

## ANÁLISE DE RESÍDUOS SÓLIDOS CLASSIFICADOS COMO REJEITOS EM QUATRO UNIDADES DE TRIAGEM NO RS: EMBALAGENS POLIMÉRICAS

### ANALYSIS OF SOLID WASTE CLASSIFIED AS WASTE IN FOUR SCREENING UNITS IN RS: POLYMERIC PACKAGING

---

Joice Pinho Maciel<sup>a</sup>, Andriele Brizzola Bueno<sup>a</sup>, Carlos Albertos Mendes Moraes<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidade do vale do rio dos Sinos - Unisinos

joicemaciel14@gmail.com, buenoandriele@gmail.com, cmoraes@unisinos.br

Submissão: 27 de janeiro de 2023

Aceitação: 22 de setembro de 2023

---

#### Resumo

Os produtos e as embalagens poliméricas estão no centro da discussão sobre o que é denominado “poluição plástica” em razão das evidências dos impactos ambientais causados nos ecossistemas. Não obstante, as unidades de triagem de resíduos recicláveis (UTRR) nas cidades têm recebido cada vez mais embalagens poliméricas de difícil reciclabilidade dificultando a sua comercialização e encaminhamento desses materiais para reciclagem. O referido estudo buscou identificar quais são os tipos de resíduos sólidos urbanos (produtos e suas embalagens poliméricas), que estão resultando em rejeito em três unidades de triagem de resíduos recicláveis (UTRR) e em uma Central de Transbordo e Triagem (CTT) localizadas em 3 municípios do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Novo Hamburgo e Santiago, bem como conhecer o tipo do produto dessas embalagens, o tipo do material e a classificação dessas resinas. Os principais resultados apontaram que a grande maioria das embalagens que estão resultando em rejeitos nessas unidades são de origem de produtos alimentares, com 84 % (341 embalagens de um total de 405). Quanto aos tipos de materiais, destaca-se o tipo sem identificação (SI) representando 42 % da amostragem (169 embalagens de 405), seguido do Polipropileno (PP) com 24 % (99 embalagens de 405) e Outros (O) com 22 % (90 embalagens de 405). Tais resultados também à tona que muitas embalagens poliméricas não estão seguindo a identificação e simbologia conforme a NBR 13.230, e portanto, não estão sendo classificadas, dificultando o seu encaminhamento para a reciclagem.

**Palavras-chave:** Resinas poliméricas; Reciclabilidade; Reciclagem; Poluição.

#### Abstract

Polymeric products and packaging are at the center of the discussion about what is called “plastic pollution” due to the evidence of the environmental impacts caused in ecosystems. However, recyclable waste sorting units (UTRR) in cities have increasingly received polymeric packaging that is difficult to recycle, making it difficult to sell and send these materials for recycling. This study sought to identify which types of urban solid waste (products and their polymeric packaging) are resulting in waste in three recyclable waste sorting units (UTRR) and in a Transshipment and Screening Center (CTT) located in 3 municipalities in Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Novo Hamburgo and Santiago, as well as knowing the type of product in these packages, the type of material and the classification of these resins. The main results showed that the vast majority of packages that are resulting in waste in these units are from food products, with 84 % (341 packages out of a total of 405). As for the types of materials, the type without identification (SI) stands out, representing 42 % of the sample (169 packages of 405), followed by Polypropylene (PP) with 24 % (99 packages of 405) and Others (O) with 22 % (90 packs of 405). Such results show that many polymeric packages are not following the identification and symbology according to NBR 13,230, and therefore, are not being classified, making it difficult to send them for recycling.

**Keywords:** Polymer resins; Recyclability; Recycling; Pollution.

## 1 INTRODUÇÃO

A sociedade mundial está muito dependente e sobrecarregada de produtos e resíduos plásticos em todos os setores produtivos, descartados nas ruas, nas praias, nos aterros sanitários e lixões, nos rios e nos oceanos. O fato é evidente, mas as causas e as responsabilidades não são muitas vezes avaliadas e identificadas (GRIMBERG, 2021). A produção e o consumo de embalagens poliméricas vêm aumentando significativamente. As embalagens poliméricas são usadas por diversos motivos, seja para proteger o produto, comunicar e ser uma via de *marketing* visual ao consumidor (KLIMCHUK; KRASOVEC, 2013). Estima-se que de 39,6 % do total de polímeros produzidos possuem um ciclo curto de vida (até 1 ano), ou seja, são adquiridos usados e descartados em um curto período de tempo, e 21,6 % deste total são compostos por embalagens de alimentos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO, 2021).

O grande volume de embalagens colocadas no mercado, o seu consumo e o rápido descarte dessas embalagens, representam uma problemática à sociedade e ao meio ambiente, devido à dificuldade de reciclagem destas embalagens no final do seu ciclo de vida, que mesmo após serem encaminhadas à coleta seletiva, acabam resultando em rejeitos e direcionadas para disposição final em aterros sanitários.

Até o ano de 2015 foram gerados 6300 milhões de toneladas (t) de resíduos poliméricos, sendo que deste total 9 % foram reciclados, 12% incinerados e 79 % dispostos em aterros as

nitários (GEYER; JAMBECK; LAW, 2017), enfatizando-se que as embalagens poliméricas não estão sendo encaminhadas para a reciclagem, ou estão sendo recicladas efetivamente no final do seu ciclo de vida. Segundo levantamento realizado pela instituição *Break Free From Plastic* (BFFP), nos últimos 5 anos, no mundo, os sistemas de reciclagem não acompanharam o volume de resíduos gerados. Mais de 90 % de todo polímero produzido acabou incinerado, em aterros sanitários, exportados para outros países, ou descartados no meio ambiente em ruas, cursos d'água e oceanos (BFFP, 2022).

Grande parte das embalagens poliméricas (plásticos), quando separadas pela população, podem ser encaminhadas para a coleta seletiva, porém, uma realidade pouco discutida refere-se aos resíduos classificados como rejeitos em Unidades de Triagem de Resíduos Recicláveis (UTRR), e que não possuem mercado para a sua comercialização. Esses rejeitos são encaminhados para aterros sanitários, causando impactos negativos ao meio ambiente (MACIEL, *et al.*, 2021).

É notório o desconhecimento por parte dos consumidores sobre tal problemática, uma vez que, quem consome, acredita que os resíduos gerados sejam reciclados no final do seu ciclo de vida, o que não é verdade. As soluções no âmbito de minimizar os impactos à sociedade e ao meio ambiente em decorrência da “poluição plástica”, passam pela tramitação e implementação de leis para o desenvolvimento de sistemas para redução, reutilização e reciclagem, além de trazer informações sobre o impacto de aditivos químicos tóxicos decorrentes da degradação de polímeros, contra a divulgação de produtos como sendo recicláveis quando não são, e leis que atribuam a responsabilidade pela coleta, tratamento, reciclagem e destinação dos resíduos pelas empresas produtoras (BFFP, 2022).

