circular é vista como uma alteração ao sistema de economia linear, trazendo adaptações a longo prazo e uma situação econômica e de negócios favorável, além de gerar benefícios tanto ambiental quanto social (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2020).

Segundo Martins (2019), quanto à eficiência dos recursos, o mesmo conceito dos 3 R’s pode ser utilizado, chegando à conclusão de que dentro dos parâmetros de sustentabilidade a reciclagem se apresenta como uma solução pouco efetiva, dando-se preferência para reduzir ou reutilizar, seguindo esta sequência.

O modelo circular traz com ele um capital social, natural e econômico, se baseando em três princípios básicos: 1-eliminar resíduos e poluição desde o princípio, 2-manter produtos e materiais em uso e 3-regenerar sistemas naturais. Quatro blocos estruturantes são indispensáveis para uma economia circular:

Design de Economia Circular (produtos e materiais que facilitem o reuso, aproveitamento e reciclagem);

Novos Modelos de Negócio (substituindo os existentes e trazendo melhorias);

Ciclos Reversos (retorno do produto/material ao processo produtivo); e

Condições Viabilizadoras e Condições Sistêmicas favoráveis (incentivo, apoio, colaboração, regras ambientais internacionais e financiamentos) (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2020).

O conceito de economia circular retrata a necessidade de se fechar o círculo de fabricação de um produto, sendo esse o menor possível, utilizando o melhor que o material pode oferecer a fim de exercer sua função de origem com um menor custo. Quando se faz uso de um material ou produto por um maior tempo evita-se a utilização de novas matérias-primas (COELHO *et al*, 2020). Seguindo esse pensamento, a substituição da forma linear conhecida como fazer, usar e descartar está perdendo espaço para uma abordagem que visa reduzir a utilização de embalagens e após seu uso realizar algumas ações como separar, coletar, recuperar e reciclar esses resíduos (MEHERISHI *et al*, 2019).

Pode-se notar nos dias atuais, com a crescente globalização, uma cadeia de suprimentos conectada entre diversos países do mundo, o que acaba resultando num aumento do uso de embalagens que são utilizadas em cada estágio do processo, desde a manipulação da matéria-prima até a entrega do produto final ao consumidor. Como os países não têm uma sinergia e integralização com relação ao uso dessas embalagens, isso acaba impactando negativamente no avanço da economia circular e consequentemente no desenvolvimento sustentável, pois em muitos casos o modelo de embalagem utilizada nesses processos são os de uso único, sem contar que elas representam 50% de todo o resíduo gerado no mundo (MEHERISHI *et al*, 2019).

Em vários países e diversos setores já são observados diferentes pensamentos em relação ao consumo de embalagens de uso único, além disso, fatores culturais também podem estar atrelados no momento da escolha do tipo de embalagem a ser utilizada (COELHO *et al*, 2020).

Outro ponto importante é que o meio ambiente já está com sua capacidade de se regenerar saturada, principalmente no que diz respeito aos impactos causados pelo descarte

dos resíduos sólidos e pela alta demanda de matérias primas retiradas da natureza de forma desordenada (MARTINS, 2019). Diante desse cenário, é possível aplicar o conceito de economia circular a fim de tentar minimizar os impactos causados pelo uso das embalagens plásticas.

5.5 A visão econômica sobre o uso das embalagens retornáveis e de uso único

Ao adentrarmos nos aspectos econômicos quando estamos tratando de logística reversa, seja ela de produtos PET ou dos demais produtos, podemos citar como principais benefícios os seguintes ganhos com a prática: diminuição de custos ao consumidor; redução de gastos com energia elétrica e petróleo; menor gasto com disposição e gestão de resíduos; fortalecimento de imagem e vantagem competitiva da empresa. Contudo, a logística reversa também resulta em gastos envolvidos no processo de retorno, armazenagem de materiais e a transformação do produto (NARDI, 2013).

Por outro lado, Coelho *et al* (2020) cita alguns dos principais fatores que geram influência no sistema econômico de embalagens reutilizáveis como o transporte, a logística, a limpeza, o volume total gerado e as taxas de retorno, dentre estes, a logística é o fator que mais afeta a economia. Entretanto, tanto as taxas de retorno quanto a distância de transporte (mesmo podendo ser mais caro quando distâncias mais longas são analisadas), resultam em economia de custos, quando bem estruturadas. A mesma perspectiva sobre as taxas de retorno é vista por Komatsu (2017), porém é analisado o transporte para distâncias curtas, no qual conclui-se que para ambos os fatores, do ponto de vista econômico e ambiental, as embalagens retornáveis levam vantagem.

Para a estruturação de um modelo de logística reversa, deve-se levar em consideração um sistema que seja economicamente, ambientalmente e socialmente sustentável; Segundo Nardi (2013) é importante que o sistema lide com estes três aspectos para que possa atingir um equilíbrio.

