

Hexoglass: inovação sustentável em módulos para construção e acabamento

Sammyra Bárbara Rodrigues Dias

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
<http://lattes.cnpq.br/0629678180784332>
sammyra.dias@fau.ufal.br

Amanda Caroline Lopes Silva Soares

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
<http://lattes.cnpq.br/0652964413875938>
amandasoares1399@gmail.com

Karla Wanessa Menezes Silva Guimarães

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
<http://lattes.cnpq.br/0952679387135137>
karla.guimaraes@ctec.ufal.br

Juliana Donato de Almeida Cantalice

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
<http://lattes.cnpq.br/2951056442406718>
donato.juliana@gmail.com

Resumo

Este artigo apresenta o desenvolvimento do Hexoglass, um sistema modular criado a partir do reaproveitamento de resíduos vítreos, especialmente vidros pigmentados, cuja reciclagem ainda enfrenta grandes limitações em Alagoas. Com abordagem experimental e exploratória, a pesquisa propõe a criação de um material acessível, esteticamente atrativo e de baixo impacto ambiental, voltado a elementos construtivos leves como divisórias e revestimentos. A proposta se orienta pelos princípios do design circular e da sustentabilidade, investigando as potencialidades técnicas, formais e sociais do material em contextos de baixa infraestrutura industrial. Os resultados apontam o Hexoglass como alternativa viável e replicável, contribuindo para práticas projetuais mais circulares, inclusivas e adaptadas às especificidades socioambientais locais.

Palavras-chave

Resíduos vítreos; design circular; sustentabilidade; material construtivo leve; inovação em materiais.

Hexoglass: sustainable innovation in modules for construction and finishing

Abstract

This article presents the development of Hexoglass, a modular system created from the reuse of glass waste, especially pigmented glass, whose recycling still faces major limitations in Alagoas. Using an experimental and exploratory approach, the research proposes the creation of an affordable, aesthetically appealing and low-environmental-impact material, aimed at lightweight construction elements such as partitions and coverings. The proposal is guided by the principles of circular design and sustainability, investigating the technical, formal and social potential of the material in contexts with low industrial infrastructure. The results indicate Hexoglass as a viable and replicable alternative, contributing to more circular, inclusive design practices adapted to local socio-environmental specificities.

Keywords

Glass waste; circular design; sustainability; lightweight construction material; materials innovation.

1 Introdução

O acelerado crescimento urbano, aliado ao modelo linear de produção — baseado na lógica de “extrair, produzir, descartar” — tem ampliado significativamente os impactos ambientais causados pela geração de resíduos sólidos em escala global. Segundo dados do Banco Mundial (2018), mais de 2 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos são gerados anualmente no mundo, com projeções que indicam um aumento para 3,4 bilhões até 2050. No Brasil, em 2022, foram geradas cerca de 71 milhões de toneladas (ABREMA, 2022), sendo o vidro um dos materiais com maior potencial de reciclagem. No entanto, paradoxalmente, seu índice de reaproveitamento é baixo. Estima-se que apenas 25% do vidro descartado é efetivamente reciclado no país (ABIVIDRO, 2023), o que evidencia entraves relacionados à logística reversa, à cultura de descarte inadequado e à carência de soluções tecnológicas e sistêmicas para o reaproveitamento.

Entre os diversos tipos de vidro, os pigmentados apresentam dificuldades adicionais de reciclagem. Isso ocorre porque sua coloração limita a reinserção em processos industriais, que priorizam o vidro transparente pela versatilidade e pelas exigências de pureza óptica. Estudos mostram que a presença de apenas 1% de vidro colorido em lotes destinados à fabricação de vidro claro já compromete a qualidade do produto final, afetando propriedades ópticas e físicas (National Research Council, 1998). Além disso, a mistura de diferentes cores pode provocar inclusões e defeitos durante a fusão, tornando sua reutilização em larga escala pouco viável técnica e economicamente (Glass Structures & Engineering, 2022). Soma-se a isso o baixo valor de mercado desse resíduo e os entraves logísticos de triagem, o que desestimula o interesse industrial. Em estados como Alagoas, o vidro verde, por exemplo, enfrenta dificuldades ainda maiores, acumulando-se em cooperativas ou sendo descartado de forma inadequada.

