

## **ELEMENTOS VAZADOS: uso de materiais alternativos para uma arquitetura sustentável**

Camilla Takamatsu Freitas (IC) e Jair Antonio de Oliveira (Orientador)

**Apoio: PIBIC Mackenzie**

### **RESUMO**

O presente estudo explora as possibilidades de utilização de plástico reciclado na produção de elementos vazados do tipo cobogó, conhecido como *upcycling*, visando promover a sustentabilidade na arquitetura. O objeto de estudo da pesquisa interliga a tradição arquitetônica brasileira com a inovação sustentável, introduzindo o uso de materiais reciclados à sua fabricação, reduzindo o consumo energético e a exploração de recursos naturais. O plástico, material estudado para a utilização no elemento vazado, pode ser frequentemente encontrado nas ruas e indevidamente descartado, contribuindo para desastres ambientais tais como enchentes, já que sua decomposição pode demorar até 500 anos. A combinação do concreto com o plástico demonstrou-se viável na fabricação de cobogós em termos de resistência e viabilidade econômica. Também se explora o uso de novas tecnologias como a impressão 3D para a reutilização do plástico, implementando a economia circular no produto. O *upcycling*, uma prática inovadora, possibilita a transformação de um produto de menor valor e outro com maior valor, contribuindo igualmente na redução do consumo de fontes não-renováveis, gasto energéticos e poluição. Em suma, o estudo representa um tema promissor capaz de introduzir a sustentabilidade dentro da arquitetura utilizando a tecnologia capazes de gerar ambiente ecos sustentáveis que integram seus espaços internos e externos. Para que seja possível a prática da ideia da pesquisa é necessária a colaboração entre produtores, governos e consumidores, que devem ser educados para que possam contribuir.

**Palavras-chave:** Reciclagem. Cobogó. Plástico.

### **ABSTRACT**

The present study explores the possibilities of using plastic in the production of hollow architectural elements known as “cobogós”, a process referred to as *upcycling*, with the aim of promoting sustainability in architecture. The research subject links Brazilian architectural tradition with sustainable innovation, introducing the use of recycled materials in their manufacture, thereby reducing energy consumption and the exploitation of natural resources. Plastic, the material under investigation for use in these hollow elements, is often improperly discarded in the streets, contributing to environmental disasters such as floods, given that its decomposition can take up to 500 years. The combination of concret and plastic has proven to be feasible for manufacturing cobogós in terms of strenght and economic viability. New

technologies, such as 3D printing, are also explored for the reutilization of plastic, implementing a circular economy approach to the product. Upcycling, an innovative practice, allows for the transformation of a lower-value product into one of higher value, equally contributing to the reduction of non-renewable resource consumption, energy expenditure and pollution. In summary, this study represents a promising theme capable of introducing sustainability to architecture using technologies that can create eco-friendly environments, integrating both interior and exterior spaces. To put the research idea into practice, collaboration is necessary among producers, governments and consumers, who need to be educated to make their contributions possible.

**Keywords:** Recycling. *Cobogó*. Plastic.

## 1. INTRODUÇÃO

Por anos, os seres humanos prejudicaram o meio ambiente por meio de práticas que exigiam relativamente pouco do planeta devido ao seu conhecimento limitado. No entanto, esse cenário mudou drasticamente com a Revolução Industrial no século XVIII. O trabalho desse período era predominantemente manual, mas a maioria dele foi gradualmente substituída por máquinas, marcando o início de uma mudança significativa, haja visto as transformações decorrentes de tecnologias mais eficientes.

A Revolução Industrial resultou em crescimento econômico e melhorou a qualidade de vida da população, mas também levou a impactos ambientais negativos. O rápido influxo de mão de obra nas áreas urbanas resultou em superpopulação nas cidades urbanas criando e, de acordo com Santos & Skora (2021), no surgimento de cinturões de pobreza ao redor das indústrias. O trabalho nas fábricas oferecia salários inadequados, forçando muitos trabalhadores a residirem em habitações superlotadas, como cortiços, e os expondo a várias doenças.

A industrialização também deu origem a uma série de questões ambientais, incluindo urbanização rápida causando alta densidade populacional, consumo excessivo de recursos naturais, poluição do ar e do solo, e desmatamento. No pós-Segunda Guerra Mundial, o crescimento explosivo da população, como observado por Andreoli e Donha (2021), colocou pressão sem precedentes sobre os recursos naturais. O *World Wildlife Fund* (WWF, 2021) destacou que até 2021 eram necessárias 1,7 Terras para sustentar os padrões de consumo humano, recorrendo intensamente ao solo, água, minerais, combustíveis fósseis e madeira.