5.6 Embalagens Pet e RefPET e seus impactos ambientais

Embora a RefPET traga inúmeros benefícios, é importante salientar os impactos deste produto ao longo de sua vida no meio ambiente, assim como os impactos causados para que seu processo de logística reversa seja concretizado, bem como suas formas de descarte após o fim de sua vida útil.

Segundo Gonçalves-Dias e Teodésio, *apud* Nardi (2013), o elevado tempo de decomposição do material é preocupante, pois pode interferir em processos de compostagem.

Outro ponto de destaque é o volume considerável ocupado nos aterros quando descartado de forma incorreta, pois um grande volume desse resíduo é encontrado nos lixos domésticos, já que o descarte deste tipo de embalagem acontece de forma bastante rápida, devido a pequena vida útil dos produtos que nelas são inseridas. Em um estudo comparativo entre as embalagens descartáveis e as retornáveis, utilizando o método da Avaliação do Ciclo de Vida, verificou-se que mesmo a garrafa reciclável sendo composta com 50% de material reciclado, apresenta um desempenho pior do que as embalagens reutilizáveis, considerando boa parte das áreas em que ambas possam causar impacto. Quando é feito um comparativo entre alguns aspectos, é possível notar que as embalagens retornáveis apresentam vantagens em relação às de uso único por conta do sistema de produção e descarte desses materiais, por outro lado acabam perdendo quando se analisa o transporte (COELHO *et al*, 2020).

Tal fato pode ser demonstrado no estudo de caso apresentado a seguir, onde o principal fator analisado é a emissão de CO₂: A pesquisa realizada na Noruega em 2013 comparou o impacto ambiental gerado pela emissão de gases de efeito estufa em garrafas de água gaseificada e em garrafas de refrigerante produzidas em PET e PET retornável. Foram calculadas as emissões de CO₂ desde a produção, embalagem, manuseio, transporte e reutilização/reciclagem das embalagens (BØ *et al*, 2013).

Segundo os autores, o estudo concluiu que as embalagens PET não retornável geram até 18% (7000 toneladas) menos emissões de CO₂ do que as RefPET (39000 toneladas). Porém, embora emita maiores índices de emissão de gases de efeito estufa, a garrafa RefPET pode ser reutilizada várias vezes, o que faz com que este índice seja menor a cada reutilização (este cálculo não é realizado neste estudo).

O mesmo fato é apontado por Malvar (2013), que cita que apesar do custo de aquisição de uma embalagem retornável possa vir a ser maior que o de uma embalagem “oneway”, é preciso considerar o fato de que quanto maior o número de vezes que ela retornar ao processo produtivo, seu custo por viagem tende a reduzir, comparado a embalagens de uso único.

A *Figura 2* apresenta os resultados do estudo no mercado norueguês. As emissões de CO₂ com produção é significativamente maior nas embalagens retornáveis, porém isto é compensado com os benefícios da reciclagem. O item embalagens, se refere a embalagens utilizadas para o transporte das PET não retornáveis e das RefPET e são praticamente iguais entre os dois tipos de garrafas, sendo que a maior emissão de CO₂ ocorre no transporte das embalagens RefPET. Três razões principais são apontadas:

- em termos de peso e volume, as garrafas não retornáveis são transportadas de forma mais eficiente;
- garrafas RefPET, ao serem distribuídas requerem o transporte de caixas extras, para retorno de garrafas, que nem sempre serão proporcionais;
- garrafas não retornáveis não necessitam de transporte relacionado à troca de garrafas (BØ *et al*, 2013).