Quanto aos municípios das UTRR e CTT, objeto deste estudo, pode se dizer que as três cidades, Porto Alegre, Novo Hamburgo e Santiago possuem iniciativas de Coleta Seletiva. Ainda sobre os municípios, Porto Alegre possui uma população estimada de 1.492.530 habitantes, uma média de 2.837,53 hab./km e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,805 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010). A capital foi uma das pioneiras em programas de coleta seletiva no país. Atualmente possui 18 UTRR na capital, que recebem cargas de resíduos recicláveis para triar e encaminhar para comercialização. O município vem passando por vários desafios, entre eles, o de manter as UTRR em funcionamento, uma vez que a maioria possui sérios problemas de infraestrutura e não possuem licenciamento ambiental para operação.

Novo Hamburgo faz parte da região metropolitana de Porto Alegre, possui uma população estimada de 247.303 habitantes, uma

média de 1.067,55 hab./km e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,447 (IBGE, 2010). O município possui 3 UTRR na cidade e conta com um contrato de prestação de serviços para coleta, triagem e comercialização de resíduos recicláveis. Cabe ressaltar que o município possui uma Central de Transbordo e Triagem e um histórico de inclusão de catadores informações por meio do programa CATAVIDA, que tem como objetivo a inclusão social dos trabalhadores e trabalhadoras através da geração de renda.

Santiago possui uma população estimada de 49.298 habitantes, uma média de 20,33 hab./km e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,766 (IBGE, 2010). O município possui um histórico de projetos voltados para uma educação de qualidade e vem ao longo desses anos contribuindo para formar cidadãos conscientes do seu papel na sociedade. Desde 2011, o município compõe a Associação Internacional de Cidades Educadoras (AICE), assumindo seus princípios. Para isso, estabeleceu oito metas municipais, sendo: 1- Educação Ambiental, 2- Educação Fiscal, 3- Mobilidade e Planejamento Urbano, 4- Educação Patrimonial, 5- Município Saudável, 6- Participação Comunitária, 7- Promoção Humana e 8- Santiago Empreendedora, que ao decorrer desses anos tem sido trabalhada em sintonia e parceria com a sociedade civil. Já a Central de Transbordo e Triagem (CTT) de Santiago é o local onde são destinados os resíduos domésticos da cidade antes de serem encaminhados ao aterro sanitário, que fica localizado em Santa Maria/RS. Os resíduos ao serem recebidos no local, passam por uma triagem para a retirada de potenciais resíduos recicláveis. Para tanto, o referido estudo buscou identificar quais são os tipos de resíduos sólidos urbanos (produtos e suas embalagens), que estão resultando em rejeito nas UTRR e em uma CTT, bem como conhecer o tipo do produto dessas embalagens, o tipo do material e a classificação dessas resinas poliméricas.

## **A RECICLABILIDADE DOS PLÁSTICOS (POLÍMEROS)**

Plástico é um termo geral que se refere a uma ampla gama de materiais sólidos orgânicos sintéticos ou semissintéticos, que possuem alto peso molecular, geralmente são sintéticos derivados de

produtos petroquímicos, em sua constituição comumente estão presentes aditivos como plastificantes, estabilizantes, lubrificantes, absorventes de luz Ultravioleta (UV), entre outros (SINGH; SHARMA, 2016).

Polímeros são orgânicos de alta massa molecular, podendo ser sintetizados a partir do petróleo ou do gás natural, ou mesmo de derivados de compostos naturais obtidos de fontes renováveis. Os polímeros que podem ser moldados de diversas formas e repetidamente, geralmente pelo auxílio de calor e pressão, são conhecidos como termoplásticos. São macromoléculas com estrutura formada pela repetição de unidades básicas ligadas umas às outras, denominadas monômeros (SARANTOPOULOS; TEIXEIRA, 2017).

Os materiais conhecidos como termoplásticos caracterizam-se como produtos de reações de polimerização completas com cadeias lineares ou ramificadas. As propriedades físicas dos termoplásticos são afetadas quando submetidas ao calor e resfriamento em indefinidos ciclos, nos quais, podem ser fundidos ou reprocessados diversas vezes e são solubilizados por diversos solventes (FIORE; BARROS, 2015).

Uma etapa fundamental para o potencial de reciclabilidade de um polímero, é a existência de simbologia de identificação de resina, presente no corpo da embalagem, permitindo identificar o material componente, propriedades físicas e químicas que o compõem. No Brasil, a norma que estabelece tais especificações é a Norma Brasileira (NBR) 13.230/2008 - Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis - identificação e simbologia, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008), que padroniza os símbolos que identificam os tipos de resinas poliméricas, sendo estes apresentados na Figura 1.

Entre os principais tipos de plásticos consumidos globalmente, podem ser citados em ordem de aplicação Polietileno Tereftalato (PET), Polipropileno (PE), Polietileno de baixa densidade (LDPE), Polietileno de Alta Densidade (HDPE), poliestireno (PS), poliestireno expandido (EPS), cloreto de polivinila (PVC), policarbonato, Polipropileno (PP) (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP ou PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE - PNUMA, 2018). Já entre a

tipologia de polímeros aplicados no Brasil, temos a seguinte distribuição: 20,1 % (PP), 14,9 % (PVC), 12,5 % (PEAD), 12,3 % (PEBDL), 11,5 % plásticos reciclados, 8,5 % (PET), 7,5 % (PS), 2,4 % (EPS) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO, 2021). Nota-se que as resinas poliméricas mais utilizadas são as do tipo polipropileno (PP), cuja identificação é o número 5. Isso se dá pela ampla aplicação dessa resina em produtos dos segmentos de construção civil, alimentos e materiais de higiene. O Polipropileno

(PP) possui uma variação de resina chamada Polipropileno Biorientado, em inglês chamado de *biaxially oriented polypropylene*, cuja sigla é BOPP. Esse material apresenta algumas vantagens devido às suas propriedades como rigidez, barreira de gases, resistência a várias temperaturas, brilho, transparência e por ser flexível. Esse material tem sido muito utilizado nas mais diversas aplicações industriais do segmento alimentício, na produção de fitas adesivas, rótulos e no segmento de higiene e limpeza (KARASKI *et al.*, 2016), Figura 2.

**Figura 1 - Identificação de resinas poliméricas**



- 1 - PET - Polietileno tereftalato
- 2 - PEAD - Polietileno de alta densidade
- 3 - PVC - Policloreto de vinila
- 4 - PEBD - Polietileno de baixa densidade
- 5 - PP - Polipropileno
- 6 - PS - Poliestireno
- 7 - OUTROS

Fonte: NBR 13.230 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008).

**Figura 2 - Embalagens poliméricas de Polipropileno Biorientado (BOPP)**



Fonte: Autores, 2022.

