

# LIXO INVISÍVEL: CONTRIBUIÇÃO DO DESIGN PARA RECUPERAÇÃO DE MATERIAIS PROBLEMÁTICOS

*INVISIBLE WASTE: DESIGN'S CONTRIBUTION FOR THE RECOVERY OF PROBLEMATIC MATERIALS*

**FELIPE LUIS PALOMBINI, Dr** | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

**MARIANA KUHL CIDADE, Dra** | UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

## RESUMO

A recuperação dos resíduos sólidos urbanos é uma questão de importância global e, no Brasil, é totalmente dependente do destino que o material terá após o descarte. De maneira geral, se o resíduo é separado corretamente e possui interesse comercial, ele pode ser reciclado; caso contrário é desperdiçado, levando a problemas ambientais, econômicos e sociais. Muitas vezes esses materiais são amplamente considerados como problemáticos, devido às suas dificuldades óbvias em realizar sua reciclagem, seja por motivos técnicos ou sanitários. Entretanto, um grande grupo de resíduos problemáticos tem passado despercebido pelo público, por muitas vezes não ser considerado como tal. Desse modo, o objetivo deste artigo é discutir a questão dos resíduos “invisíveis”, i.e., materiais que, embora sejam tecnicamente simples de serem reciclados, não possuem interesse comercial, sendo prematuramente descartados além de serem desconhecidos do público como problemáticos. São abordados exemplos principais desses materiais, bem como são apresentadas formas sobre como o Design pode contribuir para valorizá-los e reinseri-los em novos ciclos produtivos e, por fim, é discutido como isso pode impactar a sociedade como um todo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Design; Polímeros; Vidro; Sustentabilidade; Reciclagem

## ABSTRACT

*The recovery of urban solid waste is a matter of global importance, and, in Brazil, it is dependent on the destination that the material will have after its disposal. Generally, if the waste is properly separated and has a commercial interest, it can be recycled; otherwise, it is wasted, leading to environmental, economic, and social problems. Often these materials are widely regarded as problematic, due to their obvious difficulties in recycling them, whether for technical or sanitary reasons. However, a large group of problematic waste has gone unnoticed by the public, as it is often not considered as such. Therefore, the objective of this paper is to discuss the issue of the “invisible” waste, i.e., materials that, although technically easy to be recycled, have no commercial interest and are then prematurely discarded, in addition to being unknown by the public. Main examples of these materials are cited as well as ways are presented in which Design can contribute to adding value and reinserting them into new production cycles and, finally, it is discussed how this can impact society as a whole.*

## KEYWORDS

*Design; Polymers; Glass; Sustainability; Recycling*



## 1. INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos são um dos maiores pontos de preocupação em grandes centros urbanos de todas as regiões do Brasil, desde grandes capitais a pequenos municípios do interior. Apesar de uma relativamente ampla cobertura de coleta de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) – em que mais de 92% é estimado para ser coletado (ABRELPE, 2021) – o país ainda carece de medidas importantes para recuperá-lo. Por exemplo, estima-se que apenas 1,3% das cerca de 11 toneladas de plástico gerado anualmente no país sejam reciclados ou recuperados (WIT *et al.*, 2019). No Brasil, o tratamento dos RSU é realizado por meio da ação de coleta e envio do lixo seco para associações conhecidas como Unidades de Triagem (CAMPOS, 2014; PALOMBINI; CIDADE; DE JACQUES, 2017). Tais locais correspondem a uma série de centros registrados por cada prefeitura, sendo responsáveis pela seleção e separação de materiais oriundos de RSU. Com o objetivo de comercialização, os materiais de interesse são identificados e isolados quanto às suas classificações principais dentro de materiais poliméricos, cerâmicos e metálicos. Uma vez separados, os materiais de interesse são – em grande parte das unidades de triagem – no máximo compactados em fardos e colocados à venda para recicladoras e indústrias, que possam utilizá-los como uma fonte de matéria-prima secundária. Embora determinados centros de triagem realizem etapas adicionais de processamento, incluindo lavagem e moagem (PALOMBINI, 2015), na maioria dos casos nenhum tipo de beneficiamento é realizado. Desse modo, a principal questão a ser pontuada é que se não há potencial econômico em um determinado tipo de resíduo, este é descartado pelos centros de triagem, tendo um destino similar aos resíduos orgânicos. E tudo independentemente de o resíduo tecnicamente possuir a capacidade ser recuperado.

A atual situação da recuperação de resíduos sólidos no país é uma situação que permeia diretamente o tripé da sustentabilidade. O primeiro fator, do impacto ambiental, dá-se diretamente pelo excesso de resíduo descartado sem um tratamento adequado, muitas vezes em lixões ou em aterros sanitários; sem contar a queima e o descarte ilegal, que contamina desde lençóis freáticos e regiões costeiras, até florestas e matas nativas, entre inúmeros outros locais sensíveis (PALOMBINI *et al.*, 2018a). O segundo fator corresponde à parte econômica desta problemática. Partindo do princípio que materiais com capacidade de serem recuperados, por reciclagem termomecânica, química e por outras formas de processamento, acabam sendo descartados prematuramente, tem-se uma quantidade significativa de matérias-primas em potencial que são desperdiçadas. Por fim, existe o importante aspecto social. Uma vez que os colaboradores dos centros de triagem, em sua maioria constituídos por trabalhadores de baixa renda, dependem da comercialização dos resíduos selecionados como sua principal fonte de remuneração, no momento em que os materiais são descartados há um desperdício de arrecadação pelo valor material, além de

atrasar o processo, aumentando o tempo de mão de obra necessário para separar os resíduos, sem poder aproveitá-los (MILLAR, 2008).

O processo de recuperação de um resíduo pode ser realizado por diferentes meios: pela reciclagem, em que o material é reintroduzido em um novo ciclo produtivo ad infinitum; com a biodegradação, em que interações químico-biológicas desejadas ocorrem com o meio ambiente com sua decomposição; até a recuperação energética, através de incineradores com queima controlada de resíduos para geração de energia (CALLISTER; RETHWISCH, 2012; WORRELL; REUTER, 2014). Desse modo, o denominador em comum dos critérios que possam tornar viável ou não um processo de reciclagem ou recuperação de um determinado resíduo é a energia embarcada geral – ou o custo energético, de todo o procedimento (ASHBY, 2011). No caso de centros de triagem isso não é restrito apenas ao gasto energético de maquinário (esteiras, prensas, iluminação, etc.), mas de pessoal (custo homem-hora), logística (transporte de resíduos e de material comercializado), entre outros; isso sem incluir o processo de reciclagem do material em si.