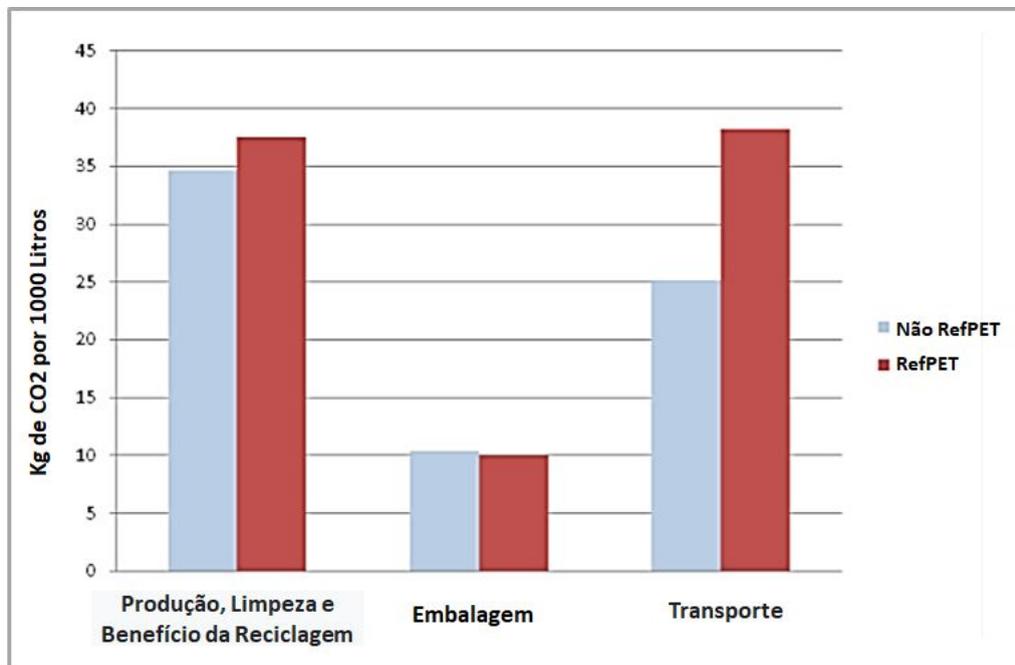


Figura 02. Visão geral agrupada das emissões de CO₂, em PET e Ref PET na Noruega
 Fonte: Adaptado de BØ *et al*, 2013

5.7 A Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Logística Reversa no Brasil

A Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), define em seu artigo 8º instrumentos como os sistemas de logística reversa, a serem utilizados para a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. O inciso XII do art. 3º 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” (BRASIL, 2010).

A PNRS considera como obrigatória a Logística Reversa (LR) de alguns resíduos, como pilhas e baterias, pneus, lâmpadas fluorescentes, produtos eletroeletrônicos, entre outros. Por outro lado, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos sugere que outros resíduos,

como as embalagens em geral, também possam ser incluídos no planejamento da logística reversa, com o intuito de reduzir o envio desses resíduos sólidos urbanos secos para aterros sanitários. Nota-se que mesmo que a PNRS obrigue a logística reversa de embalagens em geral, ela considera necessário, através do art. 31º da lei, que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, sem prejuízo de suas obrigações, com o intuito de fortalecer a responsabilidade compartilhada, tenham como responsabilidade investir no desenvolvimento, fabricação e colocação no mercado de produtos que:

- possam ser destinados, após o seu uso, à reutilização, à reciclagem ou qualquer outra forma de destinação ambientalmente adequada;
- cuja fabricação e uso gerem menor quantidade de resíduos possível.

De forma complementar, o art.32º da referida lei estabelece que as embalagens devem ser fabricadas com materiais que também propiciem a reutilização ou a reciclagem (BRASIL, 2010). Além disso, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, reforça a importância de se ter diretrizes e estratégias para que ocorra a diminuição do envio desse tipo de resíduo para aterros sanitários ou outra forma de disposição menos nobre.

O decreto 7.404/2010, que estabelece normas para que a PNRS seja executada, traz diretrizes que são aplicáveis à gestão e gerenciamento de resíduos sólidos e, desta forma, gera embasamento para a execução do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, referente ao que trata o parágrafo anterior, pois o decreto traz a ordem de prioridade em que deve ocorrer a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, sendo elas: a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

A logística reversa, diante dos fatos atuais, em que cada vez mais estamos diante da possibilidade de escassez de recursos naturais e vivenciando os impactos causados por sua extração, propõe-se um novo modelo de gestão de resíduos, onde eles possam ser recuperados e transformados em novas matérias primas (DIAS *et al*, 2020).

A logística reversa vai muito além de uma obrigação, trata-se também do conceito de responsabilidade compartilhada no ciclo de vida dos produtos, envolvendo todos os atores que participam deste ciclo, não sendo somente responsabilidade das empresas e indústrias, mas também da população e usuários dos mais diversos segmentos em colaborar com a reciclagem, reuso e/ou reaproveitamento de produtos, fechando assim a cadeia produtiva e o ciclo de vida do material, atuando como um complemento à logística tradicional. A partir destas novas abordagens, podemos observar através da *Tabela 4* as diferentes responsabilidades da sociedade em complemento com a *Figura 5* em que cada setor e/ou

pessoa tem um papel fundamental no contexto da logística reversa (DE ALMEIDA, 2018; SINIR, 2020).

Tabela 04. Responsabilidade Compartilhada

Ator	Papel	Responsabilidade
Cidadão	Consumidor	Entrega de resíduos em condições e locais previamente estabelecidos pelos sistemas de Logística Reversa
Setor Privado	Gerenciamento	Gerenciar os resíduos, Reintroduzir no processo produtivo, Apresentar inovações, Prevenir processos produtivos poluentes.
Poder Público	Fiscalização	Fiscalizar os processos, conscientizar e educar o cidadão, agindo de forma compartilhada com os demais responsáveis.

