

4

**Desafios da reciclagem: plásticos
recicláveis e o papel do design na
economia circular**

DESAFIOS DA RECICLAGEM: PLÁSTICOS RECICLÁVEIS E O PAPEL DO DESIGN NA ECONOMIA CIRCULAR

RECYCLING CHALLENGES: RECYCLABLE PLASTICS AND THE ROLE OF DESIGN IN THE CIRCULAR ECONOMY

Aline Rodrigues da Fonseca

aline.fonseca2609@gmail.com – Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

João Vitor Vicente

joao.vicente@braskem.com – Universidade Federal do ABC (UFABC)

Cecília Luiza Costa Delfino

ceciliacostadelfino17@hotmail.com – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas)

Emília Minieri

emiliaminieri@gmail.com – Universidade de São Paulo/ESALQ

Rita de Castro Engler

rita.engler@gmail.com – Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Resumo: Produtos plásticos estão presentes em praticamente todas as atividades da humanidade, roupas, construções, produtos hospitalares, dentre outros. Em paralelo a sua crescente produção, questões relacionadas à gestão dos resíduos também aumentaram a ponto de se tornarem prioridade para organizações internacionais, governos e sociedade. Apesar dos avanços, a cadeia dos plásticos, em boa parte, ainda é linear, ou seja, os resíduos não são corretamente coletados e realocados no processo produtivo. Mais do que isso, muitos produtos plásticos sequer são pensados e desenhados para que sejam reciclados. Assim, antes mesmo de apresentar soluções práticas, é preciso analisar a dimensão do problema e seus impactos. Para tal, o objetivo do artigo é fazer um levantamento qualitativo e quantitativo do mercado de economia circular de plásticos no Brasil, com destaque para os produtos que não são absorvidos por recicladoras, analisando suas razões e as perspectivas deste mercado.

Palavras-chave: Economia Circular; Plásticos; Reciclagem; Circularidade.

Abstract: Plastic products are present in practically all human activities, including clothing, construction, hospital products among others. In parallel with its growing production, issues related to waste management have also increased to the point of becoming a priority for international organizations, governments and society. However, although much progress has been made, the plastics chain, for the most part, is still linear, that is, waste is not correctly collected and reallocated in the production process. More than that, many plastic products are not even thought of and designed to be recycled. Therefore, before even presenting practical solutions, it is necessary to know the scale of the problem and its impacts. To this end, the objective of the article is to carry out qualitative and quantitative research on the circular economy market of plastics in Brazil, with emphasis on those products that are not absorbed by recyclers, analyzing their reasons and the prospects of this market.

Keywords: Circular Economy; Plastics; Recycling; Circularity.

1. Introdução

Há uma só Terra, mas não um só mundo. Todos nós dependemos de uma biosfera para conservar nossas vidas. Mesmo assim, cada comunidade, cada país luta pela sobrevivência e pela prosperidade quase sem levar em consideração o impacto que causa sobre os demais (BRUNDTLAND, 1987).

A utilização dos recursos naturais é primordial para a qualidade de vida do ser humano. Entretanto, desde a Primeira Revolução Industrial, os recursos têm sido explorados de forma desenfreada, sobretudo para atender às necessidades da revolução tecnológica, causando diversos problemas ambientais, sociais e econômicos ao impor uma carga além da capacidade de regeneração dos ecossistemas (Weetman, 2019). O crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) per capita, crescimento populacional e crescimento de tecnologias não sustentáveis se baseiam no modelo de desenvolvimento clássico, que promove o crescimento econômico e uso desenfreado de recursos naturais, levando à sua exaustão (Viola; Franchini, 2012).

Diante disso, a questão ambiental ganhou destaque ao final do século XX. Na busca pela solução da crise ambiental, três modelos foram cunhados: o pensamento antropocêntrico, o geocêntrico e, por último, o desenvolvimento sustentável. Em 1972, após a publicação do Relatório do Clube de Roma, intitulado *“The limits to growth”* (Meadows *et al.*, 1972) e a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, ou Conferência de Estocolmo, cientistas concluíram não haver uma abordagem meio-termo, que conciliasse o bem-estar dos indivíduos, a preservação e conservação e utilização racional dos recursos naturais (Barros-Platiau; Varella; Schleicher, 2004).

A definição mais difundida de desenvolvimento sustentável é do Relatório da Comissão Brundtland, *“Nosso Futuro Comum”*, utilizado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente em 1987, que considera o desenvolvimento que atende às necessidades da geração presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras (Brundtland, 1987). Assim, foram criados para a gestão coletiva da crise ambiental, arranjos institucionais a partir da governança global, de regimes internacionais e abordagens organizacionais e o termo tornou-se o ponto de partida para pesquisas, órgãos multilaterais e setor privado. Essa conceituação aponta para a visão de longo prazo, um dos princípios da sustentabilidade, e traz para o debate a questão da equidade entre gerações, grupos sociais e países (Claro; Claro; Amâncio, 2008).