Os avisos da natureza sobre a atividade humana excessiva são evidentes no aumento do CO<sub>2</sub> atmosférico, na perda de biodiversidade, no derretimento acelerado de geleiras e calotas polares, na depleção da camada de ozônio, no aumento do lençol freático e na poluição dos rios, conforme citado por Andreoli & Donha (2021).

Desastres naturais também servem como alertas, muitas vezes exacerbados por ações humanas. Inundações urbanas, por exemplo, não são apenas uma consequência de superfícies impermeáveis, mas também do crescimento populacional descontrolado e dos assentamentos subsequentes e desordenados ao longo das margens dos rios, levando a um aumento do lixo nas ruas que acaba nos corpos d'água e obstruindo o seu fluxo.

A disposição inadequada de produtos contribui para o desperdício de recursos naturais utilizados em sua produção. Esta pesquisa aborda essa preocupação, especialmente a quantidade substancial de resíduos descartados incorretamente que

poderiam ser reciclados para utilizar tanto matérias-primas quanto recursos naturais previamente empregados.

A iniciativa de reutilizar um produto no final de sua vida útil para criar outro item de valor maior é chamada de *upcycling*. Bouzin (2021) a define como "reutilizar itens para criar algo melhor". Muitas vezes, essa prática resulta em algo útil, esteticamente agradável e de maior valor. Além disso, esse conceito incentiva os consumidores a transformarem produtos em outros itens, reduzindo a necessidade de novas compras.

O propósito desta pesquisa gira em torno da integração da sustentabilidade na arquitetura, com foco específico em elementos "cobogó". Esses elementos podem ser construídos usando materiais reciclados, introduzindo simultaneamente a sustentabilidade em quartos, casas ou prédios.

## **2. DESENVOLVIMENTO DO ARGUMENTO**

Atualmente, há uma grande demanda por novos produtos, porém nem sempre há orientações sobre seu correto descarte ou até mesmo suas embalagens. Frequentemente, esses itens acabam se tornando lixo nas ruas ou em aterros, quando ainda poderiam ser reutilizados.

Nas conferências das Nações Unidas sobre o meio ambiente, o Brasil está atrasado no cumprimento de suas promessas. De acordo com a Agência Câmara de Notícias (2021), das 169 metas de desenvolvimento sustentável, 54,4% estão em retrocesso, 16% estão estagnadas, 12,4% estão ameaçadas e 7,7% mostram progresso insuficiente dentro do Brasil.

A redução do uso de recursos naturais e o aumento da reciclagem estão entre os 169 objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030. Esta pesquisa combina esses dois objetivos, onde elementos vazados decorativos podem ser produzidos a partir de materiais reciclados e usados em fachadas de casas para servirem como decoração e diminuir o consumo de eletricidade. O principal material em estudo nesta pesquisa é o plástico, que pode levar até 100 anos para se decompor.

As garrafas de plástico são muito comuns entre as vendas do comércio, por essa razão, é um produto encontrado em escassez no meio ambiente.

As garrafas de plástico são comuns nas vendas comerciais, por isso são escassas no ambiente. Existem diferentes tipos de plásticos, cada um com uma finalidade específica. Alguns tipos de plástico são mais comumente encontrados nas ruas do que outros, e alguns são mencionados abaixo, de acordo com o Recicla Sampa (c2018):

- i. Polietileno tereftalato: Conhecido como plásticos PET, é o mais comum utilizado no envase de refrigerantes;
- ii. Cloreto de polivinila: Conhecido como PVC, é utilizado na produção de tubos, conexões e garrafas de água mineral e detergentes líquidos;
- iii. Polietileno de baixa densidade: Conhecido no mercado com PEDB e mais conhecido pelo uso em sacos plásticos.
- iv. Polipropileno: É possível encontrar esse tipo de plástico de embalagens de massas, biscoitos, potes de margarina e manteiga, utilidades domésticas e embalagem de salgadinhos;
- v. Poliestireno: Encontrado em copos descartáveis.

A reciclagem de plástico pode ser feita por métodos mecânicos, químicos, energéticos e incineração. Para o propósito desta pesquisa, o método mais adequado é a reciclagem mecânica.