Fonte: SINIR, 2020

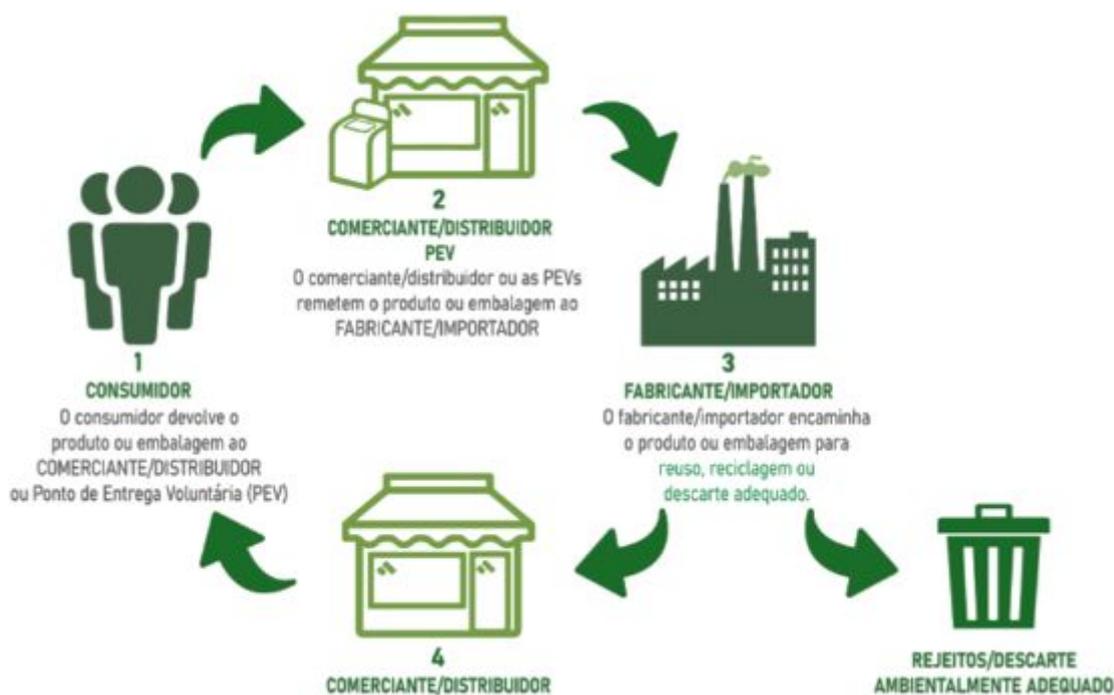


Figura 05 - Modelo de Sistema de Logística Reversa

Fonte: SINIR, 2020

5.8 O Acordo Setorial para Logística Reversa de Embalagens

De acordo com Almeida (2018) e Dias *et al* (2020) e contemplando o que define a PNRS, o acordo setorial, firmado em 25 de novembro de 2015, tem como objetivo a implantação do sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral, para garantir a destinação final ambientalmente adequada das embalagens pelos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes.

O grupo denominado Coalizão Embalagens, é composto por 14 organizações do setor de embalagens, que assinaram o acordo setorial federal para implantação do Sistema de Logística Reversa e Embalagens em Geral de Produtos não Perigosos. Essas organizações representam aproximadamente 850 empresas, dentre elas os fabricantes de produtos do setor de bebidas, tintas, alimentos e produtos para animais de estimação, empresas que fabricam matérias-primas para embalagens, as que fabricam as embalagens, os comerciantes, distribuidores e importadores dos produtos embalados (EMBALAGENS, 2020). A PNRS exemplifica uma lista de medidas que podem ser adotadas pelas organizações para cumprimento da lei, como por exemplo, “a compra de produtos e embalagens usadas, a disponibilização de postos de entrega voluntária (PEV) e a atuação em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis” (SINIR, 2015). Dentro destas medidas a serem adotadas pelas empresas participantes, não está contemplada a implantação das RefPETs no sistema. Segundo Santos (2013), é possível que futuramente esta obrigação seja estendida a outros produtos e setores, através de novos acordos setoriais, regulamentos ou termos de compromisso entre poder público e empresas.

As metas e objetivos do acordo setorial, através da execução do Sistema de Logística Reversa, visam a “(i) criação de sistema estruturante consistente nas ações de benfeitorias, melhorias de estrutura e equipamentos, observados os compromissos e cronogramas contidos no Anexo V, para que (ii) as ações conjuntas das Empresas e demais agentes da cadeia de responsabilidade compartilhada possam propiciar a redução de no mínimo 22% das Embalagens dispostas em aterro, até 2018, o que corresponde ao acréscimo da taxa de recuperação da fração seca de 20%, com base no Anexo V, representando no mínimo a média de 3815,081 ton/dia que deverá ser aferida mensalmente”. A implementação dessas medidas será realizada em duas fases diversas (SINIR, 2015).

No mais, a palavra *reutilização*, de acordo com o Dicionário Aurélio, tem o significado de: “ato ou efeito de reutilizar; procedimento em que material já anteriormente

processado, após tratamento conveniente, será utilizado para um novo produto”(AURÉLIO, 2001). Já o dicionário Michaelis apresenta o significado dessa palavra com a interpretação adicional de “nova utilização de um produto usado, após passar por tratamento adequado ou reciclagem” (MICHAELIS, 2020).