De maneira teórica, considerando os materiais como sendo compostos por diferentes elementos, virtualmente todos os resíduos poderiam ser reciclados (HEISKANEN, 2014). Entretanto, ainda que possa ser estimado que aproximadamente 90% dos itens e produtos descartados podem ser reciclados ou reutilizados considerando infraestruturas desenvolvidas (JOHNSON; GIBSON, 2014), esta taxa tende a ser significativamente menor na prática, especialmente em países em desenvolvimento. Por mais que exista, em termos tecnológicos, a capacidade técnica de se recuperar uma quantidade quase que absoluta de resíduos produzidos, os custos para viabilizar tornam-se o maior empecilho para a sua execução.

Dado o atual sistema de recuperação de resíduos sólidos, envolvendo as esferas ambiental, social e econômica, pode existir uma classificação dos que são considerados “problemáticos”. Estes consistem em materiais secundários cuja recuperação é considerada inviável ou desinteressante, devido a inúmeros motivos. Além disso, não apenas produtos feitos de materiais já tradicionalmente conhecidos como sendo complexos e de difícil separação ou reprocessamento – como termofixos e elastômeros, determinados compósitos, além de resíduos eletrônico, de construção civil, lixo hospitalar, entre outros – requerem uma atenção maior da sociedade. Atualmente pode-se classificar um grupo de resíduos sólidos urbanos problemáticos que, apesar de serem tecnicamente mais fáceis ou mais simples de serem reciclados ou recuperados, são considerados “invisíveis” justamente por passarem despercebidos por grande parte da população, além da ausência de políticas públicas específicas.

O design é uma atividade inventiva voltada para a solução de problemas da sociedade através de projetos

com caráter técnico-criativo e por meio da aplicação de tecnologias com integração de diferentes áreas (ASHBY; FERREIRA; SCHODEK, 2009; PALOMBINI *et al.*, 2018b). Relativo à questão de materiais problemáticos, o designer pode atuar através da investigação para identificação dos mesmos e por meio da geração de possíveis alternativas para mitigar seu desperdício econômico e seu impacto ambiental. Este trabalho aborda a questão dos materiais problemáticos e destaca exemplos daqueles que podem ser classificados como “invisíveis” – os quais correspondem a resíduos que possuem pouco destaque como sendo problemáticos, apesar de possuírem um interesse socioeconômico praticamente nulo em sua recuperação – além de discutir propostas que podem ser desenvolvidas para auxiliar na sua valorização e, conseqüentemente, em um maior aproveitamento. Inicialmente, no tópico 2, são apresentados alguns exemplos de materiais considerados problemáticos “invisíveis”, justamente por não serem reconhecidos diretamente como tal. Já no tópico 3 são apresentadas possíveis alternativas para solucionar a baixa valorização destes. Por fim, são realizadas discussões sobre como o design pode auxiliar na recuperação deste tipo de resíduo, bem como ações que podem ser conduzidas para um novo olhar sobre resíduos desperdiçados.

## 2. MATERIAIS PROBLEMÁTICOS INVISÍVEIS

Dentre os principais tipos de materiais descartados usualmente pela comunidade, estão os poliméricos, devido à sua onipresença em diferentes tipos de produtos. Segundo WIT *et al.* (2019), no Brasil é gerado cerca de 11 toneladas de polímeros anualmente e mesmo este material sendo um dos mais recebidos e reprocessado nos Centros de Triagem, seu descarte muitas vezes é efetuado de forma incorreta, como, por exemplo, misturados com rejeitos orgânicos. Entretanto, mesmo com estes fatores em torno do descarte deste material, existem outros pontos que o tornam ainda mais problemático.

Um dos materiais considerados de maior problemática em centros urbanos e pequenas cidades, é o poliestireno expandido (EPS), mesmo sem receber grande destaque. A commodity, além de se manter anualmente como um material preferível para acondicionamento de alimentos (AZAPAGIC; EMSLEY; HAMERTON, 2003) e de possuir um baixo valor quando estireno virgem, possui uma densidade extremamente baixa, o que dificulta o armazenamento, transporte, e comercialização de resíduos desse tipo. Por exemplo, segundo entrevista com o Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU) de Porto Alegre / RS, o centro de reciclagem de EPS mais próximo encontra-se no estado do Espírito Santo, a cerca de 2100 km de distância (CASTRO, 2020). Segundo o diretor-geral do DMLU, René José Machado de Souza, essa situação torna-se inexecutável: “...imagina encher um caminhão de isopor para levar ao Espírito Santo, para chegar lá e valer R\$ 20, no máximo R\$ 50. Não é economicamente viável...” (CASTRO, 2020).

Recentemente, outra questão sobre o uso de EPS tem ganhado destaque, devido ao aumento do uso dos chamados “plásticos de uso único” (SUPs, na sigla em inglês para Single-Use Plastics), tais como recipientes, copos, canudos, pratos e talheres (CHEN *et al.*, 2021), principalmente pela grande diferença entre o breve tempo que o objeto é utilizado e o quanto leva para se decompor. Com a pandemia de COVID-19, a partir de 2020, as limitações e restrições de mobilidade juntamente com os novos hábitos de consumo levou a um aumento de 30% na comercialização e geração de resíduos de SUPs em 2020, em comparação com 2019 (ABRELPE, 2021; FORSTER, 2020).

Além disso, em cidades do sul do país, a coleta seletiva aumentou 18% em 2020 em Santa Maria (XAVIER; NEVES, 2020), já o setor de delivery de refeições e alimentos, diretamente relacionado ao consumo de SUPS, cresceu 75% em 2020 em Porto Alegre (CARRIZO, 2021). E apesar da recente proibição de SUPs em diversas cidades brasileiras nos últimos anos antes da pandemia, muitas vezes a Justiça tem sido inclusive compelida a revogar determinadas leis devido à COVID-19. Na cidade de São Paulo, por exemplo, o Tribunal de Justiça suspendeu, com uma liminar, a proibição de descartáveis plásticos para 2021 (MELLO, 2020).