Embora não haja um conceito fixo acerca da definição, todas carregam como ponto comum suas três dimensões: social, econômica e ambiental. A dimensão social tem como base os processos de melhoria da qualidade de vida e redução das desigualdades através da educação, moradia, saneamento, saúde e alimentação. A dimensão econômica, por sua vez, abrange tanto a economia formal quanto informal, tendo em vista que aumenta a renda e o padrão de vida dos indivíduos. A sustentabilidade econômica pode ser alcançada por meio da alocação eficiente dos recursos naturais, bem como pela mudança no padrão de investimentos. Por fim, a dimensão ambiental é composta por três subdivisões, sendo a primeira focada na ciência ambiental, que

inclui a ecologia, diversidade do ecossistema e as florestas. A segunda abrange a qualidade da água, do ar e proteção da saúde humana por meio da diminuição da poluição e contaminação química. Já a terceira inclui a gestão e conservação dos recursos renováveis e não renováveis, buscando incentivar empresas e organizações a considerarem o impacto de suas ações sobre o meio ambiente, buscando inserir a administração ambiental em seu cotidiano (Almeida, 2002; Claro; Claro; Amâncio, 2008).

Outros marcos da sustentabilidade surgiram ao longo das últimas décadas. Cabe destacar alguns deles, como a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92) em 1992, que marcou o início definitivo da agenda ambiental e ecológica; a Cúpula do Milênio da ONU em 2000, na qual foram lançados os Objetivos do Milênio (ODM), priorizando áreas fundamentais para a melhoria das condições de vida; a criação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) em 1988 e, em especial, seu 4º relatório em 2007; e, por fim, a Conferência do Clima de Paris em 2015, com adoção da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, com os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

A criação dos ODS resultou em vários acordos multilaterais relacionados ao desenvolvimento sustentável. Entre os 17 ODS, destaca-se o 12º, sobre a produção e consumo responsáveis, que busca a gestão e uso sustentável dos recursos naturais, a gestão ambientalmente saudável dos resíduos, a diminuição da criação de resíduos, bem como o incentivo à adoção de práticas sustentáveis pelas empresas e inclusão da sustentabilidade em seus relatórios. Alinhada à sustentabilidade e a esse ODS, encontra-se a Economia Circular (Teles, 2020).

Em resposta à economia tradicional, a Economia Circular tem como base a partilha, locação, reutilização, reparação, transformação e reciclagem. Ela promove a valorização dos produtos e materiais, reduzindo a necessidade de exploração dos recursos para produção de novos materiais, dado que cria um ciclo de valorização máxima e desperdício mínimo no ciclo de produção e consumo. Isso possibilita o aumento da competitividade e eficiência das matérias-primas, da inovação, aumento dos postos de trabalho e crescimento econômico. Todavia, há diversos desafios à economia circular, visto que necessita de um elevado investimento financeiro e carece de incentivo no investimento e na adoção de práticas e modelos de negócios sustentáveis, além da mudança comportamental dos consumidores. Inserido nesse contexto, o plástico, como produto e resíduo, se sobrepõe em vários dos ODS e tem papel central na economia circular (Teles, 2020).

2. Panorama da reciclagem de plásticos no Brasil

A gestão de resíduos sólidos, junto com a preservação da biodiversidade e poluição pela emissão de gases do efeito estufa, é um dos maiores desafios para a resiliência da humanidade. Dado o tamanho de sua área e de sua população e a falta de uma estrutura nacional e homogênea para coletar, tratar e descartar adequadamente os resíduos gerados, o desafio no Brasil é ainda mais significativo. Em 2021, o país gerou cerca de 82,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos,

o que representa cerca de 390 quilos de resíduos de todos os materiais por pessoa no ano. Deste total, aproximadamente 92% (76,1 milhões de toneladas) foram recolhidos, mas apenas 60% (45,8 milhões de toneladas) do montante foram adequadamente destinados: para reciclagem (apenas 4% do total recolhido) ou aterros sanitários, locais especialmente concebidos e que foram projetados para evitar a contaminação do solo e do ar, utilizando cobertura adequada do solo e tratando os resíduos provenientes dos resíduos decompostos. Os 40% restantes (30,3 milhões de toneladas) do total de resíduos recolhidos não foram devidamente eliminados e tratados, acabando em aterros controlados ou em lixões, e representando não só um dano ambiental, mas também um dano social (ABRELPE, 2021).

A indústria da reciclagem no Brasil gera oportunidades de emprego ao longo da cadeia de valor da gestão de resíduos e reciclagem, sendo responsável por mais de 330 mil empregos diretos no setor de limpeza urbana e gestão de resíduos sólidos, mais de 50 mil catadores distribuídos pelo país, e 16 mil empregos diretamente no setor de reciclagem (ABIPLAST, 2022).