Com base nessas definições, a Coalizão Embalagens utilizou a segunda definição apresentada, do termo *reutilização*, para mencionar uma de suas principais ações, que trata do recolhimento e reciclagem das embalagens para geração de valor (EMBALAGENS, 2020). Porém, cabe lembrar que essa estratégia é definida no texto da Lei da PNRS como um processo de “aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química” (BRASIL, 2010).

No que tange às embalagens retornáveis, podemos verificar ainda, que no documento intitulado “*Estudo de viabilidade técnica e econômica para implantação da logística reversa por cadeia produtiva. Componente: produtos e embalagens pós-consumo*”, disponível na página oficial do SINIR, temos apenas duas referências feitas ao material PET:

- a primeira, na página 86, aborda a segregação de materiais em um sistema de coleta realizado em cooperativas, igualando o material PET a outros produtos recicláveis, como papel, papelão e latas, não havendo nenhuma citação direta ao RefPET;

- na segunda vez que o PET é citado no documento, na página 119, dentro do item “agregação de valor/ industrialização”, supõe-se que possa haver alguma citação ao RefPET, porém mais uma vez este material não é explicitamente mencionado neste documento (IBAM, 2012).

5.9 Perspectivas e futuras projeções da RefPet no Brasil

De acordo com o que prevê a Política Nacional de Resíduos Sólidos, observa-se que as empresas brasileiras estão cada vez mais atentas às questões ambientais e buscando alternativas para além de cumprirem com a legislação, promoverem suas imagens de empresas sustentáveis e ecologicamente corretas. Algumas iniciativas relacionadas ao uso de embalagens retornáveis, já são observadas tanto no Brasil quanto em vários outros países do mundo.

Uma alternativa ao uso de embalagens descartáveis utilizadas em escritórios, cafeterias, restaurantes e festivais são os recipientes reutilizáveis como os feitos pelas empresas Meu Copo Eco, localizada no Brasil, a CupClub do Reino Unido, Revolv na Indonésia, Globelet na Austrália e ReCup na Alemanha. Já outras empresas investem no aluguel de embalagens reutilizáveis para bares, restaurantes e cafês, como é o caso das

empresas Returnr da Áustria, Recircle da Suíça, GoBox nos Estados Unidos, e a Ozarka e Sharepack situada nos Países Baixos (COELHO *et al*, 2020).

Uma outra iniciativa bastante radical mas ao mesmo tempo simples é o Loop, criado pela startup americana TerraCycle. O conceito do serviço conseguiu atrair grandes marcas como Unilever, Danone, PepsiCo, Mondelez, Nestlé e Procter & Gamble, com o objetivo de desenvolverem embalagens reutilizáveis enquanto que a Loop cuida da parte de limpeza e distribuição. Já os clientes possuem o principal papel nesse ciclo, pois eles terão que realizar a compra do produto pretendido no site do projeto, no qual serão enviados em caixas e, após esvaziar as embalagens, os clientes farão a solicitação de retirada, que deverão ser colocadas nas mesmas caixas de envio, chegando na Loop, será feita a limpeza das embalagens e na sequência seu novo envase retornando novamente para o cliente fechando assim o chamado ciclo verde. Produtos como desodorantes e sorvetes já podem ser adquiridos através desse sistema (ABRAS, 2019).

Outras iniciativas relacionadas à logística reversa de embalagens, inclusive considerando o uso de embalagens retornáveis em seu processo produtivo são apresentadas a seguir:

- Embalagens reutilizáveis do Burguer King: A fase de testes se inicia nos Estados Unidos e Japão, em 2021, onde a empresa disponibilizará para o consumidor a alternativa do mesmo optar por caixas e copos reutilizáveis no momento da compra, um custo adicional será cobrado, porém ao devolver a embalagem, o cliente receberá o dinheiro de volta. As embalagens serão enviadas para limpeza e esterilização, e retornarão para uso. O planejamento é ampliar o projeto para outras localidades (GOODWIN, 2020)

- Projeto “0|25 Zero poluição plástica até 2025” da indústria de bebidas Ambev: prevê como uma de suas metas o estudo do uso de embalagens retornáveis em seu processo produtivo (AMBEV, 2020).

- Universalização de embalagens retornáveis: a empresa Coca-Cola Brasil universalizou em 2018 o design de suas garrafas PET retornáveis para todas as marcas do grupo, sendo uma estratégia para aumento deste tipo de embalagem e uma facilidade para o sistema de logística reversa. O modelo reutilizável substitui 200 milhões de embalagens de uso único por ano no Brasil (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2019).