A utilização de canudos de polipropileno, por exemplo, que entre os anos de 2018 e 2019, muitos estados impuseram leis de proibição para a utilização destes, foram suspensas devido à praticidade destes materiais em atual período de COVID-19. Segundo o IBGE, em 2018 foi produzido por volta de 190 mil toneladas de canudos poliméricos (ABIPLAST, 2020). Ao analisar ecossistemas marinhos, diversas famílias da fauna estão sendo afetadas com a presença destes resíduos (PALOMBINI *et al.*, 2018a), onde este cenário vem crescendo ano após ano. Considerando apenas os canudos, é estimado que cerca de 8,3 bilhões de unidades encontrem-se localizadas somente nas áreas costeiras do mundo (BORENSTEIN, 2018), onde grande parte pode ser degradado em partículas menores e, assim, ser ingerido por animais.

Outro material considerado problemático “invisível”, com um constante aumento no seu consumo, são as cápsulas poliméricas de café para máquinas. Estas são também consideradas de uso único, onde, na maioria das vezes, os usuários que as consomem não realizam a retirada dos rejeitos de café, leite em pó e/ou achocolatados, para o descarte correto. Estas cápsulas são geralmente destinadas pelos usuários para o lixo seco, orgânico ou para o lixo misturado (seco e orgânico), mas mesmo com estas destinações o seu interior contém os rejeitos pós-consumo. Outra questão a ser levantada é que a composição interna destas cápsulas acaba por possuir muitas partes poliméricas distintas, como o corpo, a tampa e as peneiras para a filtragem do café (MELCHIORS; PALHANO; CIDADE, 2020). Estas partes, muitas vezes acabam sendo de polímeros diferentes, dificultando a desmontagem, identificação e venda em Centros de Triagem (CIDADE

*et al.*, 2021). Se pensarmos no ambiente de trabalho dos Centros de Triagem, todo o lixo seco recebido da Coleta Seletiva das cidades é depositado em esteiras, sendo triado e separado pelos trabalhadores do local. Neste momento, os trabalhadores necessitam selecionar os materiais, o que envolve gasto energético de esteiras, prensas e iluminação, e principalmente custo de hora de trabalho, onde somente estas questões aumentariam com resíduos pós-consumo deste tipo. Afinal, quantas horas um trabalhador teria que dispor para abrir com a ferramenta adequada, limpar e separar as partes que compõem uma única cápsula polimérica de café? E considerando a quantidade de material obtido nesta única cápsula, o processo ainda valeria a pena? Isso demonstra claramente a problemática de um tipo de resíduo considerado insustentável.

Mesmo sendo um consumo relativamente novo no Brasil, considerado o maior mercado mundial de café, o volume de varejo de café em cápsulas atingiu, em 2020, mais de 12,2 mil toneladas anuais, comercializadas somente neste formato (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2021). No entanto, apesar das muitas vantagens práticas das cápsulas de café em dose única, esse tipo de embalagem também representa um dos principais problemas com relação ao seu impacto ambiental. A maioria das cápsulas de café é composta por resinas poliméricas, alumínio ou uma mistura deles, o que aumenta a dificuldade de um descarte e manejo adequado no final da vida útil (HICKS, 2018). Ao considerar produtos com um grande volume de consumo unitário, como é o caso das cápsulas de café, isso representa uma grande ameaça para as políticas públicas que visam à redução ou à recuperação desse tipo de resíduo. Por exemplo, estima-se que aproximadamente 59 bilhões de cápsulas foram produzidas globalmente em 2018, e destas cerca de 56 bilhões provavelmente sejam descartadas tendo como destino aterros sanitários (HALO COFFEE, 2020). Embora as cápsulas de alumínio descartadas sejam consideradas de maior interesse para a reciclagem e comercialização do resíduo pós-consumo, devido ao valor intrínseco do material, pelos mesmos motivos a maioria das cápsulas poliméricas não desperta interesse econômico significativo e, portanto, são quase que totalmente descartadas pelos Centros de Triagem.

Ainda que resíduos da categoria de plásticos de uso único sejam considerados não-contaminantes durante a pandemia (DAS *et al.*, 2021), e que a contaminação por embalagens poliméricas de alimentos seja considerada “altamente improvável” pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2020), medidas simples também podem ser seguidas para garantir a segurança sanitária durante a coleta e manipulação desses materiais. Como, por exemplo, tem-se a possibilidade de utilização de equipamentos de proteção e higienização dos mesmos com álcool ou uma solução de hipoclorito de sódio (ANNAPOORANI, 2021; BEHERA, 2021; PARASHAR; HAIT, 2021). Tais práticas simples poderiam fazer uma grande diferença na manipulação de resíduos, favorecendo o processo de recuperação

dos mesmos.

Portanto, esse novo cenário de perfil de consumo caracteriza-se como uma questão holística, abordando não apenas a esfera de sustentabilidade (ambiental, econômico e social) como a de necessidade por saúde pública, demandando investigações para buscar soluções e meios para mitigar a problemática da geração de resíduos poliméricos de uso único. Isso apenas reforça a complexidade do tema frente às necessidades de se encontrar soluções viáveis (OLIVEIRA *et al.*, 2021), não apenas para as demandas atuais, mas para as futuras que irão surgir.

Essa problemática em torno destes materiais, tanto de uso único (SUPs) ou de difícil reciclagem vem se acentuando, e ações precisam ser pensadas e implementadas. Na Figura 01, é exemplificado o descarte do lixo doméstico nas principais cidades do Brasil, onde, geralmente, os usuários descartam seus lixos em locais apropriados (1) e, após, a coleta seletiva realizada pelas prefeituras arrecada os mesmos (2). Nesta figura, também é mostrado alguns materiais problemáticos e como estes são encontrados nos lixos, como o relatado anteriormente.



**Figura 01:** Descarte do lixo, evidenciando dois materiais problemáticos “invisíveis”: EPS e cápsulas poliméricas.

**Fonte:** Autores (2022).

No Brasil e em outros países, um dos meios de locomoção que se encontra em ascensão é as bicicletas. Classificadas como “veículos sustentáveis”, estas possuem um material problemático e de difícil reciclagem. Contraditoriamente, este produto de locomoção urbana, cada vez mais incentivado para um modo de locomoção mais consciente e adequado, possui como principal componente as câmaras de pneu de bicicleta. Estas câmaras, borracha EPDM (monômeros de dieno, copolimerizados com etileno-propileno), são caracterizadas atualmente, por descartes inadequados em aterros sanitários ou demais locais inapropriados, sendo responsável pelo acúmulo de lixo, aumentando os índices de resíduos sólidos

no Brasil (ABRELPE, 2021; RECICLOTECA, 2021). Ademais, sua dificuldade em ser reciclada necessita de muitos recursos, acabando sem interesse comercial e em muitos casos, sendo estocadas em empresas do ramo (FANG; ZHAN; WANG, 2001), além de ser um resíduo pouco conhecido como problema.