Além de todas as características mencionadas, o filme de BOPP se divide em quatro tipos: transparente, mate, opaco e metalizado. E apresenta o mesmo princípio de fabricação, exceto no caso do filme BOPP metalizado, em que há uma etapa de evaporação de alumínio para formar a camada metalizada (STALTER, 2017). Esse processo consiste na deposição de uma fina camada de alumínio sobre a superfície tratada de um filme de BOPP em uma câmara a vácuo (MORTARA, 2009). Outra resina polimérica de difícil reciclabilidade é a composta por mais de um tipo de resina polimérica em um único produto, tais resinas são classificadas conforme a NBR 13.230 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008) como OUTROS de número 7 e são conhecidas como de difícil reciclabilidade em decorrência da mistura de resinas poliméricas com diferentes propriedades.

Dentro da classificação OUTROS, podem ser citados os materiais identificados como BOPP nas variações PP biorientado, PP biorientado impresso, PP biorientado metalizado, além de outros produtos com misturas de resinas poliméricas como: PET/PE (*stand up pouch*) comumente encontrado em embalagens de refis e sachês; (XPS) Poliestireno Extrudado, a exemplo de embalagens de isopor utilizadas para armazenamento de alimentos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO, 2019). Tais embalagens de BOPP e com a classificação 7 (OUTROS), por não terem um mercado de reciclagem consolidado, e por possuírem característica de materiais de difícil reciclabilidade (Figura 3) acabam resultando em rejeito nas UTRR, e encaminhadas para disposição final em aterros sanitários (MACIEL, 2018).

**Figura 3 - Exemplos de resinas poliméricas de difícil reciclabilidade**



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO, 2019.

Portanto, os resíduos classificados como rejeitos são a parcela das embalagens e de outros materiais que não puderam ser reciclados ao fim de seu ciclo de vida, seja por falta de mercado, seja por falta de tecnologia, e que vão parar nos aterros sanitários e lixões, quando não diretamente no meio ambiente (GRIMBERG, 2021). Para a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, rejeitos são considerados resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (PNRS, 2010). Nesse contexto, o que se tem presenciado nas UTRR são uma grande quantidade de embalagens poliméricas que deveriam ser encaminhadas para reciclagem, mas que resultam em rejeitos e têm como

encaminhamento a destinação final aos aterros sanitários.

Por outro lado, para que a reciclagem mecânica nas UTRR seja possível, as resinas poliméricas devem estar identificadas por tipologia. Atualmente, a reciclagem mais utilizada no mundo todo é a mecânica, modelo preconizado como prioritário pela Política Nacional de Resíduos Sólidos PNRS (BRASIL, 2010). Além de ser um modelo adequado aos resíduos poliméricos, eles são transformados em uma nova resina, voltando para a cadeia produtiva (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO, 2019). A Reciclagem mecânica é um processo de materiais plásticos realizado por meios físicos, como corte, trituração e lavagem. O polímero é separado dos possíveis contaminantes e pode ser reprocessado em *pellets*. O tamanho do resíduo é reduzido, depois da separação, limpeza e secagem, para então ser

diretamente reprocessado como produto ou como *pellets* que podem ser utilizados para produzir outros bens. Alguns problemas identificados nesse processo são a heterogeneidade dos resíduos e a deterioração das propriedades do material em cada ciclo de reciclagem. Isto ocorre, porque o peso molecular da resina reciclada é reduzido, devido à quebra de ligações entre cadeias, com a presença de água e traços de impurezas ácidas. Um método utilizado para manter o peso molecular médio do polímero é a secagem intensa e reprocessamento a vácuo. As etapas envolvidas na reciclagem mecânica são: recolhimento e separação, trituração, lavagem e secagem, aglomeração, peletização e manufatura do produto final (FRANCIS, 2016).

Para que a indústria da reciclagem de embalagens poliméricas possa transformar resíduos pós-industrial e pós-consumo novamente em resinas é necessário garantir uma série de etapas que envolvem a cadeia de reciclagem, incluindo que os materiais potencialmente recicláveis cheguem até ela, além da necessidade de produtos, embalagens e rótulos com maior potencial de reciclabilidade, que possam ser aplicados em soluções de valor de mercado, além de possuir tecnologia para tornar esse processo efetivo.

## **DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS PLÁSTICOS NÃO RECICLADOS**

A poluição por plásticos tem sido atribuída a falhas no sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos nas cidades. Essa lacuna vem transferindo a responsabilidade para o consumidor final que, primeiro, tem falhado em separar seus resíduos da forma adequada e, segundo, pela gestão pública que não possui programas de coleta seletiva e ou não investem em infraestrutura de reciclagem local como solução. A produção nacional de plásticos atingiu um total de 6,67 milhões de toneladas de produção, em que 87 % são embalagens e 13 % são produtos descartáveis. Em torno de 10,1 milhões de toneladas de resíduos plásticos foram coletados em 2018, sendo 325 mil toneladas a contribuição do Brasil para a poluição marinha por plásticos, além de 70 % do resíduo encontrado em limpezas de praias no Brasil ser classificado como plástico (IWANICKI, 2020).

Esse cenário aponta que os resíduos estão escapando no ambiente. Essa problemática inicia na

separação inadequada dos resíduos nas residências em três frações (recicláveis, orgânicos e rejeitos), seguindo pela disposição inadequada desses resíduos nas calçadas para a coleta municipal, onde, por vezes, são arrastados pelo vento, chuva e chegam nos ambientes naturais de arroios, rios e até no oceano. Esse descaso tem provocado sérios impactos ao meio ambiente, além de prejudicar a saúde pública de muitas pessoas que vivem em áreas mais vulneráveis.

Conforme a PNRS (BRASIL, 2010), a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos passa por atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos. Arranjo esse, que não tem se presenciado de maneira prática nas cidades, onde a gestão pública tem assumido o ônus de realizar, além do gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares como orgânicos e rejeitos (resíduos de banheiros), os resíduos de embalagens em geral gerados pelas indústrias.

Nesse sentido, políticas devem ser desenvolvidas em conjunto com a sociedade, produtores e entidades governamentais, trazendo para a pauta o problema central dos plásticos de uso único, independentemente de seu material constituinte. Tais políticas necessitam ser adaptadas às condições e necessidade de uso e gerações locais, tendo em vista a necessidade de respostas políticas abrangentes, em vez de ações isoladas (UNEP, 2021). Entre as ações necessárias, é imprescindível que os responsáveis pela poluição reduzam a geração de plástico produzido de forma significativa e, mais importante, seja capaz de reinventar suas embalagens para serem reutilizáveis ou livres de plástico ou redesenhar a entrega de seus produtos (BFFP, 2022).