Tais iniciativas voltadas à logística reversa de embalagens trazem uma perspectiva de futuro promissor, onde empresas precisarão e serão pressionadas a se adaptar tanto através de legislações como por exigência do consumidor, cada vez mais ciente dos impactos causados pelo processo produtivo e por suas próprias ações. O uso de embalagens retornáveis pelas

empresas de bebidas e refrigerantes como pudemos observar nas iniciativas citadas, já está ocorrendo e visam diminuir os impactos causados pelas embalagens de uso único. Na Europa, este conceito já era parte integrante das ações ambientais, como podemos observar na Diretiva 94/62/CE, onde tais preocupações já eram levadas em consideração na implantação de novas leis. Por outro lado, somente após 26 anos esta questão ambiental passou a fazer parte da legislação brasileira, com a criação da PNRS, porém apenas em 2015, com a elaboração do Acordo Setorial, é que algumas ações começaram efetivamente a serem realizadas.

Ainda, através dos estudos mostrados ao longo deste trabalho pudemos ver que embora existam alguns desafios, principalmente voltados ao transporte desta embalagem, há uma grande perspectiva de que a RefPET é uma boa escolha e que sua logística reversa pode e tende a trazer benefícios ambientais e ainda econômicos.

6. CONCLUSÕES

Nos últimos anos o aumento do consumo e praticidade das embalagens de uso único, como pudemos ver, vem causando inúmeros impactos ao meio ambiente. Entretanto, alternativas, estudos, legislações e iniciativas de empresas privadas, assim como exemplos internacionais podem vir a ser aplicados no país.

Percebe-se que a logística reversa de garrafas PET retornável, sendo este um dos mecanismos da Economia Circular, é viável e traz benefícios não só ao meio ambiente, mas também às empresas e indústrias e a sociedade em geral, pois além da preservação dos recursos utilizados na fabricação de uma embalagem nova, evita-se que o material seja descartado incorretamente.

Empresas do mundo inteiro estão voltando a se adaptar ao uso de embalagens retornáveis e reutilizáveis, devido a uma maior preocupação e conscientização dos impactos causados pelos resíduos gerados e pelo uso desordenado dos recursos naturais. No Brasil, esse processo ainda está dando os seus primeiros passos, embora esse hábito já fosse bastante comum nos anos 90, através do uso das garrafas retornáveis de vidro. Contudo, na PNRS e tampouco no Acordo Setorial em vigor não há disposições relativas especificamente ao uso de embalagens retornáveis por parte do setor empresarial, no que diz respeito a logística reversa das RefPETs.

Por fim, é evidente que são necessárias várias mudanças estruturais no processo de Logística Reversa, para que o uso das embalagens retornáveis se torne mais viável tanto na visão financeira quanto ambiental, principalmente no que diz respeito ao transporte. Além disso, também é necessário que sejam criados incentivos ao uso desse tipo de embalagem por parte das empresas e do governo, com foco aos consumidores que, mesmo tendo uma consciência ambiental, por vezes acabam optando por embalagens de uso único, principalmente devido a questões financeiras.

É imprescindível que além dos argumentos apresentados, como: políticas públicas, apoio, incentivo, legislações, também tenhamos uma forte e incansável campanha de conscientização, tendo como público alvo: comércios, indústrias, consumidores. É necessário que se entenda o processo e a importância do retorno de embalagens ao ciclo produtivo, e que cada um tenha plena consciência do seu papel, pois a logística reversa, trata de uma responsabilidade compartilhada e muito mais do que isso, é importante que se tenha em mente não só os próprios benefícios, mas os benefícios ambientais embutidos e que são parte integrante desse modelo de gestão. Ademais, é necessário também que as empresas, com foco

nos fabricantes de refrigerantes, juntamente com os comerciantes e poder público possam elaborar um sistema integrado, no qual o consumidor possa ter a opção de escolha no momento da compra, seja ela pela troca de um novo produto (refrigerante) ou pelo reembolso total ou parcial daquela embalagem, também tendo a opção de com o reembolso parcial adquirir o produto em questão de outra marca. Essa alternativa, aumentaria consideravelmente a porcentagem de pessoas optando por esse tipo de embalagem, o que seria benéfico tanto para o meio ambiente quanto para os consumidores.

7. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

O presente trabalho pode ser visto como uma porta de entrada para novas pesquisas; um dos pontos sugeridos é quanto ao sistema de logística utilizado pelas empresas no quesito transporte das garrafas retornáveis, o qual necessita ser melhor estruturado para que não ocorram perdas e impactos significativos, tanto financeiros quanto ambientais.

Outro ponto que pode ser objeto de futuras pesquisas são os entraves que ainda impossibilitam a maioria das empresas brasileiras, principalmente as de refrigerantes, mudarem, ou pelo menos implantarem em paralelo, um sistema de RefPet's em seu processo produtivo.