O cenário dos resíduos sólidos é um pouco melhor para o setor da reciclagem de plásticos, cuja taxa de reciclagem foi de 23,4% em 2022, de acordo com estudo da MaxiQuim (2022), cujo índice fora calculado de acordo com a fórmula:

$$\text{índice} = \frac{\text{produção de resinas pós-consumo recicladas}}{\text{geração de resíduos plástico}}$$

O setor de gestão e reciclagem de resíduos plásticos inclui as atividades de recolha e segregação por parte dos municípios e das empresas de gestão de resíduos, sendo que as zonas urbanas têm melhor cobertura do que as zonas rurais. No Brasil, o setor também conta com trabalhadores informais, que coletam manualmente materiais recicláveis, organizando-se por vezes em cooperativas que contribuem significativamente para a segregação dos resíduos recicláveis. Mais adiante na cadeia de valor, os recicladores integrados ou não-integrados são responsáveis pela trituração, lavagem, extrusão e peletização dos resíduos plásticos para obter resinas pós-consumo recicladas (PCR).

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Química (2022), o Brasil possui a sexta maior indústria química do mundo, tendo faturado cerca de US\$ 130 milhões em 2021, atrás apenas de China, Estados Unidos, Alemanha, Japão e Coreia do Sul. No mesmo ano, o país produziu cerca de 7,8 milhões de toneladas de plásticos, dos quais apenas 12%, pouco menos de 1 milhão de toneladas, representam a produção física de plástico pós-consumo reciclado. Da produção total, a demanda efetiva no Brasil por plásticos foi de 7,7 milhões de toneladas, sendo que cerca de 3,5 milhões dos diversos produtos plásticos permanecem em uso e o restante, 4,2 milhões de toneladas se tornaram resíduos (ABIPLAST, 2022). Portanto, aplicando o índice acima, o resultado atinge efetivamente 23,4%.

Importante notar que dos 4,2 milhões de toneladas de resíduos gerados, apenas 884 mil toneladas voltam novamente ao ciclo econômico produtivo como produto final para os consumidores (de acordo com a MaxiQuim (2022), a perda energética no processo de

reciclagem mecânica é de aproximadamente 14%). Ou seja, 3,2 milhões de resíduos plásticos são descartados em aterros ou em diversas outras destinações sustentáveis. Existem vários fatores que contribuem para esse baixo índice de reciclagem como, por exemplo, a falta de investimentos em plantas de reciclagem e em pesquisa e desenvolvimento para aumento da produtividade, o alto preço das resinas PCRs frente ao preço baixo de resinas fósseis e, sobretudo, devido à infraestrutura das matérias-primas e escalabilidade dos produtos. Contudo, um grande destaque para o baixo índice em plásticos é o design dos produtos, que impede sua reciclagem. Ou seja, são produtos não recicláveis, não por seu conteúdo em si, mas pelo seu formato ou pigmentação que impedem a quebra mecânica nas máquinas de reciclagem ou geram contaminantes, respectivamente.

Com o objetivo de mudar esse panorama, o governo brasileiro introduziu uma Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em 2010. Embora o programa tenha conseguido promover o envolvimento na cadeia de valor e a criação de diversas iniciativas voluntárias de logística reversa, ainda carece de mobilização de recursos, incentivos financeiros e, principalmente, a regulamentação para a logística reversa dos plásticos, o que poderia contribuir significativamente para promover mudanças no setor de reciclagem do material, aumentando o índice de reciclagem e de reciclabilidade, aumentando a competitividade e o apetite para investir na indústria, ainda muito fragmentada e informal no país, e estimular a demanda por resinas PCRs.

Como a PNRS teve uma aplicação mínima por parte do governo, criou-se um mercado com baixa previsibilidade de procura, influenciado por condições econômicas voláteis e com investimentos de longo prazo dificultados em tecnologia e infraestruturas. Como resultado, as atividades de gestão e reciclagem de resíduos plásticos no Brasil abrangem uma combinação de práticas e desafios, refletindo as diversas condições socioeconômicas e ambientais do país.

2.1. Estratégias de design para modelos Econômicos Circulares

O progresso mundial tem reconfigurado campos multidisciplinares, com o design sendo central nessa transformação. O Manifesto de Design de Montreal de 2017 enfatiza a importância do design na criação de ambientes influenciados por avanços tecnológicos e materiais, destacando sua vulnerabilidade ao desenvolvimento global (Declaração de Design de Montreal, 2017, p. 6). Paralelamente, o conceito de design circular tem sido evidenciado no contexto da economia circular – o design desempenha um papel importante na formação de um modelo econômico sustentável, voltando-se para métodos de fabricação responsáveis e sustentáveis (EMF, 2020; Hawken, Lovins et al., 1999; McDonough; Braungart, 2002).

Aho (2016), citado por Fifield e Medkova (2017), sugere que o design circular foque na otimização de produtos com materiais apropriados, mirando em eficiência e sustentabilidade. Uma observação crítica de Sophie Thomas (RSA, 2013) sugere que a geração de resíduos após o ato de consumo, indicam falhas no processo de design. Fifield e Medkova (2017) propõem um

design que minimiza o uso de insumos primários, mantendo produtos e materiais em circuitos fechados, seguindo os princípios da economia circular.