No Brasil, foi encaminhado o Projeto de Lei nº 2524/2022, que estabelece regras relativas à economia circular do plástico, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, para dar coercitividade à nova Lei, tipificando condutas relativas ao seu descumprimento, e altera a Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, para incluir as atividades das

cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis. Este Projeto de Lei em seu Artigo 3º, traz como objetivos:

I - evitar a geração de resíduos plásticos e de embalagens e produtos de plástico de uso único; II - prevenir e reduzir o impacto da poluição causada por resíduos plásticos e por embalagens e produtos de plástico de uso único no meio ambiente e na saúde; III - promover a transição para uma economia circular com modelos de negócios, produtos e materiais inovadores e sustentáveis que contribuam para o funcionamento eficiente do mercado interno; IV - encorajar a adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; V - promover o reuso, a reciclagem e outros tipos de valorização de resíduos de embalagens e produtos plásticos, contribuindo assim para a transição para uma economia circular; VI - estimular a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico na elaboração de artigos de plástico, possibilitando a transição para uma economia circular, e na concepção de substitutos ao plástico, com foco na criação de produtos e sistemas industriais efetivos e regenerativos para o meio ambiente.

Esse projeto de lei encontra-se em tramitação e configura um marco no país, tratando-se de uma política pública que visa reduzir os impactos causados pela poluição por plásticos (PL nº 2524, 2022). Em decorrência da grande geração e dos impactos ambientais e sociais associados ao consumo e descarte de plásticos, o referido projeto de lei apresenta soluções viáveis e aplicáveis que devem estar em prática nos próximos anos no Brasil. Para tanto, outras soluções como a redução, reutilização e a substituição de embalagens que não são recicláveis ou recicladas no final do seu ciclo de vida, são necessárias. Fica claro, a partir das legislações mencionadas acima, que elas apregoam a necessidade de se pensar nos dois níveis da produção mais limpa, nível 1 - evitar ou reduzir na fonte o uso de plástico, e nível 2 - promover a reutilização dos produtos poliméricos pós-consumo para que voltem para a cadeia produtiva. Este trabalho tem como objetivo evidenciar aqueles polímeros pós-consumo que chegam como

recicláveis nas cooperativas de coleta seletiva e acabam virando rejeito devido à inexistência de mercado para alguns deles, ou mesmo as características que dificultam a sua reciclagem.

## METODOLOGIA

Para esse estudo, foram escolhidas três Unidades de Triagem de Resíduos Recicláveis (UTRR), assim distribuídas: uma em Porto Alegre, uma em Novo Hamburgo e uma em Santiago, todas localizadas no Estado do Rio Grande do Sul – Brasil - e uma Central de Transbordo e Triagem (CTT), no município de Santiago. A escolha pelos municípios ocorreu devido a aproximação de trabalhos realizados com esses grupos e pelo campo de pesquisa de Doutorado Acadêmico em Inovação do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil - PPGEC - da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos-RS, em Santiago. As amostras foram coletadas utilizando a metodologia de amostragem da NBR 10.007 - Amostragem de Resíduos Sólidos, utilizando a técnica de quarteamento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004). Quanto ao período de coleta de amostras, foi priorizada a disponibilidade de logística aos locais e disponibilidade dos grupos para a atividade de coleta de amostras, ao todo foram realizadas 9 amostragens, sendo 3 delas na unidade de CTT de Santiago, o período e local de coleta, total das amostras são especificados na Tabela 1.

Após a coleta, as amostras foram levadas para o laboratório de Engenharia Civil da Unisinos para a realização de gravimetria das embalagens. Com o auxílio de lona, os resíduos foram espalhados, tomando-se o cuidado com o uso dos equipamentos de proteção individual (EPI), tais como luvas e jaleco. As amostras foram analisadas com uso da metodologia de auditoria de marca da *Break Free From Plastic* (BFFP, 2022), um movimento global que atua frente às questões da poluição plástica no mundo. Essa metodologia utiliza um passo a passo para sistematizar em uma planilha de dados, seguindo as etapas apresentadas:

1. Identificação das embalagens por tipo de produto em sete categorias, sendo: *Food Packaging* (FP) (produtos alimentares); *Personal Care* (PC) - cuidado pessoal; *Household Products* (HP) (produtos do lar); *Smoking Materials* (SM) - material para fumar;

- Fishing Gear* (FG) (material de pesca); *Packing Material* (PM) (material de empacotamento); *Others* (O) (outros).
2. Identificação das embalagens por tipo de resina polimérica conforme NBR ISO 13230 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008), sendo: Polietileno tereftalato (PET); Polietileno de alta densidade (HDPE); Policloreto de Vinila (PVC); Polietileno de baixa densidade (LDPE); Polipropileno (PP); Poliestireno (PS); Outros (O).

3. Identificação das características físicas, observando se as embalagens possuem camada única (exemplo de filme plástico flexível usado para embalagem e embrulho) ou multicamada (exemplo de plástico com mais de um material usado para sachês, caixas de leite e sucos).

As amostras coletadas foram separadas e identificadas dentro de cada categoria apresentada, conforme a Figura 4.

**Tabela 1 – Distribuição das coletas de amostras dos resíduos rejeitos nas UTRR e CTT**

| Coletas/<br>Amostras | Local            | Qtde | Total amostrado (kg) | Período (mês) | Ano  |
|----------------------|------------------|------|----------------------|---------------|------|
| UTRR                 | Santiago/RS      | 1    | 1,345                | Janeiro       | 2021 |
|                      |                  | 1    | 0,467                | Agosto        |      |
|                      |                  | 1    | 1,031                | Dezembro      |      |
| CTT                  | Santiago/RS      | 1    | 1,483                | Janeiro       | 2021 |
|                      |                  | 1    | 1,951                | Agosto        |      |
|                      |                  | 1    | 1,569                | Dezembro      |      |
| UTRR                 | Novo Hamburgo/RS | 2    | 1,185                | Janeiro       | 2021 |
| UTRR                 | Porto Alegre/RS  | 1    | 0,862                | Fevereiro     | 2021 |
| Total                |                  | 9    |                      | -             |      |

Fonte: Autores, 2022.

**Figura 4 – Separação das amostras dos resíduos de rejeitos por tipo de resina plástica**



Fonte: Autores, 2022.

Durante a gravimetria, foram separadas as embalagens por tipo de resina plástica, bem como realizada a pesagem, incluindo as embalagens que não foram identificados o tipo de resina conforme classificação da NBR ISO 13230 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008). Para essas embalagens foi adotada uma categoria chamada de Sem Identificação (SI).

### RESULTADOS

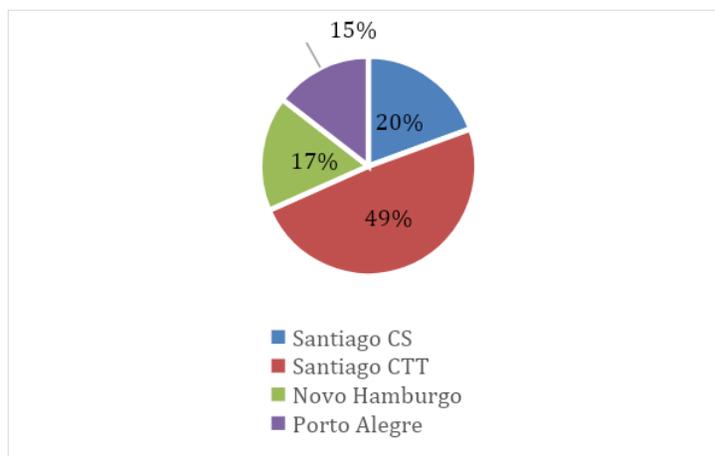
Foram analisadas um total de quatrocentas e cinco embalagens (405), amostras dos resíduos de rejeitos coletados nas três UTRR e uma da CTT, sendo: Santiago Coleta Seletiva 79; Santiago CTT 198; Novo Hamburgo 69 e Porto Alegre 59, somando o total de 405 embalagens. A maior parte das embalagens avaliadas se concentraram na CTT por ser uma área de transbordo e um volume bem

significativo de rejeitos em relação às UTRR, Gráfico 1.