A reciclagem mecânica envolve quatro etapas: fragmentação (I), lavagem e separação (II), secagem (III) extrusão (IV). Na etapa I, os plásticos são separados e levados a moinhos para reduzir seu volume. Na etapa subsequente (II), os resíduos são lavados e separados por densidade, com materiais mais densos afundando e os menos densos flutuando. Na penúltima etapa (III), o resíduo é seco usando grandes secadores de ar quente. Finalmente, na última etapa (IV), o plástico é moldado novamente.

O plástico pode ser usado como um agregado na fabricação de cobogós, reduzindo assim a quantidade de matéria-prima necessária, além de diminuir o uso de recursos não renováveis.

O elemento vazado do tipo cobogó, como mencionado por Santos (2019), surgiu em 1929 em Pernambuco, recebendo o nome de seus três criadores: Coimbra, Boeckmann e Góes. Seu design foi inspirado nos muxarabis, elementos vazados de origem árabe. Essa peça não é apenas usada na construção como fechamento e divisória, mas também como elemento decorativo que permite a passagem de luz e ar, sendo adequada para regiões quentes e úmidas.

De acordo com Santos (2019), uma das primeiras arquiteturas importantes no Brasil a usar o cobogó foi a Caixa d'água de Olinda, projetada por Luiz Nunes em 1934, considerada um marco importante na arquitetura moderna.

Figura 1 – Caixa d'água de Olinda, Luiz Nunes.



Fonte: Casa Vogue, 2019.<sup>1</sup>

Outro pioneiro no uso desse elemento vazado é o arquiteto Lucio Costa, que popularizou seu uso durante a era da arquitetura modernista, demonstrando seu valor e como ele melhora a estética das construções.

Figura 2 - Utilização de cobogó na Residência do Morumbi de Oswaldo Bratke



Fonte: Archdaily, 2015.<sup>2</sup>

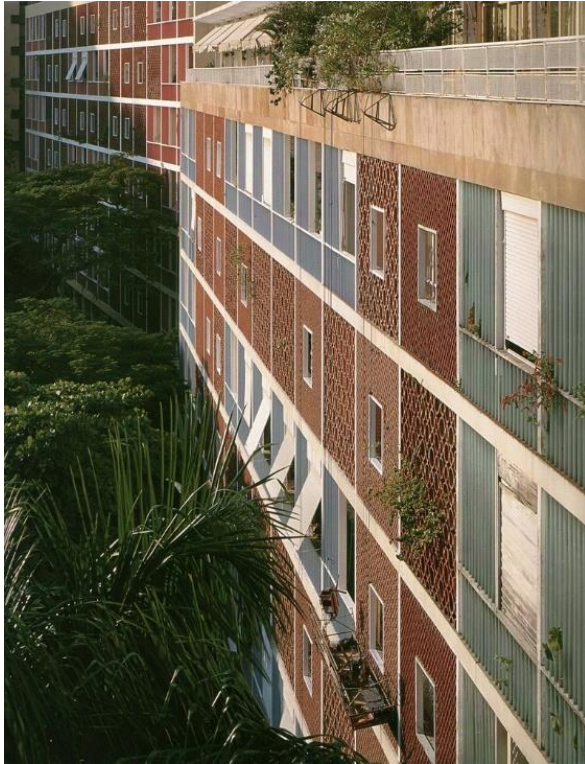
---

<sup>1</sup> Disponível em:

<https://s2.glbimg.com/zaCMRqWXIwZ2rKNXotLfKmuKAlA=/smart/e.glbimg.com/og/ed/f/original/2019/10/01/conheca-a-historia-dos-cogobos02.jpg>. Acesso em 14 de janeiro de 2023.

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/768101/cobogo/55737131e58ece23c800011f-cobogo-imagem>. Acesso em: 03 de julho de 2023.

Figura 3 – Parque Eduardo Guinle, Lucio Costa.