Em essência, o design circular visa maximizar a longevidade e utilidade dos produtos. A Fundação Ellen MacArthur (2017) detalha critérios vitais para um design eficaz, que inclui a escolha inteligente de materiais, concepção de produtos duráveis, e um produto que facilite a reutilização e reciclagem. Brocken et al. (2016) reiteram a necessidade de estratégias focadas na durabilidade, quer seja através da solidez, da conexão emocional, ou da confiabilidade. O objetivo é desenvolver produtos que não apenas durem, mas que também possam ser facilmente mantidos, atualizados e reutilizados, prolongando assim sua vida útil.

No campo do design, múltiplas estratégias são empregadas para prolongar a vida útil dos produtos e garantir que atendam tanto às demandas atuais quanto às futuras necessidades. Primeiramente, tem-se a manutenção. Em suas atividades, o designer visa ao planejamento minucioso tanto de tarefas técnicas quanto administrativas e gerenciais. O objetivo aqui é garantir que os produtos mantenham ou restaurem seu estado operacional durante sua vida útil (EFNMS, 2016). Já a estratégia de reparo foca em resgatar a funcionalidade de produtos após danos, assegurando sua continuidade operacional (Linton; Jayaraman, 2005).

A segunda abordagem visa adaptabilidade, projetando produtos que possam aceitar extensões ou alterações. Essa prática, frequente em setores como eletrônicos, software e militar, permite aprimoramentos na qualidade e desempenho de um produto (Linton; Jayaraman, 2005). Entretanto, deve-se atentar ao avanço tecnológico que tende a encurtar os ciclos de vida dos produtos.

Padronizar e compatibilizar formam a terceira estratégia, buscando a criação de produtos com partes ou interfaces intercambiáveis com outros produtos (Brocken et al., 2016). Esta padronização facilita a substituição e amplia a vida útil dos produtos. Por fim, a quarta estratégia foca no design que permite a fácil desmontagem e remontagem. Esta abordagem promove a reutilização de materiais e componentes, sendo crucial para o tratamento diferenciado de materiais em ciclos técnicos ou biológicos (Brocken et al., 2016).

No âmago destas estratégias está o conceito de *design cradle to cradle*, que se inspira na natureza e nos processos circulares (McDonough; Braungart, 2008). Esta perspectiva reconhece dois metabolismos principais: o biológico e o técnico. No metabolismo biológico, materiais são concebidos para serem reintegrados à natureza, enquanto no técnico, eles permanecem em ciclos fechados, circulando como valiosos nutrientes industriais (McDonough; Braungart; 2008).

McDonough e Braungart (2008) ressaltam a questão das embalagens, que compõem uma parcela significativa dos resíduos urbanos. Eles propõem soluções inovadoras, como embalagens compostáveis e outros produtos que se degradam e se alinham ao metabolismo biológico, enriquecendo o ecossistema e sustentando seu equilíbrio.

O design, portanto, não se restringe apenas à estética ou funcionalidade imediata, mas é também uma ferramenta poderosa para resolver desafios ambientais e sociais. As estratégias mencionadas demonstram que, com planejamento e inovação, pode-se criar produtos alinhados com um futuro mais sustentável.

O mundo do design tem dado uma resposta às crescentes demandas ambientais e sustentáveis. Brocken et al. (2016) destacam que o design voltado para ciclos biológicos é especialmente adequado para produtos de consumo – aqueles que têm um período de vida definido e, após o uso, resultam na dispersão circular de recursos; os produtos são, assim, projetados utilizando materiais conhecidos como "nutrientes biológicos", oriundos da biosfera, englobando uma gama de substâncias naturais como fibras vegetais, produtos florestais e até couro (Weetman, 2019). A chave é que eles são, em sua maioria, seguros e têm a capacidade de retornar ao meio ambiente após o uso, sem causar prejuízos.

Por outro lado, sob a perspectiva do metabolismo técnico, os "nutrientes técnicos" são os protagonistas. Estes materiais são projetados para serem reintroduzidos ao ciclo industrial, retornando ao sistema do qual se originaram. Um exemplo elucidativo citado por McDonough e Braungart (2008) é o da televisão, que contém uma mistura complexa de compostos, muitos dos quais são tóxicos. No entanto, a verdadeira revolução aqui está em reconhecer que, se separados corretamente, esses componentes podem ser *upcycled*, mantendo sua qualidade e funcionalidade em ciclos industriais fechados. Por exemplo, um estojo de plástico resistente para computador pode continuar a servir nessa função ou ser transformado em um novo produto de alta qualidade (McDonough; Braungart; 2008).

A abordagem de design para ciclos tecnológicos é mais adequada para produtos de serviço. Esta perspectiva desafia os designers a criar produtos em que os materiais (nutrientes técnicos) possam ser reciclados de maneira contínua e segura, reiterando a noção de que os resíduos devem ser transformados em materiais de qualidade equivalente ao original (Brocken et al., 2016).

A definição de "nutrientes técnicos" é elucidada por Weetman (2019) como materiais extraídos da crosta terrestre, como combustíveis fósseis, metais e certos produtos químicos. Embora originados de processos biológicos, esses materiais levaram milhares ou até milhões de anos para se formar e, assim, não são considerados renováveis. Assim sendo, o cenário atual desafia designers a repensar a concepção, o uso e o descarte de produtos, visando um futuro em que recursos são circularmente aproveitados, seja através de ciclos biológicos ou técnicos.