Diante dessa problemática, o papel social do design torna-se essencial, não apenas ao propor produtos sustentáveis, mas também ao investigar materiais alternativos e dar novos significados àquilo que é comumente tratado como lixo. Projetos com enfoque sustentável têm ganhado relevância ao explorar as potencialidades de resíduos como insumo para soluções acessíveis, estéticas e alinhadas ao contexto local, ampliando o campo de atuação do design em direção à inovação regenerativa. Sob a ótica da economia circular e da resiliência ambiental, materiais desenvolvidos a partir de descartes ganham força como propostas projetuais relevantes. Para Manzini (2008), o design orientado à sustentabilidade visa estender o ciclo de vida dos materiais e fomentar soluções regenerativas. Já Braungart e McDonough (2009) defendem o modelo “cradle to cradle”, no qual os resíduos são considerados nutrientes para novos ciclos produtivos, dentro de uma lógica sistêmica e integrada ao meio ambiente.

É nesse contexto que surge o Hexoglass, um sistema modular criado a partir do reaproveitamento de resíduos vítreos pós-consumo. Desenvolvido inicialmente como artefato experimental de baixo impacto ambiental, o material resulta de práticas de prensagem de vidro triturado com adição de um ligante, como o cimento, grante, areia fina e ligantes oriundos da construção civil. Seu formato foi pensado para explorar a versatilidade do vidro, unindo valor estético e funcionalidade. Suas propriedades o tornam apto a aplicações em elementos construtivos leves, como divisórias e revestimentos, com potencial de contribuir para o conforto térmico, o aproveitamento da luz natural e a substituição de materiais convencionais na arquitetura.

A proposta do Hexoglass dialoga com princípios do design contemporâneo voltado à sustentabilidade, valorizando os resíduos como matéria-prima e articulando estética, modularidade e funcionalidade.

Também considera a ativação de redes colaborativas, especialmente em contextos comunitários, onde sua produção possa ocorrer localmente, contribuindo para melhorias em habitações de interesse social. O projeto não se limita à inovação material: atua como catalisador de processos coletivos, promovendo autonomia produtiva, geração de renda e senso de pertencimento por meio do fazer compartilhado.

A pesquisa investiga o potencial do Hexoglass como um material sustentável, adaptável e alternativo para aplicações no design e na construção civil. A metodologia adotada é experimental e exploratória, com foco no desenvolvimento de um módulo vítreo prensado, avaliando seu desempenho técnico, bem como suas possibilidades formais e estéticas. As etapas envolveram a criação de protótipos, testes de resistência à submersão em água e observações empíricas sobre o comportamento do material. Essa abordagem combinou a prototipagem manual com princípios do design especulativo — como a crítica aos modelos industriais convencionais, a proposição de futuros alternativos e o engajamento ético com o território (DUNNE; RABY, 2013) —, promovendo um fazer sensível, acessível e alinhado à realidade local.

Assim, o trabalho aqui apresentado busca demonstrar o potencial do Hexoglass como solução de baixo impacto ambiental, observando suas possibilidades técnicas, estéticas e simbólicas. Ainda em fase de desenvolvimento e experimentação, a pesquisa pretende contribuir para o debate sobre inovação material, sustentabilidade e valorização de resíduos no design contemporâneo.

2 Reaproveitamento de resíduos no design contemporâneo

Nas últimas décadas, o avanço urbano e industrial intensificou significativamente a geração de resíduos sólidos, atingindo um total de 2,24 bilhões de toneladas por ano, segundo levantamento da ONU (2023). No estado de Alagoas, apesar da existência de algumas iniciativas voltadas à coleta e ao tratamento, a gestão desses resíduos ainda enfrenta grandes desafios, conforme a figura 1, a quantidade e a diversidade de resíduos coletados revelam a insuficiência das práticas de reaproveitamento. De acordo com dados do SINIR (2020), o índice de recuperação de resíduos no estado foi de apenas 0,38% naquele ano. O Relatório Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos de 2019, também elaborado pelo SINIR, revela que apenas 17 municípios alagoanos possuem destinação adequada para os resíduos coletados, enquanto grande parte ainda os direciona para áreas degradadas ou não licenciadas.