Esses são determinados tipos de resíduos os quais a grande maioria da população acredita que sua recuperação não seja problemática. Entretanto, mesmo com grande foco em materiais poliméricos como sendo problemáticos e invisíveis, existe ainda outro exemplo de material que também se enquadra nesta categoria: o vidro. Este material cerâmico, quando descartado para a coleta seletiva é igualmente levado aos Centros de Triagens dos municípios. Com a característica inerente de ser reciclável infinitas vezes, datada desde sua própria descoberta, o vidro pode ser infinitamente reprocessado, mantendo suas propriedades originais (DYER, 2014). Apesar disso, o material apresenta um índice de reciclabilidade efetivo extremamente baixo. Isso se deve em virtude de uma carência de iniciativas de utilização do resíduo, por parte do setor empresarial do país, além de um baixo valor comercial do mesmo. Além disso, de maneira oposta, porém paradoxal ao EPS, devido ao seu alto peso específico, seu transporte também torna-se mais caro. E, por ser comercializado a valores muito baixos, conseqüentemente ele causa uma desvantagem nas vendas para os Centros de Triagem. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Vidro (ABIVIDRO, 2021), a reciclagem deste material resulta na mesma quantidade inicial do mesmo, ou seja, é totalmente reciclado, com perda zero, economizando ainda matérias-primas naturais como a areia (sílica). Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil da ABRELPE (2020, 2021), os resíduos recicláveis secos somam cerca de 35% do lixo coletado, sendo compostos principalmente pelos plásticos (16,8%), papel e papelão (10,4%), além dos vidros (2,7%), metais (2,3%) e embalagens multicamadas (1,4%), evidenciando a baixa reciclabilidade do vidro. O preço médio deste material por coleta nas regiões do Brasil, chega em torno de 0,02 R\$/Kg, na região Centro Oeste, e 0,08 R\$/Kg na região Sul (ABRELPE, 2021). Com estes baixos valores comerciais, muitos Centros de Triagem acabam estocando seus rejeitos de vidro, causando uma desvantagem na lucratividade deste material.

Estas dificuldades atreladas a estes tipos de materiais encontrados em resíduos são acrescidas ao não investimento em reciclagem e reutilização, tornando-se um problema público, além de representar um desafio para designers, engenheiros, ambientalistas, entre outros.

### 3. CONTRIBUIÇÕES E AÇÕES DO DESIGN

Em torno do contexto levantado, da presença de materiais problemáticos e considerados “invisíveis” como uma questão que envolve todo o espectro do desenvolvimento sustentável, algumas ações estão sendo desenvolvidas, tanto em áreas comerciais, quanto em ambientes de

pesquisas técnico-científicas dentro de Universidades e Centros Educacionais, com o objetivo de apresentar possíveis soluções a este problema. A sustentabilidade tem sido um dos principais pontos de pesquisa no design no Brasil, devido aos aspectos holísticos que tangem toda a sociedade. Principalmente, pesquisas relacionadas à recuperação de materiais considerados problemáticos têm sido de grande importância para a diminuição da produção de resíduos além da conseqüente valorização dos mesmos.

Como exemplo, uma forma de valorizar o plástico secundário – além, é claro, de utilizá-lo com base no aproveitamento das suas propriedades mecânicas – é por meio de suas características estéticas, que podem implicar em diferentes níveis de complexidade e individualidade a um produto. Um dos benefícios do uso de plásticos reciclados como matéria-prima são suas qualidades visuais variáveis e estimulantes (WALKER, 1995). Particularmente, ao reciclar materiais com características visuais diferentes, a exemplo de trabalhar com resíduos não homogêneos com múltiplas cores, a peça obtida leva a um padrão final atraente e único. Quando usadas corretamente, essas “qualidades estéticas imperfeitas” de materiais secundários, como plásticos reciclados, podem até contribuir para o senso de trabalho “manual” e “artesanal” do produto, levando a um maior valor agregado (ROGNOLI *et al.*, 2015). Rognoli *et al.* (2015) revisaram vários casos de produtos feitos com polímeros reciclados de maneira rústica e não homogênea, propositalmente, como sendo um atributo estético chave para aumentar o valor estético de diferentes tipos de resíduos. Os autores afirmam que essa categoria, chamada de Materiais Do It Yourself (DIY, ou Faça Você Mesmo), contribui positivamente para o design do produto por meio da experimentação de materiais, e é resultado de práticas de autoprodução de indivíduos ou coletivos. A expressão da criatividade através dos materiais por meio da reciclagem do material polimérico de maneira não-homogênea permite que os produtos sejam únicos, conferindo-lhes personalidade e enriquecendo a experiência dos compradores, com um objeto com o qual se sintam mais relacionados por sua singularidade.

A preocupação com questões que afetam o meio ambiente, a sociedade e a economia, mesmo que não intencionalmente, foi acrescida com os anos, tornando-se hoje um fator de extrema importância no desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, é interessante destacar alguns exemplos de design, com produtos diversos e ações que buscam estes aspectos, tanto no âmbito de materiais problemáticos, dificuldades ambientais, polímeros secundários, entre outros.

Algumas marcas internacionais e nacionais, no setor de moda, acessórios, utensílios e eletroeletrônicos, estão trabalhando nestas temáticas (Figura 02). Como exemplo, podemos citar a empresa Nimble®, com a fabricação de cases recicláveis para aparelhos celulares, com a utilização de 72% de polímeros reciclados, reutilizando

poli-carbonato, TPU, silicone e polímeros secundários de outros cases (Figura 02 A). A Adidas® que, em parceria com a Parley®, faz o recolhimento de garrafas PET dos oceanos e desenvolve produtos diversos para o vestuário, como camisetas, tênis, jaquetas, etc. (Figura 02 B); e a Revoada®, que desenvolve mochilas e bolsas com a reutilização de câmeras de pneu (borracha EPDM) e tecidos de guarda-chuvas oriundo de lixos domésticos, borracharias e Centros de Triagem. (Figura 02 C). Este material tem sido alvo de interesse de muitos designer e profissionais da moda, onde buscam este tipo de resíduo para reinventá-los em suas criações.