Por fim, sugere-se um estudo aprofundado para verificar a possibilidade da implantação do sistema de reembolso no Brasil, onde os consumidores teriam a livre escolha de optar pelo resgate do valor da embalagem retornável ou pela compra de um novo produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPET, Associação brasileira da indústria do PET. **Resina PET - História**. Disponível em: <<http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarInstitucional&id=46#:~:text=O%20PET%20chegou%20ao%20Brasil,presente%20nos%20mais%20diversos%20produtos.>> Acesso em 18 ago. 2020.

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. Disponível em <<https://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em 22 jan.2021

AMBEV. 0|25 Conheça o projeto. **Zero poluição plástica até 2025**. Disponível em: <<https://www.ambev.com.br/plasticos/>> Acesso em 26 dez. 2020.

AURÉLIO, Buarque de Holanda Ferreira. **mini Aurélio Século XXI Escolar/O miniDicionário da Língua Portuguesa**. 4ª edição rev. ampliada. Rio de Janeiro - RJ. Editora Nova Fronteira, 2001.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. *Lei n ° 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Presidência da República, Departamento da Casa Civil. Brasília, 2010.

BØ, Eirill; HAMMERVOLL, Trond; TVEDT, Kjetil. Environmental impact of refillable vs. non-refillable plastic beverage bottles in Norway. **International journal of environment and sustainable development**, v. 12, n. 4, p. 379-395, 2013.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Ciclosoft 2018**. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclosoft/id/9>>. Acesso em: 18 ago. 2020.

COCA-COLA INDÚSTRIAS LTDA. **Relatório de Sustentabilidade 2018**. Disponível em: <https://www.cocacolabrasil.com.br/content/dam/journey/br/pt/private/pdfs/relatorio-de-sustentabilidade-coca-cola-brasil-2018-baixa.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2020.

COELHO, Patrícia Megale et al. Sustainability of reusable packaging–Current situation and trends. **Resources, Conservation & Recycling: X**, Volume 6, 2020, 100037.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **Report from the commission to the council and the European Parliament on the implementation of community waste legislation Directive 75/442/EEC on waste, Directive 91/689/EEC on hazardous waste, Directive 75/439/EEC on waste oils, Directive 86/278/EEC on sewage sludge and Directive 94/62/EC on packaging and packaging waste for the period 1998-2000.** Bruxelas, 2003.

CRISPIM, Sérgio Feliciano; BORGHI Aparecido Roberley. Mudanças estruturais na indústria brasileira de refrigerantes como reflexo do processo de substituição das embalagens de vidro pelo PET na década de 90. **XXXII Encontro da ANPAD** - Rio de Janeiro/RJ - 6 a 10 de setembro de 2008 - p. 3-16.

DE ALMEIDA, Andrea Cristina Resende et al. Responsabilidade ambiental na Coca-Cola através da logística reversa: iniciativa ou obrigação?. **Revista Tecnologia & Cultura** - Rio de Janeiro - N. 31, Ano 21, jan./jun. 2018 - p. 45-54.

DELGADO, G. M. **Objetos No Cotidiano E Sustentabilidade: Proposta De Design Sistêmico Para Escovas Dentais.** 2016. 152 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Design) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

DIAS, Hilka Jacqueline Rodrigues et al. Logística reversa de embalagens: um estudo de viabilidade econômica em uma cervejaria/Reverse packaging logistics: an economic feasibility study in a brewery. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 18905-18922, 2020.

DIGGLE, Avalon; WALKER, Tony R. Implementation of harmonized Extended Producer Responsibility strategies to incentivize recovery of single-use plastic packaging waste in Canada. **Waste Management**, v. 110, p. 20-23, 2020.

DOS SANTOS, Bianca Trevizan; **Gestão de embalagens Retornáveis. Engenharia Agroindustrial Agroquímica.** 2017. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (em Engenharia Agroindustrial Agroquímica) - Escola de Química e Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Santo Antônio da Patrulha, 2017.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2019. **Reuse Rethinking Packaging**. Disponível em: <<https://www.newplasticseconomy.org/assets/doc/Reuse.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2020

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2020. **Plastics and the circular economy**. Disponível em <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/explore/plastics-and-the-circular-economy>>. Acesso em: 21 dez. 2020.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2020. **Economia Circular**. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular/conceito>>. Acesso em: 25 jan.2020.

EMBALAGENS, Coalizão. Acordo Setorial. Disponível em: <<https://www.coalizaoembalagens.com.br/acordosetorial>> Acesso em: 29 dez. 2020.

FABI, Andréa Rodrigues et al. Reciclagem: Uso da avaliação do ciclo de vida (ACV) em embalagens de plástico e de vidro na indústria de bebidas no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais - número 1**, p. 48, agosto. 2005.

FERRARA, Ida; PLOURDE, Charles. Refillable versus non-refillable containers: the impact of regulatory measures on packaging mix and quality choices. **Resources Policy**. Volume 29, p. 1-13. março. 2003.