A coleta seletiva permanece incipiente. Em 2019, apenas 6.705 toneladas de materiais foram recuperadas, com grande parte concentrada nas cooperativas. Especificamente em relação ao vidro, foram contabilizadas 284,8 toneladas recuperadas — um número que demonstra o baixo aproveitamento de um material que possui alto potencial de reaproveitamento. Diante desse cenário, o design contemporâneo é chamado a propor novas práticas que contribuam para mitigar os impactos da produção e do descarte, fomentando o reaproveitamento inteligente de materiais considerados resíduos.



Figura 1: retirada de resíduos nas ruas de Maceió, Alagoas

Fonte: ascom SUDES, 2022.

Desde a década de 1970, autores como Victor Papanek (2004) têm discutido o papel e a responsabilidade do design frente às problemáticas socioambientais. Em sua obra *Design para o mundo real*, o autor critica o comportamento irresponsável de muitos designers ao criar objetos desnecessários e prejudiciais ao meio ambiente, destacando que “nenhum produto feito por designer é moralmente neutro” (Papanek, 2004, p. 52). Para ele, o design deve atender às necessidades reais das pessoas, e não aos interesses do consumismo. Essa perspectiva se mantém atual e impulsiona abordagens mais conscientes, como o ecodesign, o design circular e o upcycling — práticas que buscam ressignificar materiais descartados, reinserindo-os em novos ciclos produtivos com responsabilidade ambiental e social.

A lógica da economia circular rompe com o modelo linear de produção, propondo ciclos fechados em que os resíduos são transformados em matéria-prima para novos produtos. McDonough e Braungart (2017) aprofundam essa discussão ao apresentar o conceito de design regenerativo, com base na ideia de que “resíduo é alimento”. Na obra *Cradle to Cradle*, os autores defendem que produtos devem ser concebidos desde a origem para circular em dois ciclos: o técnico (materiais reutilizáveis de forma contínua) e o biológico (materiais que podem retornar à natureza com segurança). No design de produto, esse raciocínio exige atenção à durabilidade, desmontabilidade e potencial de reaproveitamento futuro dos materiais.

A escolha dos materiais, portanto, não é uma decisão meramente técnica — ela carrega simbolismos e implicações políticas. Para Manzini (2008), a sustentabilidade exige uma transformação pessoal e coletiva na forma como nos relacionamos com os objetos e sistemas. Trabalhar com resíduos requer um olhar crítico, capaz de unir estética e funcionalidade em soluções que eduquem e inspirem mudanças de hábito. A materialidade dos produtos conta histórias, e o uso de resíduos pode se tornar um meio estratégico de engajamento ambiental quando articulado com princípios de inovação, ética e pertencimento ao território.

Dentre os resíduos urbanos, o vidro se destaca por sua durabilidade, sua baixa taxa de reciclagem em algumas regiões e seu grande potencial ainda pouco explorado como matéria-prima, o acúmulo representado na figura 2 reforça a necessidade de políticas mais eficazes para o reaproveitamento do vidro em Alagoas. Apesar das dificuldades, suas propriedades — como resistência à umidade e translucidez — o tornam especialmente promissor para a criação de materiais construtivos e revestimentos. Assim, o presente trabalho propõe investigar essas oportunidades sob a ótica do design sustentável e circular, com foco nas especificidades e potencialidades do contexto alagoano.



Figura 2: garrafas de vidro em cooperativa de Maceió

Fonte: acervo de pesquisa, 2024.

3 Materiais alternativos a partir de resíduos: inovação e limitações

Diante da crescente preocupação com o esgotamento dos recursos naturais e o acúmulo de resíduos sólidos, torna-se cada vez mais urgente, nos campos do design, da arquitetura e da construção civil, a busca por soluções mais sustentáveis. Entre essas soluções, destaca-se o desenvolvimento de materiais a partir de resíduos reciclados ou reaproveitados, que apresentem desempenho técnico comparável aos materiais convencionais. Esse movimento acompanha uma necessária revisão dos modos de produção e consumo, alinhando-se a uma abordagem mais responsável, tanto ambiental quanto socialmente.