Recentemente, a empresa Vélosophy® em parceria com a Nespresso®, lançaram uma edição limitada de bicicletas através da economia circular. O resultado é a RE:CYCLE (Figura 02 D), um equilíbrio entre a sustentabilidade e o estilo, o produto foi projetado para ilustrar o potencial do alumínio reciclável e motivar os fãs da Nespresso® a reciclar suas cápsulas. Para este produto, todo o quadro da bicicleta é feito de alumínio reciclado de cápsulas de café. Segundo o CEO da Nespresso®, “nossa colaboração com a Vélosophy®, foi mostrar aos amantes do café o potencial da reciclagem das suas cápsulas de alumínio, reunindo sustentabilidade e estilo para criar uma experiência verdadeiramente significativa, dando vida à importância da reciclagem” (VÉLOSOPHY, 2022). O alumínio é um dos recursos mais valiosos do mundo, e pode ser reciclado e reutilizado infinitamente como material secundário, permitindo uma segunda vida aos resíduos. Projetado para destacar o potencial de reciclagem das cápsulas de alumínio da Nespresso®, o lançamento do RE:CYCLE está incentivando os consumidores a considerar como ações referentes a um descarte adequado podem causar um impacto positivo futuramente.



**Figura 02:** Exemplos de produtos sustentáveis, onde em (a) é mostrado cases reciclados para celulares, em (B) tênis reciclados de garrafas PET; (C) bolsa de borracha EPDM e (D) bicicleta com quadro reciclado em alumínio.

**Fonte:** Nimble® (2022), Adidas® (2022); Revoada® (2022) e Vélosophy® (2022).

A Nespresso® iniciou com o incentivo da reciclagem de suas cápsulas aos consumidores em 1991. Hoje, o esquema está disponível em mais de 53 países e oferece aos amantes do café uma variedade de opções para a reciclagem conveniente de suas cápsulas usadas, desde uma rede de mais de 100.000 pontos de entrega até coletas na porta e esquemas de devolução pelo correio (NESPRESSO, 2022).

Já a marca de joias francesa JEM® ou Jewellery Ethically Minded, criada em 2009, desenvolve suas peças pensando na origem e forma de extração do ouro empregado em suas joias. O slogan da marca é justamente a combinação de estética com ética (“ethical gold”, ou ouro ético) onde, em parceria com a certificadora Fairmined®, impôs requisitos para a fabricação de suas joias, com relação à origem das matérias-primas empregadas, a rastreabilidade de seu fornecimento e os processos de fabricação (FAIRMINED, 2022; JEM, 2022). Fairmined® é um selo de garantia que certifica o ouro de organizações de mineração artesanal e de pequena escala que desenvolvem práticas éticas, transformando a mineração em uma força ativa para o bem-estar (FAIRMINED, 2022). A extração do metal nobre deve ser feita por empresas de característica artesanal, respeitando o meio ambiente e seus funcionários, com práticas mais amigáveis, melhores condições de trabalho, e de modo que contribua, assim, para o desenvolvimento das comunidades (CAPPELLIERI; TENUTA; TESTA, 2020; FAIRMINED, 2022). Ações como estas estão sendo implantadas devido a práticas ilegais e não certificadas de mineração do ouro, pela poluição de aquíferos por metais pesados e demais impactos ecológicos nas áreas de extração, bem como por práticas sociais antiéticas. Segundo a certificadora, em 2020, dez mineradoras artesanais foram autenticadas e cerca de 1.400 kg de ouro foram vendidos no mercado internacional (FAIRMINED, 2022).

Empresas tanto de joias, de moda e design estão aderindo à prática sustentáveis, éticas e sociais, tais como a Chopard®, utilizando ouro certificado; a SeeMe®, de Caterina Occhio, que projetou um centro de treinamento de joias feitas à mão e fabricadas por mulheres que sofreram algum tipo de violência; Riccardo Dalisi, que desenvolve a inclusão social através da reciclagem artesanal de joias, utilizando estanho, papel, cobre, ferro, cerâmica, vidro, madeiras e tecidos; a Tiffany® & Co, que utiliza uma gravação a laser em seus diamantes para informar em seus certificados a origem da extração do material; e a Apollo® Diamond, que cultiva diamantes em laboratório, uma alternativa que está sendo vista com bons olhos para os abusos de extração e comercialização deste material gemológico (CAPPELLIERI; TENUTA; TESTA, 2020).

Muitas tendências de projetos que envolvam o design e experimentações multidisciplinares, fruto da mescla de setores, políticas, processos, ideias, materiais, entre outros, estão se integrando e criando algo novo. Hoje, experimentos com materiais alternativos considerados

problemáticos, ou oriundos do lixo, por exemplo, são cada vez mais frequentes, juntamente com as práticas do fazer artesanal, o que também está refletindo em critérios sustentáveis, valorizando o tempo de concepção das peças e a busca por uma maior qualidade de um produto. Na joalheria existem ações neste sentido que unem materiais inusitados com as técnicas artesanais. Entretanto, um campo relativamente novo, especificamente nesta área, é a fabricação de peças com materiais oriundos de descarte e sem valor aparente no mercado, como no caso das cápsulas poliméricas de café, do EPS, da câmara de pneu de bicicleta e do vidro, mencionadas no tópico 2. Com isto, na Figura 03, são apresentadas algumas peças com a utilização destes materiais problemáticos, onde estes exemplos foram projetados e desenvolvidos dentro de um grupo de pesquisa técnico-científica no Departamento de Desenho Industrial da Universidade Federal de Santa Maria (DI/UFSM).

Na Figura 03 A, é exemplificada uma peça onde, para a sua fabricação, foram utilizados dois processos de joalheria, o industrial, empregado para a fundição de joias, através de forno Mufla, para o derretimento das capsulas de café, e o artesanal, para a manipulação do metal. Um fator importante na fabricação da peça foi a utilização de um metal reciclado (Prata 950), através de sobras de processos anteriores juntamente com metais recuperados e purificados. Um dos benefícios do uso de polímeros reciclados como matéria-prima em produtos com apelo estético é sua variável qualidade visual (WALKER, 1995). Particularmente, ao se reciclar materiais com características visuais diferentes, como resíduos poliméricos de múltiplas cores que não sejam homogeneizados, cada peça final obtida apresenta um padrão único. Neste pingente as tonalidades dos polímeros mesclaram-se parcialmente, proporcionando uma estética diferenciada à peça (CIDADE *et al.*, 2021; MELCHIORS; PALHANO; CIDADE, 2020). Foram utilizadas cápsulas de café que continham as tonalidades marrom e bege, juntamente com branco.