Quanto à análise das embalagens por tipo de produtos temos os seguintes resultados, segundo o Gráfico 2: 341 embalagens foram classificadas como (FP) *Food Packaging* (produtos alimentares); 25 (PC) *Personal Care* (cuidado pessoal); 23 (HP) *Household Products* (produtos do lar); 0 (SM) *Smoking Materials* (material para fumar); 0 (FG) *Fishing Gear* (material de pesca); 8 (PM) *Packing Material* (material de empacotamento); 8 (O) *Others*; (outros).

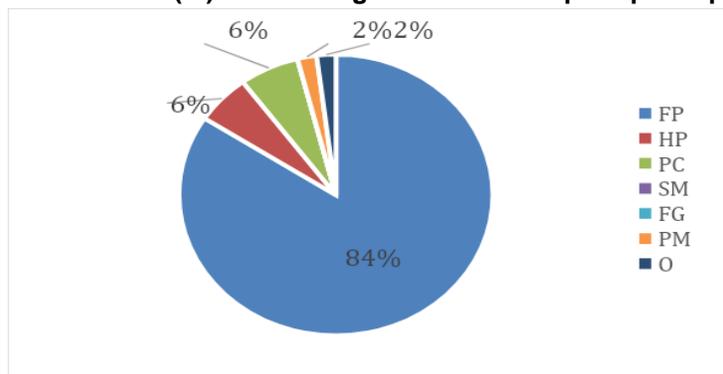
Percebe-se uma quantidade expressiva de embalagens (FP) *Food Packaging* (produtos alimentares), com 84 % das embalagens analisadas. Esse resultado confirma a realidade das prateleiras dos supermercados, que grande parte dos produtos alimentícios são armazenados em embalagens plásticas (poliméricas).

**Gráfico 1 – Percentual (%) de embalagens analisadas por UTRR/CTT**



Fonte: Autores, 2022.

**Gráfico 2 – Percentual (%) de embalagens analisadas por tipo de produto**

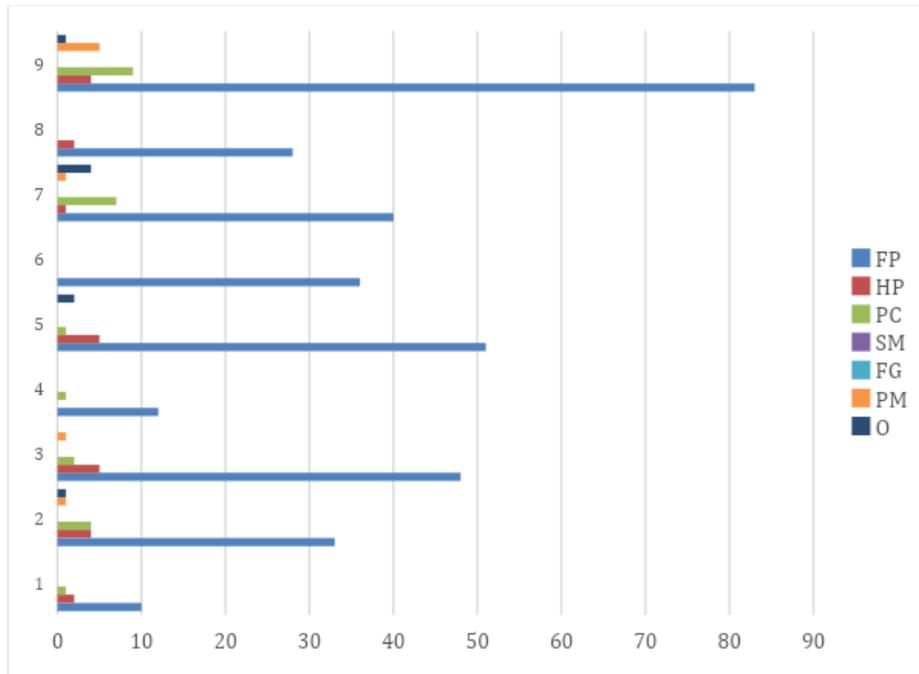


Fonte: Autores, 2022.

Quanto à quantidade de embalagens analisadas por tipo de produto x coleta realizada (Gráfico 3), percebe-se um pico maior das embalagens de produtos alimentícios na CCT no mês de dezembro, que pode ser explicado pelo maior volume de materiais que chegam no

transbordo, misturados com demais resíduos domiciliares. Para os demais meses, segue os produtos alimentícios (FP) liderando em quantidade por amostra em relação aos demais tipos de produtos.

**Gráfico 3 – Quantidade de embalagens analisadas por tipo de produto / Coleta**



Fonte: Autores, 2022.

Quanto ao tipo de resina polimérica (Gráfico 4), foram identificadas com maior quantidade as seguintes resinas poliméricas: Outros com 169 (SI) embalagens sem identificação, 99 (PP) Polipropileno; e 90 (O). Nesta etapa, as embalagens sem identificação (SI), com 42 %, não constam no padrão normativo previsto na NBR ISO 13230 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008), de Embalagens e Acondicionamento Plásticos Recicláveis - identificação e simbologia. Isso significa afirmar que não é possível identificar o tipo de resina da embalagem, o que dificulta a classificação e triagem nas UTRR e CTT, inviabilizando o encaminhamento para a reciclagem.

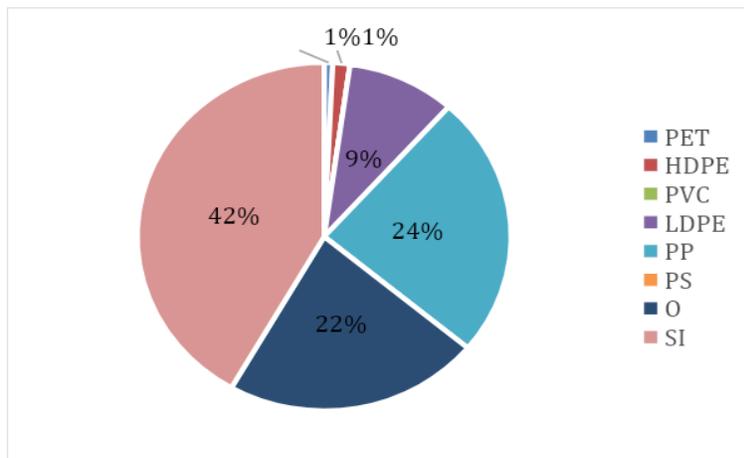
Quanto ao tipo de embalagem analisada x coleta realizada (Gráfico 5), percebe-se um pico maior das embalagens sem identificação (SI) no mês de dezembro em Santiago CTT, que pode ser explicado pelo maior volume de materiais que

chegam no transbordo, misturados com demais resíduos domiciliares. Para os demais meses segue o destaque para embalagens SI no mês de agosto em Santiago CTT, assim como para as demais coletas, amostras.