O Quadro 1 apresenta um panorama geral dos conceitos de reciclagem com base em terminologias de reciclagem de plástico.

Método de reciclagem	Definição
Reciclagem primária também conhecida como reciclagem em circuito fechado	Reprocessamento mecânico em um produto com propriedades equivalentes. “Upcycling” se preocupa em reter ou melhorar as propriedades do material, sendo este último conceito relativamente novo e pouco explorado.
Reciclagem secundária, também conhecida como <i>downgrade</i> ou <i>downcycling</i>	Reprocessamento mecânico em produtos que requerem propriedades inferiores. Na reciclagem secundária, o material é reprocessado em um produto de valor baixo, como borracha de grau industrial sendo reprocessada em borracha de grau geral.
Reciclagem terciária, também descrita como reciclagem química ou de matéria-prima (despolimerização e repolimerização)	Recuperação dos constituintes químicos de um material. Definido como a quebra estrutural de materiais em seus componentes do núcleo bruto original (por exemplo, despolimerização) e acúmulo consecutivo (repolimerização) de material com propriedades equivalentes ao material original.
Reciclagem quaternária, também descrita como reciclagem térmica, recuperação de energia e energia de resíduos	A recuperação de energia de materiais. Dentro de uma economia circular, esta categoria não é considerada reciclagem, pois apenas parte do conteúdo energético de um material é reutilizado, enquadrando-se em um sistema linear.

Quadro 1 – Visão geral das definições de reciclagem. Fonte: Brocken et al. (2016, p. 312)

Um ponto ressaltado pelos cientistas é que “dentro de cada estratégia de design pode haver uma gama de opções de estratégia de Design” (Brocken, et al., 2016, p. 310). O Quadro 2, apresenta uma síntese das estratégias de design para *loop* lentos e estratégias de design para fechar *loops*.

Estratégias de Design para loops lentos	Estratégias de Design para fechar loops
<u>Projetando produtos de longa vida</u> • Design para apego e confiança; • Design para confiabilidade e durabilidade. <u>Projeto para extensão da vida do produto</u> • Projeto para facilidade de manutenção e reparo; • Design para atualização e adaptabilidade; • Design para padronização e compatibilidade; • Projeto para desmontagem e remontagem.	• Projeto para um ciclo tecnológico • Projeto para um ciclo biológico • Projeto para desmontagem e remontagem

Quadro 2 – Estratégias de design para a Economia Circular. Fonte: adaptado de Brocken et al. (2016, p. 312).

2.2. O futuro da economia circular dos plásticos

Ainda que não seja o objeto deste artigo, é importante notar que no âmbito dos organismos internacionais, o problema da poluição por resíduos plásticos vem sendo amplamente discutido. As Resoluções 1/6, 2/11, 3/7, 4/6, 4/7, 4/9 e 5/14 da Assembleia das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEA) discutem há mais de uma década sobre a necessidade urgente de reforçar a coordenação, a cooperação e a governança global para tomar medidas imediatas e de longo

prazo para mitigar a poluição plástica nos ambientes marinhos e outros e evitar danos causados aos ecossistemas e às atividades humanas que deles dependem.

Recentemente, sob a coordenação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), 167 nações foram convocadas para negociar e construir um documento juridicamente vinculante para eliminar a poluição por resíduos plásticos no meio ambiente, o que tem se convencionado chamar de Acordo Global Contra a Poluição Plástica. Os principais objetivos do acordo são: reduzir a dimensão do problema eliminando e substituindo itens plásticos problemáticos e desnecessários, incluindo aditivos perigosos; gerenciar resíduos plásticos que não podem ser reutilizados ou reciclados de maneira ambientalmente correta (incluindo a poluição existente); garantir que os produtos plásticos sejam projetados para serem circulares (reutilizáveis, recicláveis ou compostáveis); e fechar o ciclo do plástico na economia, garantindo que os produtos plásticos circulem na prática, reutilizados, reciclados ou compostáveis. Uma das propostas do grupo de negociação é inclusive determinar critérios globais para design de produtos plásticos – é esperado que até o fim de 2025 haja um documento final, o Acordo assinado por todas as nações (UNEA 5/14, 2022).

Assim, é importante notar que, para além do debate em políticas públicas locais, pesquisa e inovação são fundamentais para que todos os movimentos de gestão de resíduos sejam coordenados por um mecanismo de governança, metodologias e critérios globais, considerando o fator transfronteiriço dos resíduos plásticos.

3. Procedimentos Metodológicos

Este estudo utilizou fontes primárias para coleta de dados como relatórios públicos de associações setoriais, notadamente dos segmentos de coleta e gestão de resíduos, transformação de plásticos e produtores de resinas termoplásticas. Também foram realizadas duas visitas a Associação e Cooperativa de Catadores de duas cidades no estado de Minas Gerais para coleta de dados e informações sobre o objeto de estudo da pesquisa. As visitas foram realizadas na COMARP (Cooperativa de Materiais Recicláveis da Pampulha), localizada na cidade de Belo Horizonte, Região Metropolitana de Minas Gerais e na ACLAMA (Associação de Catadores de Materiais Recicláveis e Amigos do Meio Ambiente), na cidade de Cachoeira de Minas, também no estado de Minas Gerais, localizada na região Sul do estado.