Outro projeto desenvolvido voltado a materiais invisíveis, foi com a utilização de resíduos de cacos de vidro encontrados no lixo doméstico (MOSTARDEIRO; ODERICH; CIDADE, 2019). Foram fabricadas duas peças, através do derretimento dos cacos coloridos em forno depositados em molde em gesso. Na figura 03 B é exemplificado uma das peças, um pingente, utilizando resíduos na tonalidade verde com a intensão de mesclar as cores encontradas no lixo. Novamente, buscou-se apresentar uma nova abordagem de aplicação do vidro como resíduo, em um meio de aumentar sua percepção de valor e estimular seu aproveitamento, apesar de seu transporte caro pela sua densidade e o valor cobrado por quantidade de material.

De maneira oposta, no caso do EPS, que tem como composição cerca de 98% de ar, com aditivos de expansão, e 2% de polímero virgem (ASHBY; JOHNSON, 2011; LEFTERI, 2014), o que encarece o seu transporte é justamente sua baixa densidade, i.e., levando à necessidade

da ocupação de um volume maior para se conseguir transportar uma determinada quantidade (em massa) de resina para ser reciclada. Isso, naturalmente, leva a um menor interesse comercial em sua aquisição, novamente, dificultando a sua reciclagem. Com este conceito, uma joia foi pensada para tentar chamar a atenção de usuários em torno deste material, como demonstrado na Figura 03 C, fabricada através da reciclagem química do EPS por acetona pura, sendo conformada em molde de silicone (PALOMBINI; CIDADE, 2021).

Já os resíduos das câmaras de pneu também foram introduzidos em diversos projetos, por ser um material flexível, maleável, confortável, resistente ao desgaste e a intempéries. Na Figura 03 D, são exemplificados um colar e um anel fabricados com tecnologia a laser CO<sub>2</sub>, através do corte e gravação de desenhos, da estudante Valentina Ortiz. A dificuldade em torno destas peças foi justamente o dimensionamento do colar em relação à largura da câmara de pneu de bicicleta, que geralmente apresenta uma dimensão reduzida, além das pequenas imperfeições que o resíduo apresenta, decorrentes do uso.



**Figura 03:** Desenvolvimento de joias oriundas de pesquisas, onde em (A) é apresentado um pingente com cápsulas recicladas, em (B) pingente com cacos de vidro; (C) pingente em EPS e (D) colar e anel com resíduos de câmaras de pneu.

**Fonte:** Autores (2022).

Tais projetos aliando materiais problemáticos e “invisíveis” consistem em exemplos de como o design também

pode contribuir para aspectos sustentáveis. Com a observação de questões sociais, econômicas e ambientais do nosso atual cenário, é possível trabalhar para buscar soluções que agreguem um desenvolvimento que possa trazer, também, benefícios para a sociedade. Mais recentemente é notável também a reorientação de ideais, na inclinação para aspectos relacionados não apenas à seleção do material em si, mas principalmente de sua origem e como ela pode impactar positivamente a sociedade.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A recuperação de resíduos sólidos urbanos tem sido um importante tópico de estudo em diferentes áreas do design. Como visto, tais materiais podem ser divididos entre aqueles que são amplamente reconhecidos pela sociedade como sendo problemáticos – quase como sendo um senso comum – como lixo eletrônico e hospitalar, resíduos de construção civil, entre outros, e aqueles que geralmente não são de conhecimento do público em geral, tais como cápsulas de café, EPS e vidro. Desse modo, projetos que contribuam com soluções para mostrar meios de valorização e reaproveitamento destes tipos de resíduos são de grande importância em uma esfera sustentável, tratando, portanto: da redução do impacto ambiental, pela poluição por meio dos rejeitos; da valorização econômica, ao aumentar o valor agregado desses resíduos; e do aumento de oportunidades sociais para trabalhadores de Centros de Triagem, ao permitir uma maior geração de renda pela comercialização de resíduos.

Dentre os múltiplos ramos de ações proativas nesta temática, que possam contribuir com abordagens sustentáveis, encontra-se o design, entre todas as suas diversificações de soluções projetuais e produtos. Desde o reaproveitamento de materiais, a escolha de matérias-primas certificadas, valorização de ações sociais justas, até, evidentemente, a redução de problemas ambientais associados ao desperdício de resíduos, o design pode atuar também com seus processos criativos. Nesse sentido, ressalta-se o papel fundamental de designers, estudantes e pesquisadores para contribuírem com o desenvolvimento de projetos que levem em consideração as variáveis ambiental, social e econômica. Por fim, é clara a necessidade de destacar que determinados tipos de resíduos, mesmo considerados simples e de fácil reprocessamento, também precisam de atenção de esferas administrativas e da população. Uma vez que de nada adiantam a separação correta do lixo seco pelos consumidores, a coleta seletiva abrangente pelas prefeituras, e a seleção eficiente dos resíduos pelos centros de triagem, se o material é desperdiçado ao final do ciclo.

#### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro através de bolsas de Iniciação Científica, Projeto Universal MCT/CNPq – 028/2018, ao Labetri da Universidade Federal de Santa Maria e ao Laboratório de Design e Seleção de Materiais

da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LDSM/UFRGS).

#### REFERÊNCIAS

ABIPLAST. **Lei de Proibição de Fornecimento de Produtos Plásticos - Posicionamento ABIPLAST**. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/noticias/lei-de-proibicao-de-fornecimento-de-produtos-plasticos-posicionamento-abiplast/>>. Acesso em: 16 fev. 2021.

ABIVIDRO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE VIDRO. **Porque o vidro é a melhor opção para reciclar!** São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <[https://abividro.org.br/wp-content/uploads/2021/08/E-book\\_Porque-o-vidro-e-a-melhor-opcao-para-reciclar-1.pdf](https://abividro.org.br/wp-content/uploads/2021/08/E-book_Porque-o-vidro-e-a-melhor-opcao-para-reciclar-1.pdf)>. Acesso em: 17 jan. 2022.

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. São Paulo: ABRELPE, 2020.

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2021**. São Paulo: ABRELPE, 2021.

ADIDAS. **adidas e Parley**. Disponível em: <<https://www.adidas.com.br/parley>>. Acesso em: 15 jan. 2022.

ANNAPOORANI, S. G. Sustainable Management of Biomedical Waste During **COVID-19** Pandemic. In: MUTHU, S. S. (Ed.). **COVID-19**. Singapore: Springer-Nature, 2021. p. 159–195. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-16-3856-5\\_6](https://doi.org/10.1007/978-981-16-3856-5_6)

ASHBY, M. F. **Materials Selection in Mechanical Design**. 4th. ed. Burlington: Butterworth-Heinemann, 2011.