Quanto ao tipo de embalagem por tipo de material com camada única ou multicamadas (Gráfico 6), destaca-se o maior volume de embalagens com camada única, 82 % das amostras avaliadas. Essas embalagens não tinham identificação ou foram classificadas como polipropileno (PP).

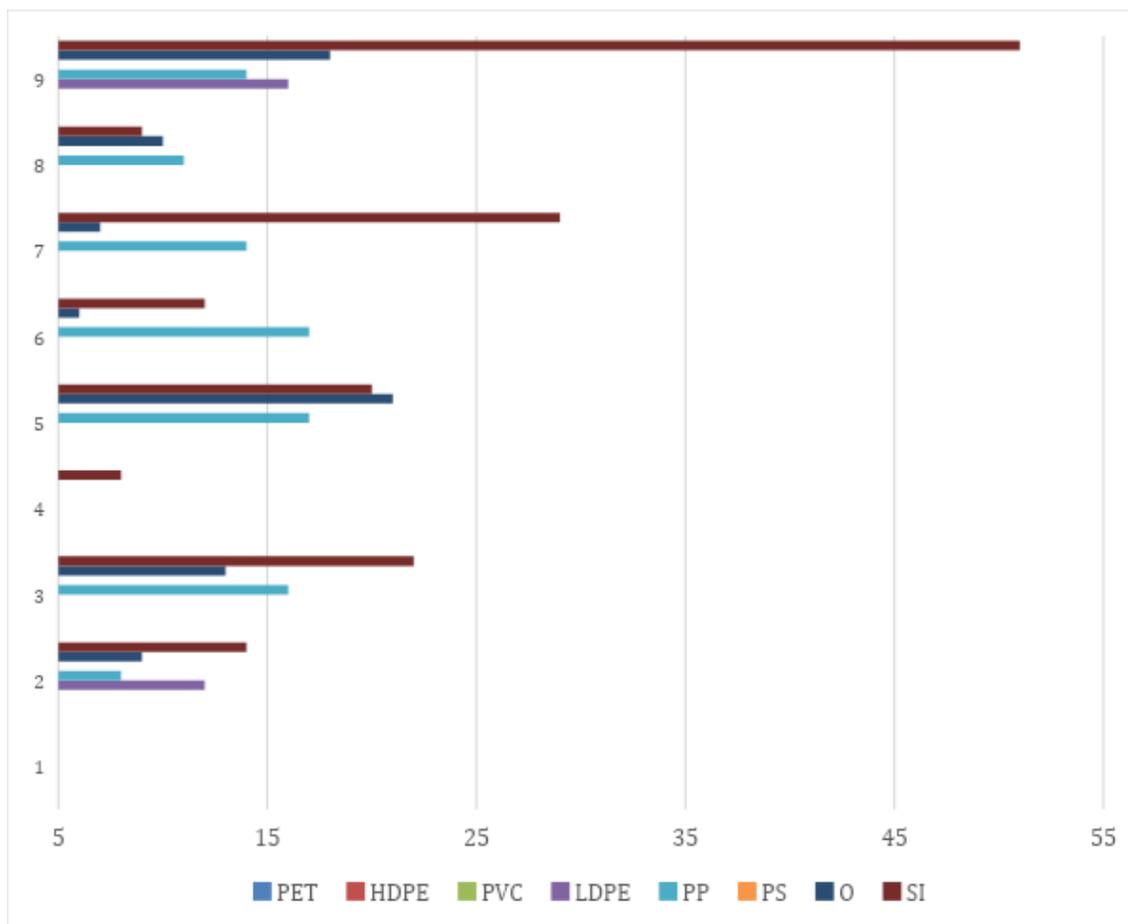
Quanto ao tipo de embalagem por tipo de material com camada única ou multicamadas por coleta (Gráfico 7), destaca-se o maior volume de embalagens com camada única, no período de dezembro na unidade Santiago CTT, seguido no mês de agosto na mesma unidade, onde chega uma grande quantidade de resíduos misturados da coleta doméstica domiciliar.

**Gráfico 4 – Percentual (%) de embalagens analisadas por tipo de resina polimérica nas Uts**



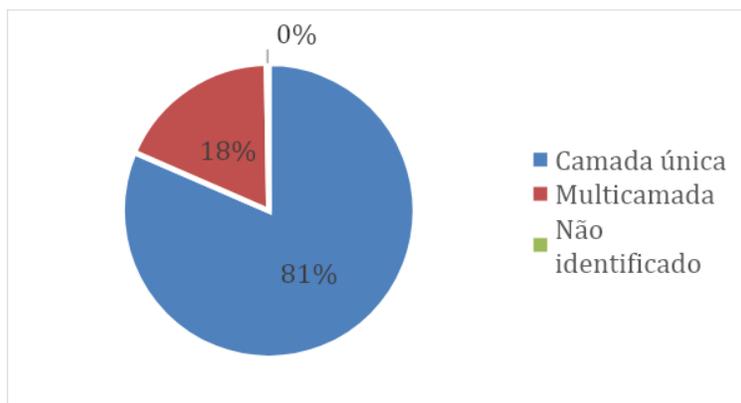
Fonte: Autores, 2022.