Fonte: Archdaily, 2015.<sup>3</sup>

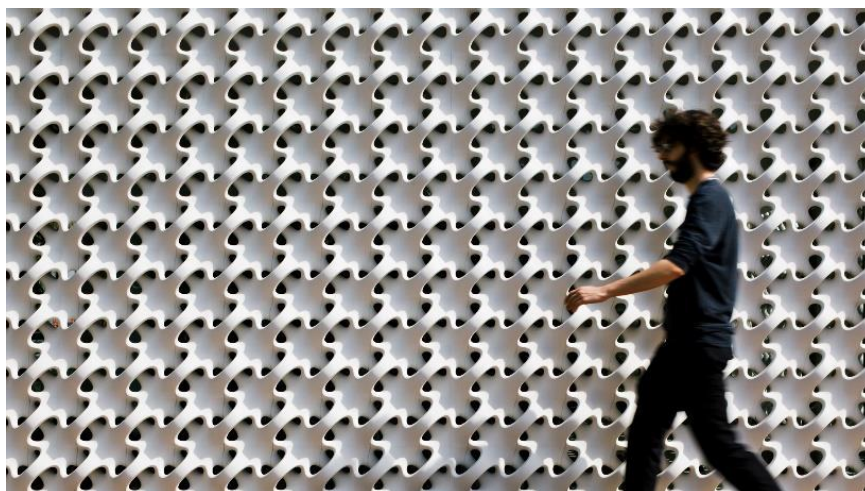
Em tempos mais recentes, o uso do cobogó se expandiu, e sua fabricação não se limita mais ao concreto, mas também envolve materiais como argila, vidro, gesso ou cerâmica.

Erwin Hauer é um nome proeminente no uso de painéis modulares e utilizou sua experiência na combinação do cobogó para projetar peças usadas na "Casa Cobogó" de Marcio Kogan. No local, foram usados cobogós de concreto e massa branca montados em painéis modulares ao redor da casa, conectando o espaço interior ao exterior.

---

<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/768101/cobogo/55737173e58ece23c8000120-cobogo-imagem>. Acesso em: 03 de julho de 2023.

Figura 4 – Casa Cobogó, Marcio Kogan.



Fonte: Studio MK27, c2023.<sup>4</sup>

Nos casos mencionados, são usados materiais comuns de construção, com proporções pré-definidas. No entanto, materiais recicláveis também podem ser incluídos no processo de fabricação, com o objetivo de substituir parte das matérias-primas visando à sustentabilidade.

De acordo com Rocha e John (2003, p.63) “A transformação de um resíduo em um produto comercial efetivamente utilizado pela sociedade oferece grandes oportunidades para aumentar a sustentabilidade social e ambiental.”

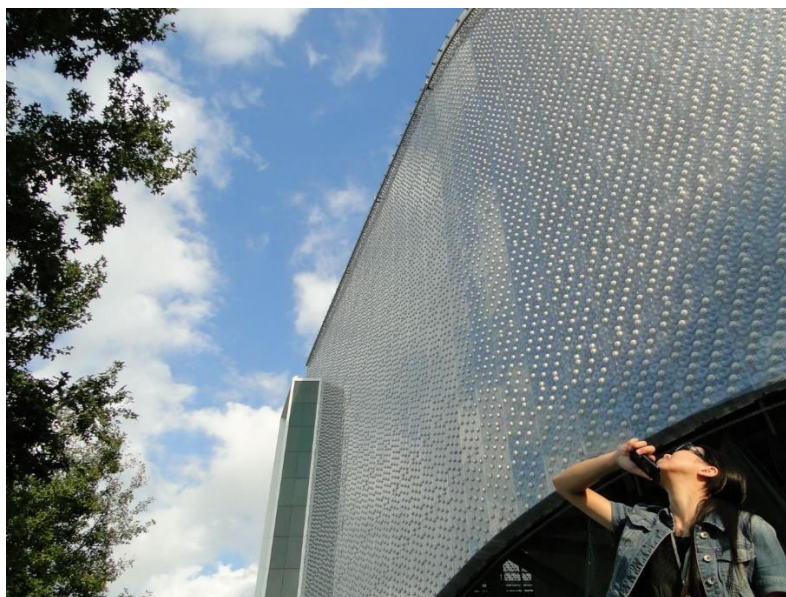
As soluções de uma arquitetura industrializada ecossustentáveis se mostram cada vez mais tangíveis. Um exemplo é o notável Ecoark, a maior construção já realizada a partir de garrafas de PET recicladas. Situado em Taipei, Taiwan, o edifício possui tijolos produzidos dessas garrafas, resultando em uma estrutura com metade do peso de um edifício convencional. A relevância deste empreendimento também se evidencia no fato de possuir a certificação LEED platinum. Sua solução também se mostra inovadora por suas características sustentáveis de fechamento:

“Seus tijolos mantêm o formato original das garrafas, auxiliando no isolamento térmico e também favorecendo a entrada de luz natural em todos os ambientes, a água da chuva é utilizada para resfriamento e toda a fachada foi revestida com painéis de LED.” (DLegend, 2023)

---

<sup>4</sup> Disponível em: <https://studiomk27.com.br/pb/cobogo/>. Acesso em: 03 de julho de 2023.

Figura 5 – Ecoark, Taiwan.