ASHBY, M. F.; FERREIRA, P. J. S. G.; SCHODEK, D. L. **Nanomaterials, nanotechnologies and design: an introduction for engineers and architects**. Burlington, EUA: Butterworth-Heinemann, 2009.

ASHBY, M. F.; JOHNSON, K. **Materiais e design : arte e ciência na seleção de materiais em projeto de produto**. 2a ed. Rio de Janeiro: CAMPUS, 2011.

AZAPAGIC, A.; EMSLEY, A.; HAMERTON, L. **Polymers, the Environment and Sustainable Development**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2003.

BEHERA, B. C. Challenges in handling COVID-19 waste and its management mechanism: A Review. **Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management**, v. 15, p. 100432, 1 maio 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2021.100432>

BORENSTEIN, S. **Science Says: Amount of straws, plastic pollution is huge**. Disponível em: <<https://apnews.com/article/c1b6f8666138441d9af6054d8c096086>>. Acesso em: 16 fev. 2021.

CALLISTER, W. D.; RETHWISCH, D. G. **Fundamentals of Materials Science and Engineering: An Integrated Approach**. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2012.

CAMPOS, H. K. T. Recycling in Brazil: Challenges and

prospects. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 85, p. 130–138, abr. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.10.017>

CAPPELLIERI, A.; TENUTA, L.; TESTA, S. Jewellery Between Product and Experience: Luxury in the Twenty-First Century. In: GARDETTI, M. Á.; COSTE-MANIÈRE, I. (Eds.). **Sustainable Luxury and Craftsmanship**. Singapore: Springer, 2020. p. 1–23. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-15-3769-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-15-3769-1_1)

CARRIZO, P. **Quem faz o mercado da reciclagem em Porto Alegre?** Disponível em: <[https://www.jornaldocomercio.com/\\_conteud/cadernos/empresas\\_e\\_negocios/2021/02/778543-quem-faz-o-mercado-da-reciclagem-em-porto-alegre.html](https://www.jornaldocomercio.com/_conteud/cadernos/empresas_e_negocios/2021/02/778543-quem-faz-o-mercado-da-reciclagem-em-porto-alegre.html)>. Acesso em: 25 mar. 2021.

CASTRO, A. **Com separação incorreta, baixo preço de venda e “coleta clandestina”, Porto Alegre só recicla 6% do lixo [With incorrect separation, low sales price and “clandestine collection”, Porto Alegre only recycles 6% of the waste]**. Disponível em: <<https://www.sul21.com.br/caminhos-do-lixo/2020/02/com-separacao-incorreta-baixo-preco-de-venda-e-coleta-clandestina-porto-alegre-so-recicla-6-do-lixo/>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

CHEN, Y.; AWASTHI, A. K.; WEI, F.; TAN, Q.; LI, J. **Single-use plastics: Production, usage, disposal, and adverse impacts** *Science of the Total Environment*. Elsevier B.V., 15 jan. 2021.

CIDADE, M. K.; PALOMBINI, F. L.; PALHANO, A. P.; MELCHORS, A. Experimental Study for the Valorization of Polymeric Coffee Capsules Waste by Mechanical Recycling and Application on Contemporary Jewelry Design. In: MUTHU, S. S. (Ed.). **Sustainable Packaging**. Singapore: Springer-Nature, 2021. p. 85–110. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-16-4609-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-981-16-4609-6_4)

DAS, A. K.; ISLAM, M. N.; BILLAH, M. M.; SARKER, A. COVID-19 pandemic and healthcare solid waste management strategy – A mini-review. **Science of The Total Environment**, v. 778, p. 146220, jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146220>

DYER, T. D. Glass Recycling. In: WORRELL, E.; REUTER, M. A. (Eds.). **Handbook of Recycling**. Amsterdam: Elsevier, 2014. p. 191–209. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-396459-5.00014-3>

EUROMONITOR INTERNATIONAL. **Coffee in Brazil**, 2021. Disponível em: <<https://www.euromonitor.com/coffee-in-brazil/report>>. Acesso em: 30 jan. 2021

FAIRMINED. **What is Fairmined**. Disponível em: <<https://fairmined.org/what-is-fairmined/>>. Acesso em: 17 mar. 2021.

FANG, Y.; ZHAN, M.; WANG, Y. The status of recycling of waste rubber. **Materials & Design**, v. 22, n. 2, p. 123–128, abr. 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0261-3069\(00\)00052-2](https://doi.org/10.1016/S0261-3069(00)00052-2)

FORSTER, P. **Aumenta o consumo de descartáveis por causa da pandemia, diz associação**. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/2020/07/29/aumenta-o-consumo-de-descartaveis-por-cao-da-pandemia-diz-abrelpe>>. Acesso em: 25 mar. 2021.

HALO COFFEE. **Is Recycling Aluminium Coffee Capsules Really the Way Forward?** Disponível em: <<https://halo.coffee/blogs/blog/is-recycling-aluminium-coffee-capsules-really-the-way-forward>>. Acesso em: 12 maio. 2020.

HEISKANEN, K. Theory and Tools of Physical Separation/ Recycling. In: **Handbook of Recycling**. [s.l.] Elsevier, 2014. p. 39–61. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-396459-5.00005-2>

HICKS, A. L. Environmental Implications of Consumer Convenience: Coffee as a Case Study. **Journal of Industrial Ecology**, v. 22, n. 1, p. 79–91, fev. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.12487>

JEM. **Sustainable Jewellery - Discover our eco-responsible commitments**. Disponível em: <<https://www.jem-paris.com/pages/philosophie>>. Acesso em: 17 mar. 2021.

JOHNSON, A.; GIBSON, A. **Sustainability and Its Application Within Engineering Design**. In: Sustainability in Engineering Design. [s.l.] Elsevier, 2014. p. 65–111. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-099369-0.00003-0>

LEFTERI, C. **Materials for design**. London: Laurence King Publishing, 2014.

MELCHORS, A.; PALHANO, A. P.; CIDADE, M. K. ESTUDO DE RECICLABILIDADE E REUTILIZAÇÃO DE CÁPSULAS POLIMÉRICAS DE CAFÉ. **MIX Sustentável**, v. 6, n. 4, p. 93–104, 7 ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2020.v6.n4.93-104>

MELLO, D. **Liminar suspende lei que proíbe copos e talheres de plástico em SP**. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-04/liminar-suspende-lei-que-proibe-copos-e-talheres-de-plastico-em-sp>>. Acesso em: 25 mar. 2021.