Fazendo a junção dos dados obtidos de forma primária e dos dados obtidos por meio de estudo de campo, buscou-se analisar a parcela de embalagens plásticas que não são absorvidas pelo mercado da reciclagem, para, finalmente, compreender quais são as proposições que organizações internacionais e o governo brasileiro estão trazendo como soluções amplas do ponto de vista de políticas públicas. O estudo também realizou uma pesquisa bibliográfica na área do design para compreender como a área pode auxiliar por meio de conhecimentos, ferramentas e técnicas a implementar princípios previstos na PNRS.

4. Resultados

4.1. COMARP – Belo Horizonte, MG

A COMARP (Cooperativa de Materiais Recicláveis da Pampulha) compõe a Rede Sol – MG (Cooperativa Central Rede Solidária dos Trabalhadores de Materiais Recicláveis de Minas Gerais.). A Rede Sol é composta por cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis. Sua função é prover uma melhor condição organizativa e garantir qualidade no trabalho e justiça aos seus cooperados e/ou associados. A COMARP está localizada na região da Pampulha na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais.

Em visita à COMARP foi possível realizar um levantamento dos resíduos que são triados e que não são destinados para a reciclagem, visto o mercado não dispor de tecnologias para o tratamento destes resíduos:

- Acrílico (PMMA – Polimetilmetacrilato);
- Embalagens PET (Polietileno tereftalato) coloridas;
- Embalagens PET (Polietileno tereftalato) laminado ou PP (polipropileno) para bolos, ovos de codorna, legumes como o tomate e outros;
- BOPP (*Bi-axially oriented polypropylene*) – película de polipropileno biorientada.

Outro dado importante obtido durante a visita foi em relação à triagem de resíduos. Segundo a cooperada entrevistada, cerca de 20% dos resíduos triados na cooperativa são classificados como rejeito. Destes 20%, 8% correspondem a resíduos orgânicos e o restante, correspondem a resíduos com potencial de mercado que não são absorvidos pelo mercado da reciclagem.

4.2. ACLAMA – Cachoeira de Minas, MG

A Associação de Catadores de Materiais Recicláveis e Amigos do Meio Ambiente (ACLAMA) foi fundada em 2007, com base nos conceitos do CETEC (Centro Tecnológico de Belo Horizonte) que, em parceria com a Prefeitura Municipal de Cachoeira de Minas, elaborou o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos da cidade (ACLAMA, 2023). A Associação está localizada na Rodovia 173, número 100, na cidade de Cachoeira de Minas, ao sul de Minas Gerais.

O estudo foi realizado a partir de conversas e compartilhamento de relatos e dados, em duas visitas realizadas no mês de setembro de 2023 à ACLAMA. Inicialmente, foi mencionado durante a visita conduzida pelo Sr. José Ramos, presidente da ACLAMA, o fato de que o galpão da Associação já não comporta os resíduos coletados, devido ao aumento significativo que a cidade teve e, consequentemente, ao grande aumento da quantidade de lixo seco coletado. Ainda, é de grande relevância destacar o fato de que os resíduos e materiais coletados pelos catadores são somente lixo seco, isto é, não englobam lixo orgânico. Isso é possível devido à cultura de separação de materiais da maior parte da população da cidade e, principalmente, porque a

coleta é feita, majoritariamente, de forma manual pelos catadores da cidade, o que viabiliza a separação entre lixo seco e orgânico já no momento em que coletam.

Durante a visita, foi possível observar um grande volume de materiais recicláveis. Segundo dados da Associação, somente em 2022, houve um total de 300.563,5 kg de materiais recicláveis comercializados, sendo os principais: papelão, plástico filme branco, plástico filme misto, PP colorido, PP branco, tetrapak, vidro, papel cimento, PET, PET óleo e rafia. O primeiro semestre de 2023 seguiu a mesma tendência, sendo estes materiais os mais coletados e tendo poucas variações na quantidade coletada. Embora a cidade não tenha coleta em todos os bairros, nem na zona rural, o volume recolhido de plásticos com saída é grande. Atualmente, a grande maioria dos materiais são revendidos para serem reciclados.

Contudo, ainda há materiais que não possuem saída no município e na região. Destes materiais sem mercado, o presidente da Associação ressalta os principais:

- Poliéster com alumínio;
- Acrilonitrila butadieno estireno (ABS);
- Materiais de imagem de radiografia (acetato);
- Capas de chuva de nylon e PVC;
- Sapatos no geral;
- Borrachas de casca de fios;
- Materiais do tipo poli (tereftalato de etileno).

Em 2022, o total de rejeito coletado e descartado foi 51.792 kg. No primeiro semestre de 2023, por sua vez, a quantidade coletada foi de 26.591 kg e, até agosto, 40.241 kg. Em comparação a 2022, o primeiro semestre de 2023 apresentou cerca de 2.500 kg a mais de materiais sem saída coletados. Embora esse aumento não tenha explicação definida, induziu-se que a quantidade de lixo seco produzido e separado para coleta foi maior.