Fonte: Archdaily, 2013.<sup>5</sup>

### **Sob o Contexto de Sustentabilidade**

Na escolha do objeto de pesquisa, foi considerado de extrema importância selecionar um tema que pudesse incorporar a sustentabilidade no trabalho. Para tanto, duas partes foram contempladas: a reciclagem e a utilização de um elemento vazado.

Ao explorar ideias para o elemento que seria produzido, levou-se em consideração a busca por um objeto capaz de desempenhar um papel sustentável em diversos aspectos de uma construção. Além disso, buscou-se um elemento reconhecido pela arquitetura como um marco importante e atemporal.

No âmbito da sustentabilidade, existem várias abordagens que podem ser adotadas, como a implementação de telhados verdes, a redução do uso de recursos não renováveis e a prática da reciclagem. Ao escolher elementos arquitetônicos para um projeto, é possível considerar todas essas características para contribuir com o meio ambiente. No entanto, uma prática menos comum é a utilização de materiais reciclados na construção, uma tendência em crescimento no mercado.

A escolha do cobogó foi motivada pela sua capacidade de combinar um elemento já considerado sustentável com a reciclagem. Devido às suas áreas vazadas, o cobogó pode ser usado para promover a circulação de ar, reduzindo a necessidade de sistemas de ar-condicionado, e para aproveitar a luz natural, diminuindo o consumo de energia.

---

<sup>5</sup> Disponível em:

[https://images.adsttc.com/media/images/522a/2d83/e8e4/4e5a/6100/0125/large\\_jpg/dsc06680.jpg?1378495868](https://images.adsttc.com/media/images/522a/2d83/e8e4/4e5a/6100/0125/large_jpg/dsc06680.jpg?1378495868). Acesso em: 20 de agosto de 2023.

Além dos benefícios funcionais, o cobogó também possui um valor cultural e estético. Sua presença na arquitetura modernista brasileira e seu ressurgimento recente em construções contemporâneas o tornam uma escolha popular tanto para espaços internos quanto externos, seja como elemento de fechamento ou como componente decorativo.

A transformação de um material de menor relevância em um produto de valor agregado é conhecida como "*upcycling*". Essa abordagem inovadora faz a diferença ao permitir a reutilização de produtos que normalmente seriam descartados prematuramente. No contexto desta pesquisa, o conceito de *upcycling* pode ser aplicado para criar novos produtos industriais destinados à construção civil, um dos setores mais poluentes da economia global.

De acordo com a eCycle (2022), o *upcycling* não apenas reduz a quantidade de resíduos a serem descartados, mas também contribui para a diminuição da geração de poluentes durante a criação de novos objetos. Esse enfoque está em sintonia com os princípios da economia circular, que visa minimizar o desperdício e maximizar a reutilização de materiais.

A escolha do cobogó como objeto de pesquisa conecta tradição, funcionalidade e sustentabilidade, introduzindo a ideia de transformar práticas já estabelecidas em soluções modernas e ecossustentáveis. A união desses elementos pode resultar em um ambiente construído mais harmonioso com o meio ambiente.

### **Sob a Escolha do Material Reciclado**

Inicialmente, considerou-se a possibilidade de utilizar materiais como plástico, vidro e resíduos provenientes da construção civil. Alguns critérios foram adotados para orientar a seleção do material, incluindo a quantidade encontrada nas ruas, a viabilidade da separação de resíduos e as diferentes opções de reciclagem disponíveis para o material.

A forma mais comum de descarte de resíduos sólidos é por meio de lixões, onde os resíduos são depositados e permanecem até se decompor. Essa prática resulta em contaminação significativa do solo devido à variedade de compostos presentes. Lixões frequentemente contêm produtos que foram descartados de maneira inadequada, muitos dos quais possuem potencial para reciclagem.

Dois materiais amplamente encontrados em lixões e áreas urbanas são vidro e plástico, frequentemente sob a forma de garrafas.

De acordo com o IPEA (2017), o Brasil gerava cerca de 160 mil toneladas de resíduos sólidos diariamente em 2017, dos quais 30% a 40% eram passíveis de reciclagem, mas apenas 13% foram de fato reciclados. Além disso, uma publicação do

CEMPRE (c2022) revelou que apenas 23,1% do plástico produzido em 2020 foi reciclado, enquanto a taxa de reciclagem de vidro alcançou 47%.