FORMIGONI, Alexandre; SANTOS, Susan da Costa; MEDEIROS, Beatriz Torres. Logística reversa e sustentabilidade para a melhoria da cadeia: uma abordagem no panorama da reciclagem pet no Brasil / Reverse logistics and sustainability for improving the chain: an overview of the approach in pet recycling in Brazil.. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade (ISSN 2318-3233)**, [S.l.], v. 4, n. 3, p. 108-125, dez. 2014.

FREITAG, Alberto Eduardo Besser. **Integração vertical versus horizontal: oportunidades nas cadeias de suprimentos de garrafas PET das indústrias de refrigerantes e águas minerais do Estado do Rio de Janeiro**. 2002. 206 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Empresarial) - FGV - Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2002.

FURLAN, Bruna. **Projeto de Lei 1442, de 2011**. Acresce § 3º ao art. 33 da Lei nº 12.305, de agosto de 2010. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=503870>>. Acesso em 20 out. 2020.

GOODWIN, J. **Burger King começará a testar embalagens reutilizáveis em seus restaurantes**. Disponível em <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/2020/10/22/burger-king-comecara-testes-de-embalagens-reutilizaveis-em-seus-restaurantes>> Acesso em 26 dez. 2020

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Estudo de viabilidade técnica e econômica para implantação da logística reversa por cadeia produtiva. Componente: produtos e embalagens pós-consumo**. Brasília. Março, 2012.

KOMATSU, Kamila Yoko Carvalho. **A estruturação dos modelos de negócio circulares na cadeia produtiva das embalagens**. 2017. 133 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

MALVAR, Gabriela Machado. **Logística reversa de embalagens retornáveis em uma empresa de refrigerantes do DF**. 2013. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade - Departamento de Administração - Universidade de Brasília. Brasília, 2013.

MARTINS, Heline Laura de Sousa. **Avaliação do desempenho ambiental na abordagem de ciclo de vida do resíduo plástico à luz da economia circular**. 2019. 214 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2019.

MEHERISHI, Lavanya; NARAYANA, Sushmita A.; RANJANI, K. S. Sustainable packaging for supply chain management in the circular economy: A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 237, p. 117582, 2019.

MICHAELIS. **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/reutiliza%C3%A7%C3%A3o/>>. Acesso em: 29 dez. 2020.

MINISTRY OF THE ENVIRONMENT GOVERNMENT OF JAPAN. **Environmental regeneration / resource recycling**. Disponível em: <http://www.env.go.jp/recycle/yoki/a_1_recycle/index.html>. Acesso em: 23 jan.2021.

MORINI, Antonio Augusto; HOTZA, Dachamir; RIBEIRO, Manuel Joaquim Peixoto Marques. Avaliação da energia incorporada e da emissão de CO₂ em recipientes para refrigerantes: PET versus vidro. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 5, p. 1027-1036, 2019.

NARDI, Paula Carolina Ciampaglia. **Logística reversa: proposta de um modelo para acompanhamento da sustentabilidade de um processo produtivo de Ref PET**. 2013. 237 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2013.

RELOOP Platform. **Global Deposit Book 2020**. Disponível em: <<https://www.reloopplatform.org/wp-content/uploads/2020/12/GDB-2020-Overview.pdf>> . Acesso em: 25 jan.2020.

SANTOS, Élen Dânia Silva dos et al. **Análise da implantação da logística reversa de embalagens no Brasil**. 2013. 138 f. Dissertação (Mestrado na Modalidade Profissional em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca - Fundação Oswaldo Cruz. Brasília, 2013.

SILVA, Rafael Rodrigues; RODRIGUES, Flávia Tatiane Ribeiro de Lima. Análise do ciclo de vida e da logística reversa como ferramentas de gestão sustentável: o caso das embalagens PET. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 7, n. 13, p. 44-58, 2015.

SILVA, Tamires Raquel et al. Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos no Japão: História e Atualidade. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 72-78, 2018.

SINIR – Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos. **Acordo Setorial Para Implantação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral**. Brasília, 2015.

SINIR, Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos. **Logística Reversa**. Disponível em: < <https://sinir.gov.br/logistica-reversa>>. Acesso em: 29 set. 2020.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA, 2020. History of the Resource Conservation and Recovery Act (RCRA). Disponível em: <<https://www.epa.gov/rcra/history-resource-conservation-and-recovery-act-rcra>>. Acesso em: 22 jan.2021.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA, 2020. Resource Conservation and Recovery Act (RCRA) Overview. Disponível em: <<https://www.epa.gov/rcra/resource-conservation-and-recovery-act-rcra-overview#subitleD>>. Acesso em: 22 jan.2021.

VALT, Renata Bachmann Guimarães. **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. 208f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

WIT, W. D. *et al.* Solucionar A Poluição Plástica: Transparência E Responsabilização. **Suíssa: WWF–Fundo Mundial para a Natureza**, 2019.