**Gráfico 5 – Embalagens analisadas x Tipo de material por coleta realizada**



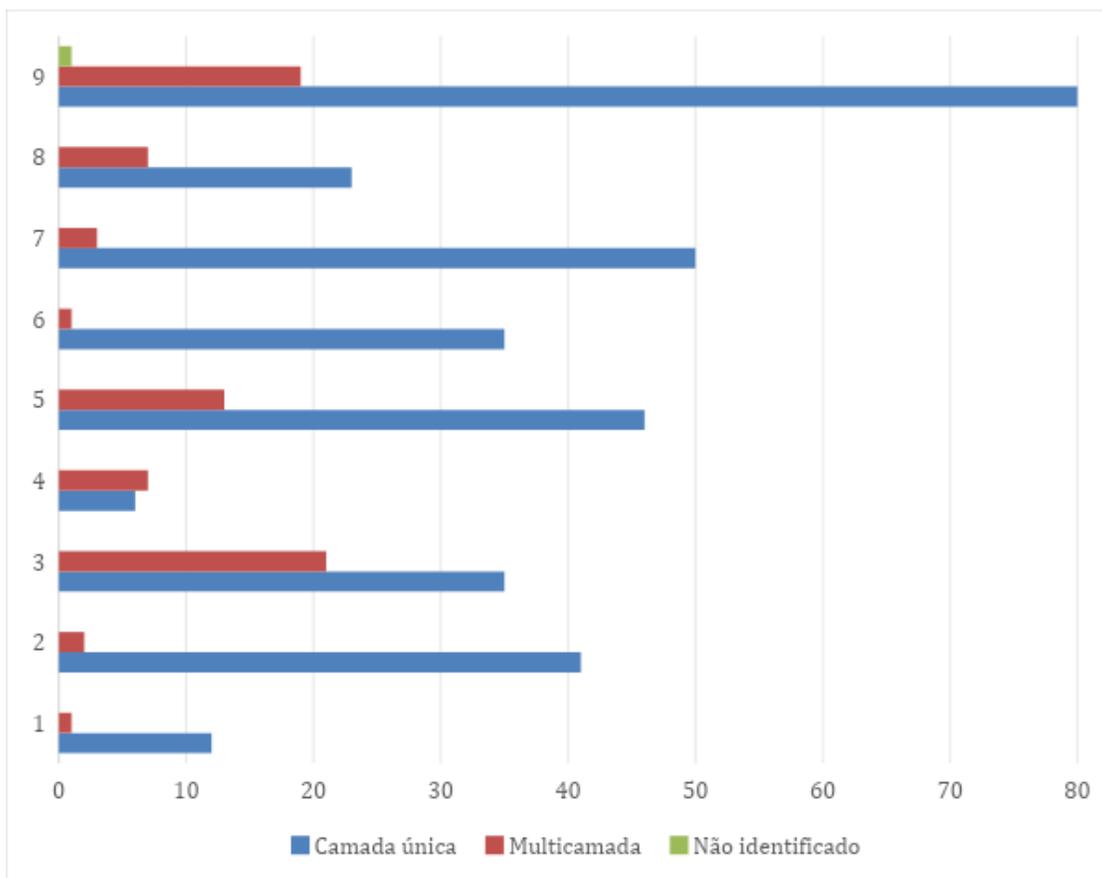
Fonte: Autores, 2022.

**Gráfico 6 – Percentual (%) de embalagens analisadas x Tipo de material camada única ou multicamada**



Fonte: Autores, 2022.

**Gráfico 7 – Quantidade de embalagens analisadas x Tipo de material camada única ou multicamada por coleta realizada**



Fonte: Autores, 2022.

## CONCLUSÃO

A análise por categoria de produto resultou em uma quantidade representativa de embalagens de produtos alimentares, com 341 do total de 405 (84 %) das embalagens analisadas. Quanto aos tipos de material destaca-se o tipo (SI - Sem identificação) com 169 de 405 (42 %), seguido do (PP) Polipropileno com 99 de 405 (24 %) e (O) Outros com 90 de 405 (20 %).

Quanto a características do material (se camada única ou multicamada), foram identificadas 330 única camada (SL) e 74 multicamadas (ML) e 1 não identificada. Destacaram-se as embalagens de camada única (SL) com 330 de 405 (82 %) das embalagens analisadas.

Essas embalagens poliméricas que estão resultando em rejeitos, são classificadas como polímeros conforme a norma NBR ISO 13230 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008), (simbologia, número identificação de resina) e deveriam, conforme prerrogativa desta norma, retornar à cadeia da reciclagem, contribuindo com os conceitos de ecologia industrial, assim atender à cadeia da economia circular, que preconiza que os materiais sejam reinseridos na cadeia produtiva para produzir novos produtos e bens de consumo.

Outro aspecto importante é a dificuldade do retorno dessas embalagens de resina de PP, PS e Outros para a cadeia produtiva da reciclagem devido ao baixo valor agregado dessas embalagens. Uma das causas ocorre pelo baixo valor desses materiais no mercado, que varia entre R\$1,00 e R\$1,07 (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE CATADORES, 2018-2019), além de outros fatores, como: se o tipo de plástico é mais escuro, menos valor terá para comercialização. Pigmento, tinta, mistura com outro plástico, sujeira, desvalorizam o material para a reciclagem, uma vez que não é possível transformar o material no mesmo produto, fora as questões de custos com energia para lavar esses materiais. A partir do momento que é aditivada uma matéria-prima virgem, está reduzindo as possibilidades de fácil reciclagem. Quanto mais mistura se adicionar, mais difícil a reciclabilidade.

As cooperativas de reciclagem ou UTRR, dentro do conceito de Produção Mais Limpa, buscam ter um processo produtivo baseado na segregação de materiais para sua máxima

valorização como novas matérias-primas para a cadeia produtiva da reciclagem, portanto, é necessário, por parte dos geradores, minimizar a geração de embalagens que não sejam possíveis de ser recicladas, cujo fim atualmente são os aterros sanitários.

As embalagens aluminizadas (BOPP) e outras embalagens, por exemplo, possuem tecnologia para reciclagem, porém, muito incipiente no Brasil, a exemplo da Erema Plastic Recycling Systems da Áustria, que dispõe de equipamentos para reciclagem de bobinas, aparas, rafia e fibras em PEBD, PEAD, PP e plásticos de engenharia, Poliamidas (Nylon) e filmes, além de outras soluções para outros tipos de resina, mais ainda a custos muito elevados de seus equipamentos.

Tais aspectos trazidos apontam que embalagens produzidas com heterogeneidade de materiais se tornam, cada vez mais, uma problemática ao processo de reciclagem mecânica em que os materiais passam por transformações físico-químicas, uma vez que as propriedades e características do material são essenciais para as etapas de reciclagem mecânica e para a qualidade do produto final (SOARES, *et al.*, 2022). Portanto, embalagens multicamadas, constituídas de diferentes tipos de resinas, muitas vezes representada com o símbolo de identificação de resina número 7 (OUTROS), tornam-se cada vez mais difíceis de ser recicladas, resultando em rejeitos nas cooperativas de reciclagem e UTRR.

E como contribuição deste estudo podemos afirmar que: 1. mais de 40 % das embalagens não estão identificadas ou possuem identificação (O) outros (misturas de resinas poliméricas), o que tem dificultado a sua triagem e destinação final, ou mesmo por possuir características multicamadas, o que dificulta a sua comercialização e encaminhamento para reciclagem; 2. é necessário direcionar esforços para uma regulamentação da rotulagem ambiental de embalagens, para que o consumidor saiba o que está consumindo, e poder decidir pela compra ou por recusar certas embalagens que não tenham as informações necessárias ao consumidor; 3. reduzir a produção de embalagens multicamadas e de embalagens de uso único (descartáveis); 4. desenvolver novos mercados e oportunidade para substituição de embalagens flexíveis identificadas como polipropileno (PP) e outros (O), composição de mais

de uma resina polimérica.