Dos materiais sem saída, cabe ressaltar que, apesar de não haver compradores para reciclá-los em Cachoeira de Minas, há diferenças na região, o que faz com que alguns dos materiais citados tenham mercado em outras cidades. O presidente da ACLAMA, no entanto, destacou os avanços alcançados nos últimos anos no município e na região – hoje, muitos materiais que não eram revendidos para circularidade, como o isopor, possuem mercado na região, ainda que em menores proporções.

5. Análises dos Resultados

As duas visitas realizadas à COMPARP (Belo Horizonte) e ACLAMA (Cachoeira de Minas), permitiram observar algumas distinções acerca de questões relacionadas à caracterização dos resíduos recebidos pelas cooperativas e associações.

A primeira constatação diz respeito às características dos resíduos recebidos. Em Belo Horizonte, há uma quantidade de 20% de rejeitos, sendo 12% de resíduos com potencial de reciclabilidade, porém, que não são absorvidos pelo mercado da reciclagem por não haver tecnologias de tratamento e/ou volume suficiente que viabilize a sua reciclagem, e 8% são resíduos úmidos (alimentos e resíduos de banheiro) e que não deveriam compor os resíduos recebidos pelas cooperativas de catadores.

No município de Belo Horizonte observa-se uma questão relacionada ao comportamento dos habitantes, que nos faz concluir que eles não separam corretamente resíduos secos de resíduos úmidos. Isso indica uma questão relacionada à conscientização, que pode estar relacionada a falhas na comunicação das políticas públicas que orientam a instituição da coleta seletiva na cidade, por exemplo.

Em Cachoeira de Minas, cidade com perfil diferente da região metropolitana, como demografia e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), a ACLAMA recebe apenas resíduos secos, já separados desta maneira pela população. Quanto a esta questão, caberia uma investigação aprofundada, que nesta pesquisa não convém explorar, por não se tratar do objeto de estudo.

Outra questão observada é em relação aos resíduos sem absorção no mercado da reciclagem nestes dois municípios, como apresentado no Quadro 3.

ACLAMA – Cachoeira de Minas	COMARP – Belo Horizonte
• Poliéster com alumínio; • Acrilonitrila butadieno estireno (ABS); • Materiais de imagem de radiografia (acetato); • Capas de chuva de nylon e PVC; • Sapatos no geral; • Borrachas de casca de fios; • Materiais do tipo Poli (tereftalato de etileno).	• Acrílico (PMMA – Polimetilmetacrilato); • Embalagens PET (Polietileno tereftalato) coloridas; • Embalagens PET (Polietileno tereftalato) laminado ou PP (Polipropileno) como bolos, ovos de codorna, legumes como o tomate e outros; • BOOP (<i>Bi-axially oriented polypropylene</i>) - película de polipropileno biorientada.

Quadro 3 – Resíduos sem absorção no mercado da reciclagem. Fonte: autores.

A partir do quadro acima, é possível observar que mesmo com nomes diferentes, o nome científico e o de conhecimento comum, alguns materiais são os mesmos tipos de rejeitos. O Poliéster com alumínio e o BOPP são os mesmos e podem ser exemplificados por embalagens de café, de biscoito recheado e chocolate. As embalagens PET (Polietileno tereftalato) ou PP (Polipropileno) e materiais do tipo poli, como foram resumidos, representam os mesmos tipos de materiais, exemplificados por garrafas PET coloridas, embalagens de frutas, legumes e de bolos. Tais materiais têm em comum não possuírem saída na economia circular, seja pelo seu baixo valor de mercado ou por serem difíceis de reciclar por seus vários compostos.

Dessa forma, fica evidente que para além das particularidades e distinções do mercado de reciclagem de cada região do estado, e de forma mais ampla no Brasil, em que alguns locais não trabalham com a reabsorção de determinados tipos de materiais na cadeia produtiva do

plástico, há um fator universal entre eles. Os rejeitos dos tipos citados anteriormente são utilizados em larga escala, sobretudo por estarem inseridos no ramo alimentício. Ainda assim, não foram encontradas soluções que possam abranger e reinseri-los na cadeia produtiva e de consumo e, como agravante, continuam sendo produzidos massivamente, a partir de recursos não renováveis, mantendo a sobrecarga sobre nosso ecossistema.

6. Considerações finais

O objetivo deste estudo foi apresentar um recorte do mercado dos plásticos que não possuem absorção no mercado da reciclagem, considerando as perspectivas de duas associações de catadores presentes no Estado de Minas Gerais. Foi possível constatar quais são os tipos de plásticos não são absorvidos pelas recicladoras, bem como observar diferenças entre as associações pesquisadas que podem estar relacionadas às atividades econômicas predominantes nas regiões estudadas, bem como o porte das cidades.

Não menos importante, a partir do estudo, fica evidente a importância do papel da área do Design, como um instrumento para auxiliar na concepção de novos produtos, considerando a problemática relacionada à não reciclabilidade de alguns tipos de plásticos. Como alternativa para estimular a adesão de materiais substitutos, pode-se orientar melhor os profissionais designers e o próprio mercado salientando demandas por maior sustentabilidade na concepção de produtos devido às premissas e vantagens de um modelo econômico circular.