Em relação aos resíduos da construção civil, a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (2020) relatou que os municípios de São Paulo geraram entre 50% e 70% do total em 2020. No entanto, a construção civil consome uma quantidade considerável de recursos naturais, chegando a utilizar 40% dos recursos extraídos em 2011, segundo Tajiri, Cavalcanti e Potenza (2011). O descarte inadequado desses resíduos não apenas resulta na perda desses recursos, mas também impacta negativamente o meio ambiente.

Esses dados apontam para uma significativa quantidade de resíduos sólidos que poderiam ser reciclados, mas que estão sendo descartados em lixões, resultando em desperdício de recursos naturais e contaminação do solo, potencialmente irreversível. Andreoli e Donha (2021) alertam que o planeta está enfrentando uma extinção em massa, exigindo ações urgentes e profundas para evitar a destruição das condições de vida para a espécie humana.

Considerando os critérios estabelecidos, optou-se pelo uso do polipropileno ou do PET (polietileno tereftalato) como os melhores materiais para a pesquisa. A Associação Brasileira da Indústria do Plástico revelou que, em 2020, das 7,1 milhões de toneladas de plástico produzidas, apenas 1,0 milhão foi reciclado, indicando um grande potencial desperdiçado por meio do descarte inadequado.

Embora haja várias maneiras de utilizar plástico na fabricação de elementos vazados do tipo cobogó, seja como base ou até mesmo como filamento para impressão 3D, é importante destacar que o uso do plástico reciclado pode contribuir significativamente para a sustentabilidade, especialmente quando combinado com práticas de reciclagem modernas, como a impressão 3D.

### **Utilização do Plástico para fabricação do Cobogó**

Para fabricar cobogós, podem ser empregados diversos materiais, como cerâmica, argila, gesso, vidro ou concreto. O uso do plástico na fabricação do cobogó envolve a incorporação do material à massa de concreto, o que requer um estudo detalhado para garantir que não afete negativamente suas propriedades mecânicas.

Gaio (2018) realizou experimentos utilizando polipropileno como agregado em diferentes composições para a fabricação de cobogós. Os resultados mostraram que a composição com 40% de plástico reciclado estava em conformidade com a norma brasileira ABNT 10834/94 que estabeleceu uma tensão mínima de compressão de 2 Mpa após 28 dias de cura. Isso sugere que essa composição é viável para uso na construção civil quando não possui a função estrutural.

Outra pesquisa realizada por Cândido et al. (2014) analisou a adição de PET ao concreto em diferentes proporções. Para esse ensaio os corpos de prova do traço de 15% de PET apresentaram resistência superior a 2 Mpa, atendendo aos requisitos normativos. Embora a degradação do plástico possa ser uma preocupação, especialmente em contato com o concreto, novas tecnologias, como a impressão 3D com filamento de plástico reciclado, estão possibilitando a produção de produtos sustentáveis e duráveis.

Ainda que seja possível a utilização do plástico na fabricação do cobogó em termos de sustentabilidade, ainda existem fatores que podem ser negativos no que diz seu tempo de vida útil, uma vez que o plástico pode começar a se desgastar em contato com o concreto. Segundo Cândido et. al, (2014) existe a degradação do polímero uma vez que interligada ao cimento:

“As fibras foram atacadas pelas soluções de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 0,1M; 1M e 10M), indicando a existência de degradação de fibras de PET nessas matrizes devido à hidrólise alcalina quando imersas na matriz de cimento” Betioli et al, (2004, apud Cândido et. al, 2014).

A degradação do PET pode acontecer antes mesmo de sua junção com o concreto, segundo De Paoli (2008, apud Cândido, 2014):

“A degradação do PET pode ser iniciada por cisalhamento, calor, oxigênio, resíduos de catalisador, dentre outros, conduzindo à degradação mecânica, térmica, química ou ainda a uma combinação destas. Têm-se, nesse sentido, fatores suficientes para acreditar que uma degradação acelerada dos compósitos com adição de PET pode ocorrer, como ocorre com as fibras vegetais devido aos processos de preparação deste material para incorporação em compósitos cimentícios (como é o caso da trituração).”

O "Projeto Plástico Permanente" da empresa holandesa *Better Future Together* exemplifica essa abordagem, reciclando plástico para transformá-lo em filamento para impressão 3D. Esse processo envolve etapas de limpeza, secagem, trituração, extrusão e impressão 3D. Dessa forma, é possível criar produtos a partir de materiais reciclados, contribuindo para um futuro mais sustentável.

Para tal procedimento o mesmo passa pelas etapas de limpeza e secagem, trituração, extrusão e impressão 3D.