Outros aspectos importantes para esse debate, estão relacionados à mudança no mercado de produção de embalagens, que garantam efetivamente o seu retorno à cadeia produtiva da reciclagem; à produção de embalagens mais duráveis; a garantir que algumas embalagens sejam de materiais retornáveis; ao desenvolvimento de embalagens de monomateriais, do mesmo produto e mesmo material da embalagem; e à utilização de materiais de garantida reciclabilidade e mercado de logística reversa (ser reciclável e reciclado).

O ecodesign tem sido também um dos grandes obstáculos para a reciclagem de produtos e embalagens plásticas, pois, cada empresa quer inserir sua marca, cor, com a justificativa que o consumidor é atraído pela beleza das embalagens, além do uso de mais de uma resina no produto, rótulo e lacre, o que dificulta ainda mais a recuperação, triagem e reciclagem no final do seu ciclo de vida.

A reciclagem de plástico no Brasil está passando por uma grande mudança no setor, consequência da destinação final inadequada desses materiais, além dos grandes impactos que os mesmos têm causado aos ecossistemas marinhos. Como a indústria do plástico não atuou antes, hoje está tendo que atuar corretivamente, sob a perda de credibilidade com seus clientes e consumidores.

Entre as principais barreiras enfrentadas sobre a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida de produtos, em atendimento a PNRS estão: a atuação do poder público para melhorar o retorno de embalagens plásticas via pontos de entrega voluntária e o incentivo de contratação de cooperativas de reciclagem, considerando que no Brasil, há em torno de 1,5 milhões de catadores/as e menos de 10 % formalizadas em associações e cooperativas; a população não está minimizando o consumo de embalagens descartáveis e não realiza a separação em três frações, o não incentivo à reciclagem através da desoneração fiscal e tributária; a falta de instrumentos legais que proíbam a produção de embalagens plásticas com resinas que não possuem reciclagem em escala pelos grandes geradores e, por fim, ações práticas que busquem atender a PNRS, no que se refere à hierarquia da não geração, reutilização, e reciclar, priorizando a reciclagem mecânica, em detrimento de outras alternativas de reciclagem química e por

último a energética.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO. **PERFIL 2021**. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/publicacoes/perfil-2021/>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO. **Reciclabilidade de Materiais Plásticos Pós-Consumo**. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12330**: Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis - Identificação e simbologia. Rio de Janeiro, 2008. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007**: Amostragem de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004. 21 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CATADORES. **Anuário da Reciclagem**: 2017-2018. 2018. Disponível em: <<https://ancat.org.br/wp-content/uploads/2019/09/Anua%CC%81rio-da-Reciclagem.pdf>>. Acesso em: out. 2022.

BRASIL. Congresso Nacional. Senado Federal. **Projeto de Lei do Senado nº 2524, de 2022**. Estabelece regras relativas à economia circular do plástico. Brasília, DF: Senado Federal, 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Senado, 2010.

BRASKEM. **Glossário de Termos Aplicados a Polímeros - Boletim Técnico Nº 08 PVC**. 2002. Disponível em: <[https://www.braskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/html/boletm\\_tecnico/Glossario\\_de\\_termos\\_aplicados\\_a\\_polimeros.pdf](https://www.braskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/html/boletm_tecnico/Glossario_de_termos_aplicados_a_polimeros.pdf)> Acesso em: 20 set. 2020.

BRASKEM. **Polipropileno H 504XP**. 2020. Disponível em: <<https://www.braskem.com.br/busca-de-produtos>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

BREAK FREE FROM PLASTIC. **Brand Audit**

**Report:** 2018 – 2022a. Disponível em: <<https://brandaudit.breakfreefromplastic.org/brand-audit-2022/>>. Acesso em: 15 abr. 2021.

BREAK FREE FROM PLASTIC. **Treinamento de**

**auditoria de marca**, 2022b. Disponível em: <<https://brandaudit.breakfreefromplastic.org/brand-audit-training/>>. Acesso em: 15 abr. 2021.

IORE, F. A.; BARROS, L. G. Avaliação da Viabilidade de Produção de Laje Pré-moldada Incorporando Resíduos de Polímeros Termofixos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 28., 2015, Rio de Janeiro. **Anais Eletrônicos** [...]. Rio de Janeiro, 2015.

FRANCIS, R. **Recycling of Polymers: Methods, Characterization and Applications**. India: Wiley-VCH, 2016. 288 p.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, v. 3, n. 7, jul. 2017.

GRIMBERG, E. **Rejeitos de plásticos: estudo sobre impactos e responsabilidades**. São Paulo: Instituto Pólis, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Novo Hamburgo, RS: panorama: população**. Rio de Janeiro: 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Porto Alegre, RS: panorama: população**. Rio de Janeiro: 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Santiago, RS: panorama: população**. Rio de Janeiro: 2022.

IWANICKI, L. **Um oceano livre de plástico: desafios para reduzir a poluição marinha no Brasil**. 1. ed. Brasília, DF: Oceana Brasil, 2020.

KARASKI, T. U. *et al.* **Embalagem e Sustentabilidade: Desafios e orientações no contexto da Economia Circular**. 1. ed. São Paulo: ABES; CETESB; CETEA, 2016, 52 p.

KLIMCHUK, M. R.; KRASOVEC, S. A. **Packaging design: Successful product branding from concept to shelf**. 2. ed. New Jersey: Wiley, 2013.

MACIEL, J. P. Plásticos e suas embalagens, o que é reciclável e rejeito para o mercado da reciclagem em cooperativas de reciclagem. In: BESEN, G. R.; JACOBI, P. R.; SILVA, C. L. (Org.) **10 anos da Política de Resíduos Sólidos: caminhos e agendas para um futuro sustentável**. São Paulo: IEE-USP; OPNRS, 2021. cap. 17, p. 217 - 227.

MORTARA, A. Filmes de BOPP. In: CAMILO, A. N. (Coord.). **Embalagens: design, materiais, processos e máquinas**. São Paulo: Martins Fontes, 2009, p. 187-196.

SARANTOPOLOS, C. I. G. L.; TEIXEIRA, F. G. **Embalagens plásticas flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades**. 2. ed. Campinas: ITAL/CETEA, 2017.

SINGH, P; SHARMA, V.P. Integrated Plastic Waste Management: Environmental and Improved Health Approaches. **Procedia Environmental Sciences**, v. 35 p. 692-700, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.068>.

SOARES, C. T. de M. *et al.* Recycling of multi-material multilayer plastic packaging: Current trends and future scenarios. **Resources, Conservation & Recycling**, Nacka, v. 176, n. 105905, 2022.

STALTER, C. F. **Avaliação ambiental e econômica do processo de embalagem de utilidades domésticas a partir da abordagem de produção mais limpa**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, 2017.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Addressing Single-use Plastic Products Pollution Using a Life Cycle Approach**. Nairobi. 2021.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Single-use plastics: A roadmap for sustainability**, [S. l.: s. n.], 2018.