Estudos futuros poderão abordar questões regionais relacionadas à absorção do mercado do plástico de acordo com as atividades econômicas predominantes, bem como explorar alternativas de novas tecnologias de destinação para os plásticos que não são absorvidos pelo mercado na atualidade.

Referências

ALMEIDA, Fernando. **O bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO (ABIPLAST). **4ª Pesquisa Anual de índice de Reciclagem de Plástico no Brasil**. [S.l.], 18 dez. 2022. Disponível em: <https://www.abiplast.org.br/publicacoes/pesquisa_reciclagem_picplast/>. Acesso em: 17 set. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2020. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>>. Acesso em: 15 set. 2023.

ASSOCIAÇÃO DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS E AMIGOS DO MEIO AMBIENTE (ACLAMA). 2023. Disponível em: <https://aclama-associacao-de-catadores-de-materiais.negocio.site/?utm_source=gmb&utm_medium=referral#summary>. Acesso em: 15 set. 2023.

AZEVEDO, Juliana L. A economia circular aplicada no Brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística reversa. In: XI CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. **Anais [...]**, Rio de Janeiro, 2015.

BARROS-PLATIAU, Ana Flávia; VARELLA, Marcelo Dias; SCHLEICHER, Rafael T. Meio ambiente e relações internacionais: perspectivas teóricas, respostas institucionais e novas dimensões do debate. **Revista Brasileira de Política Internacional**, v. 47, n. 2, p. 100-130, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-73292004000200004>>. Acesso em: 15 set. 2023.

BRASIL. **Decreto n. 11.413, de 13 de fevereiro de 2023**. Institui o Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa, o Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral e o Certificado de Crédito de Massa Futura, no âmbito dos sistemas de logística reversa de que trata o art. 33 da Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Brasília, DF: Presidência da República, 2023. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Decreto/D11413.htm>. Acesso em: 17 set. 2023.

BRASIL. **Decreto n. 11.043, de 13 de abril 2022**. Aprova o Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Presidência da República, 2022. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/D11043.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%2011.043%2C%20DE%2013,que%20lhe%20confere%20o%20art>. Acesso em: 17 set. 2023.

BRASIL. **Decreto n. 7.404, de 23 de dezembro de 2010**. Regulamenta a Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em: 17 set. 2023.

BRASIL. **Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2010. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 17 set. 2023.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Our common future**: World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University Press, 1987. Disponível em <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>>. Acesso em 15 set. 2023.

CLARO, Priscila Borin de Oliveira; CLARO, Danny Pimentel; AMÂNCIO, Robson. Entendendo o conceito de sustentabilidade nas organizações. **Revista de Administração (RAUSP)**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 289-300, 2008.

COSENZA, José Paulo; ANDRADE, Eurídice Mamede; ASSUNÇÃO, Gardênia Mendes de. Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Journal of environmental management & Sustainability**, v. 9, n. 1, p. e16147, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEORAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades**: Cachoeira de Minas. 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/cachoeira-de-minas/panorama>>. Acesso em: 16 set. 2023.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). 2023. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/about/>>. Acesso em: 17 set. 2023.

MEADOWS, Donella H.; MEADOWS, Dennis L.; RANDERS, Jørgen; BEHRENS III, William W. **The limits to growth**. Nova York: Universe Books, 1972. Disponível em: <<https://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2023.

PLANO DE INCENTIVO À CADEIA DO PLÁSTICO (PICPLAST). **Monitoramento dos índices de reciclagem mecânica de plásticos pós-consumo no Brasil**: relatório divulgação de outubro de 2022. Disponível em: <https://www.picplast.com.br/portal/picplast/content/pdf/Pesquisa_reciclagem_2021.pdf>. Acesso em: 19 out. 2023.

TELES, João José da Silva. **Sustentabilidade e Economia Circular**: o desafio do plástico. 2020. Relatório de Estágio (Mestrado em Administração Público-Privada) – Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2020.

UNITED NATIONS. **Promote Sustainable Development**. 2023. Disponível em: <<https://sdgs.un.org/goals>>. Acesso em: 17 set. 2023.

UNITED NATIONS. **UNEA Resolution 5/14**: End plastic pollution: towards an international legally binding instrument. Disponível em: <<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/39764/END%20PLASTIC%20POLLUTION%20-%20TOWARDS%20AN%20INTERNATIONAL%20LEGALLY%20BINDING%20INSTRUMENT%20-%20English.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 17 set. 2023.

VIOLA, Eduardo; FRANCHINI, Matías. Sistema Internacional de Hegemonia Conservadora: o Fracasso da Rio +20 na Governança dos Limites Planetários. **Ambiente e Sociedade**, v. 15, n. 3, p. 1-18, 2012.

WEETMAN, Catherine. **Economia Circular**: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa. Tradução: Afonso Celso Da Cunha Serra. 1. ed. São Paulo: Autêntica Business, 2019.