Figura 6 – Processo de impressão 3D a partir de plástico reciclável



Fonte: *Better Future Factory*, c2023.<sup>6</sup> (editada pela autora)

### Sob a Viabilidade Econômica

É fundamental analisar a viabilidade econômica da produção de cobogós utilizando materiais reciclados, levando em consideração o interesse das empresas em aderir a esse processo.

Como demonstrado por Gaio (2018) o por meio de ensaios e análises de materiais, foi constatado uma melhor relação de custo de produção e que seria viável economicamente sua composição, reduzindo os custos para a fábrica que faz seu descarte e a fábrica que produz os próprios elementos vazados do tipo cobogó.

“Para suprir a produção, 2000 peças com 40% de resíduo, seriam necessários 8 m<sup>3</sup> de resíduo, o que geraria um custo médio de R\$400,00 ao mês com o transporte deste da fábrica geradora até a fábrica de cobogó. Assim, a economia com a incorporação do resíduo seria de R\$200,00 ao mês, substituindo 2/3 do volume de areia pelo resíduo da reciclagem do PP.” (GAIO, 2018)

Por outro lado, de acordo com Cândido et al. (2014), a viabilidade econômica da produção de cobogós a partir de PET reciclável é mais evidente em produções em larga escala. Essa perspectiva sugere que, além dos aspectos técnicos, o dimensionamento da produção também desempenha um papel crucial na avaliação econômica.

Vale ressaltar que a viabilidade econômica pode ser influenciada por diversos fatores, como a qualidade da limpeza do material, custos de transporte e variações nos preços das matérias-primas, como cimento e água. Embora a análise realizada

<sup>6</sup> Disponível em: <https://betterfuturefactory.com/project/perpetual-plastic-project/>. Acesso em: 26 de junho de 2023.

em ambos os estudos tenha mostrado resultados positivos em relação à viabilidade econômica da mistura de plástico reciclado com concreto, é importante considerar que cada cenário deve ser avaliado individualmente, considerando suas particularidades e variáveis específicas.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo abordado nesta pesquisa teve como objetivo a exploração da utilização do plástico reciclado na fabricação de elementos vazados do tipo cobogó, visando a sustentabilidade na arquitetura. Esse tópico se torna imprescindível dentro dos recentes dilemas ambientais, tais como a escassez de recursos naturais e a necessidade de novas práticas sustentáveis.

O cobogó, como objeto de pesquisa, foi o elemento chave para interligar a tradição arquitetônica moderna brasileira e sustentabilidade. Ao incorporar materiais recicláveis para a sua composição, estende seus benefícios não apenas em suas características estéticas individuais e de utilidade espacial, mas também em relação à redução do consumo de energético e à preservação de recursos naturais.

Em relação ao plástico, um material frequentemente encontrado nas vias públicas e submetido ao descarte inadequado, identificou-se uma oportunidade para a sua utilização através da sua transformação mediante a reciclagem. Estudos e experimentações corroboraram a viabilidade do uso do plástico como agregado na fabricação de cobogós de concreto na área de construção civil a par da sua viabilidade econômica. A combinação destes materiais mostrou-se viável do ponto de vista da resistência, permitindo sua utilização como um elemento de construção de função não-estrutural.

Adicionalmente, foi abordado o tema da impressão 3D, uma tecnologia inovadora favorável na redução do desperdício de material, contribuindo, deste modo, para os princípios da economia circular.

A reciclagem através do upcycling ou das práticas de economia circular assume importância para mitigar o impacto ambiental das atividades do setor de construção civil, um dos mais impactantes mundialmente. A reutilização destes materiais pode conduzir à redução da utilização de recursos naturais não-renováveis, à diminuição do consumo energético e à atenuação da poluição.

Em suma, conclui-se que a adoção de materiais recicláveis do tipo plásticos na confecção de elementos vazados do tipo cobogó se torna uma pesquisa promissora no ramo de sustentabilidade juntamente com a arquitetura. A combinação entre tradição arquitetônica, inovação tecnológica e a consciência ambiental poderá

contribuir para a criação de espaços mais harmoniosos com o meio ambiente. A implementação dessas práticas requer a cooperação de diversos atores, desde governos, indústrias e consumidores que devem ser educados para a contribuição com a causa.

#### 4. REFERÊNCIAS

Agência Câmara de Notícias. **Relatório aponta que o Brasil não avançou em nenhuma das 169 metas de desenvolvimento sustentável da ONU. 2021.** Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/784354-relatorio-aponta-que-o-brasil-nao-avancou-em-nenhuma-das-169-metas-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>. Acesso em: 6 de abril de 2022.

ÂNGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V. M. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil.** São Paulo: SP, 2001.

ANDREOLI, C. V.; DONHA, A. G. *Avaliação de Impactos Ambientais.* Apostila da Pós-Graduação de Meio Ambiente e Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (FGV), 2021.

Associação Brasileira da Indústria do Plástico (Abiplast). **Perfil das Indústrias de Transformação e Reciclagem de Plástico no Brasil 2021.** 2022. Disponível em: <https://www.abiplast.org.br/noticias/abiplast-publica-o-perfil-2021/>. Acesso em: 30 de junho de 2023.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 10834: Bloco de solo-cimento sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, RJ, 1994. 3p.

BOUZIN, M. *Logística reversa e economia circular.* Apostila da Pós-Graduação de Meio Ambiente e Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (FGV), 2021.

CÂNDIDO, L. F., BARRETO, J. M. L., CABRAL, A. E. B. (2014). Avaliação de blocos de concreto produzidos com PET reciclado. *Anais: VX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.* Maceió.

DOS SANTOS, A.; SKORA, C. *Meio Ambiente e Sustentabilidade.* Apostila da Pós-Graduação de Meio Ambiente e Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (FGV), 2021.

ECOARK: o maior prédio feito de garrafas PET do mundo. DLegend, 2023. Disponível em: <https://www.dlegend.com.br/blog/ecoark-o-maior-predio-feito-de-garrafas-pet-do-mundo/>. Acesso em: 20 de agosto de 2023.

GAIO, G. S. **Potencialidade da aplicação do resíduo do processo de reciclagem de polipropileno para desenvolvimento de cobogó.** 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica do Paraná, Londrina. Disponível em: [http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12144/2/LD\\_COEAM\\_2018\\_1\\_04.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12144/2/LD_COEAM_2018_1_04.pdf). Acesso em: 01 de julho de 2023.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Apenas 13% dos resíduos sólidos urbanos no país vão para a reciclagem.** 2017. Disponível em:

[https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=29296](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29296). Acesso em 6 de abril de 2022.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em 4 abril de 2022.

Perpetual Plastic Project Interactive recycling installation for events. Better Future Factory, c2023. Disponível em: <https://betterfuturefactory.com/project/perpetual-plastic-project/>. Acesso em: 26 de junho de 2023.

RAMOS, S. R. **Cobogó: mil maneiras de montar, só um jeito de falar**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Design) – Departamento Acadêmico de Desenho Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: [http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7698/1/CT\\_CODES\\_2015\\_2\\_10.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7698/1/CT_CODES_2015_2_10.pdf). Acesso em: 15 de janeiro de 2023.

ROCHA, J. C.; JOHN, V. M. **Utilização de Resíduos na Construção Habitacional**. Porto Alegre, RS, 2003. 272 p. (Coletânea habitare, v. 4). Disponível em: <http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/134.pdf>. Acesso em: 30 de agosto de 2022.

SANTOS, Lilian. Cobogós: conheça a história do símbolo da arquitetura brasileira. **Casa Vogue**, 2019. Disponível em: <https://casavogue.globo.com/Colunas/Revestindo-a-Casa/noticia/2019/10/voce-conhece-historia-dos-cobogos.html#:~:text=O%20cobog%C3%B3%20foi%20criado%20em,pequenas%20e%20feitos%20de%20madeiras>. Acesso em: 14 de janeiro de 2023.

São Paulo (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. **Plano de resíduos sólidos do estado de São Paulo 2020**. São Paulo: Secretaria do Infraestrutura e Meio Ambiente, 2020. Disponível em: [https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2020/12/plano-res%C3%ADduos-solidos-2020\\_final.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2020/12/plano-res%C3%ADduos-solidos-2020_final.pdf). Acesso em: 6 de abril de 2022.

TAXAS de reciclagem. **Centro Empresarial para Reciclagem (CEMPRE)**, c2022. Disponível em: <https://cempre.org.br/taxas-de-reciclagem/>. Acesso em: 4 de abril de 2022.

TUDO o que você precisa saber sobre reciclagem de plástico. Recicla Sampa, c2018. Disponível em: <https://www.reciclasampa.com.br/artigo/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-reciclagem-de-plastico>. Acesso em: 27 março de 2022.

UPCYCLING: o que é e como aderir à ideia. eCycle, c2022. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/upcycling-upcycle/>. Acesso em: 8 de julho de 2023.

**Contatos:** camilla.tfreitas@outlook.com e jair.oliveira@mackenzie.br