MILLAR, K. Making Trash into Treasure: Struggles for Autonomy on a Brazilian Garbage Dump. **Anthropology of Work Review**, v. 29, n. 2, p. 25–34, 1 out. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1548-1417.2008.00011.x>

MOSTARDEIRO, M. E. S.; ODERICH, A. L.; CIDADE, M. K. Desenvolvimento de joia mediante a reciclagem de vidros e processos de fabricação multidisciplinares. **Plural Design**, v. 2, n. 1, p. 69–79, 29 jan. 2019. DOI: <https://doi.org/10.21726/pl.v2i1.85>

NESPRESSO. **Reciclagem de Cápsulas**. Disponível em: <<https://www.nespresso.com/br/pt/como-reciclar>>. Acesso em: 17 jan. 2022.

NIMBLE. **Thoughtful Technology, Made from Sustainable Materials**. Disponível em: <<https://www.gonimble.com/>>. Acesso em: 15 jan. 2022.

OLIVEIRA, W. Q. DE; AZEREDO, H. M. C. DE; NERI-NUMA, I. A.; PASTORE, G. M. Food packaging wastes amid the COVID-19 pandemic: **Trends and challenges. Trends in Food Science & Technology**, jun. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.027>

PALOMBINI, F. L. **Design de equipamento híbrido para o reprocessamento de resíduos poliméricos: aglutinador e moinho de facas**. 2015. 256 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

PALOMBINI, F. L.; CIDADE, M. K. Possibilities for the Recovery and Valorization of Single-Use EPS Packaging Waste Following Its Increasing Generation During the COVID-19 Pandemic: A Case Study in Brazil. In: MUTHU, S. S. (Ed.). **Sustainable Packaging**. Singapore: Springer-Nature, 2021. p. 265–288. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-16-4609-6\\_10](https://doi.org/10.1007/978-981-16-4609-6_10)

PALOMBINI, F. L.; CIDADE, M. K.; DE JACQUES, J. J. How sustainable is organic packaging? A design method for recyclability assessment via a social perspective: A case study of Porto Alegre city (Brazil). **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 2593–2605, jan. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.016>

PALOMBINI, F. L.; DEMORI, R.; CIDADE, M. K.; KINDLEIN, W.; DE JACQUES, J. J. Occurrence and recovery of small-sized plastic debris from a Brazilian beach: characterization, recycling, and mechanical analysis. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, n. 26, p. 26218–26227, 5 set. 2018a. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2678-7>

PALOMBINI, F. L.; LINDEN, J. C. DE S. VAN DER; MARIATH, J. E. DE A.; OLIVEIRA, B. F. DE. Design-Aided Science: o designer como promotor de tecnologias 3D para inovação em pesquisa científica. **Revista Educação Gráfica**, v. 22, n. 3, p. 169–186, 2018b.

PARASHAR, N.; HAIT, S. Plastics in the time of COVID-19 pandemic: Protector or polluter? **Science of The Total Environment**, v. 759, p. 144274, 10 mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144274>

RECICLOTECA. **Pneu e Entulho: produção, descarte e reciclagem**. Disponível em: <http://www.recicloteca.org.br/material-reciclavel/outros-pneu-e-entulho/>. Acesso em: 18 mar. 2021.

REVOADA. **Revoada Moda Sustentável e Brindes Corporativos**. Disponível em: <https://www.revoada.com.br/>. Acesso em: 15 jan. 2022.

ROGNOLI, V.; BIANCHINI, M.; MAFFEI, S.; KARANA, E. DIY materials. **Materials and Design**, v. 86, p. 692–702, 5 dez. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.07.020>

VÉLOSOPHY. **RE:CYCLE Edition - Vélosophy Cycles**. Disponível em: <https://velosophy.cc/product/recycle/>. Acesso em: 15 jan. 2022.

WALKER, S. The Environment, Product Aesthetics and

Surface. **Design Issues**, v. 11, n. 3, p. 15, 1995. DOI: <https://doi.org/10.2307/1511767>

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **COVID-19 and Food Safety: Guidance for Food Businesses**. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/covid-19-and-food-safety-guidance-for-food-businesses>. Acesso em: 6 set. 2021.

WIT, W. DE; HAMILTON, A.; SCHEER, R.; STAKES, T.; ALLAN, S. **Solving Plastic Pollution through Accountability, A Report for WWF**. Gland, Switzerland: [s.n.]. Disponível em: <https://wwf.fi/mediabank/12129.pdf>.

WORRELL, E.; REUTER, M. A. Definitions and Terminology. In: **Handbook of Recycling**. [s.l.] Elsevier, 2014. p. 9–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-396459-5.00002-7>

XAVIER, C. S.; NEVES, L. **Para onde vai tanta embalagem?** Disponível em: <https://diariosm.com.br/mix/videos-de-quem-é-a-responsabilidade-e-qual-é-o-destino-do-lixo-gerado-em-santa-maria-1.2236764>. Acesso em: 25 mar. 2021.

## AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2112-6695>

**FELIPE LUIS PALOMBINI**, Dr. | Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS | Programa de Pós-Graduação em Design | Porto Alegre - RS, Brasil | Correspondência para: Avenida Osvaldo Aranha, 99 6º andar – sala 607 | CEP 90035-190 | email: [felipe.l.palombini@gmail.com](mailto:felipe.l.palombini@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5893-383X>

**MARIANA KUHL CIDADE**, Dra. | Universidade Federal de Santa Maria - UFSM | Departamento de Desenho Industrial | Santa Maria - RS, Brasil | Correspondência para: Av. Roraima, 1000, prédio 40, sala 1136 | email: [mariana.cidade@ufsm.br](mailto:mariana.cidade@ufsm.br)

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

PALOMBINI, Felipe Luis; CIDADE, Mariana Kuhl. Lixo Invisível: Contribuição do Design para Recuperação de Materiais Problemáticos. *MIX Sustentável*, [S.l.], v. 9, n. 1, p. 17-26, dez. 2022. ISSN 24473073. Disponível em: <http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mix-sustentavel>. Acesso em: [\\_/\\_/\\_](https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v9.n1.17-26). doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v9.n1.17-26>.

**SUBMETIDO EM:** 17/01/2022

**ACEITO EM:** 08/09/2022

**PUBLICADO EM:** 20/12/2022

**EDITORES RESPONSÁVEIS:** José Manuel Couceiro Barosa Correia Frade, Paulo Cesar Machado Ferroli.

## Registro da contribuição de autoria:

FLP; MKC: conceituação, investigação, metodologia, administração de projetos, supervisão, validação, visualização, escrita - rascunho original, revisão e edição.

Declaração de conflito: nada foi declarado.