Em geral, os chamados materiais alternativos têm em comum a origem em resíduos — sejam eles plásticos, vítreos, orgânicos ou têxteis — e os desafios relacionados à sua reinserção em cadeias produtivas mais conscientes. Manzini (2008) observa que a escolha de materiais no design não é neutra, pois envolve decisões simbólicas, políticas e ambientais. Assim, ela deve ser orientada por

valores que prezam pela responsabilidade social e pelo potencial regenerativo. Nesse sentido, o vidro se destaca como um material rico em possibilidades técnicas e sensoriais. Suas propriedades — como translucidez, resistência à umidade e durabilidade — o tornam adequado para aplicações em revestimentos e sistemas construtivos leves.

Contudo, a reciclagem do vidro, especialmente quando pigmentado, enfrenta grandes entraves. As dificuldades de separação por cor, as limitações de reaproveitamento industrial e os riscos de contaminação de lotes de vidro transparente tornam o processo oneroso e inviável em muitos casos. Nessa realidade, o reaproveitamento local aparece como uma estratégia promissora para ressignificar esse material subutilizado.

Diversas iniciativas pelo mundo demonstram o potencial transformador do uso de resíduos. A startup americana REPLART, criada pela empresa ByFusion, desenvolveu blocos de construção a partir de plásticos oceânicos sem o uso de aditivos (figura 3), resultando em uma redução de 95% na emissão de CO₂ em comparação ao tijolo cerâmico convencional. No Brasil, há exemplos como o tijolo ecológico com borracha de pneu, que apresenta melhor desempenho termoacústico; na Argentina, há tijolos produzidos com PET moído substituindo a areia, o que reduz o volume de resíduos e os custos de produção. Em Gaza, engenheiras locais desenvolveram blocos de construção a partir de escombros da guerra, respondendo à escassez de materiais com inovação comunitária.



Figura 3: tijolo REPLART

Fonte: SustentArqui, 2017.

Em Alagoas, um caso de sucesso é o Cobogó Mundaú. Utilizando resíduos da concha do sururu — molusco bivalve típico das lagoas alagoanas e base da subsistência de muitas famílias ribeirinhas — (figura 4A e 4B), tradicionalmente descartadas sem destino adequado, foi possível desenvolver um novo produto com a colaboração da comunidade pesqueira do bairro do Vergel, em Maceió. O projeto, liderado pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS), já recolheu mais de 358 toneladas de resíduos, produziu mais de 15 mil unidades do cobogó e gerou uma renda de aproximadamente R\$695 mil para 21 famílias envolvidas. O impacto ambiental, econômico e social da iniciativa demonstra como a matéria-prima local, quando vista sob a ótica do design, pode se tornar um recurso valioso de transformação.



Figura 4A e 4B: processo de preparação do resíduo / resultado final do cobogó mundaú

Fonte: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS), 2021. / UNLTD Experience, Portobello, 2021.

Apesar dos avanços, os materiais alternativos ainda enfrentam limitações técnicas e estruturais. No caso do vidro, destacam-se a fragilidade (com tendência a trincas durante o transporte), a necessidade de cortes precisos e ferramentas específicas, e a dificuldade de integração com outros materiais como madeira ou cerâmica. Além disso, a ausência de normas técnicas específicas dificulta sua inserção no mercado em escala comercial.

Susan M. Sussman (2012) ressalta que o sucesso de um material sustentável depende não apenas de sua origem reciclada, mas de seu desempenho nos ciclos reais de uso. Complementando essa visão, Manzini (2008) reforça que a inovação material deve considerar também aspectos sociais e culturais, com o design exercendo um papel mediador entre tecnologia, ética e território. Nesse contexto, o Hexoglass surge não apenas como uma solução técnica, mas como uma proposta mais ampla, com potencial de impactar positivamente ecossistemas inteiros. Projetos como o Cobogó Mundaú validam essa abordagem, ao mostrarem que o rejeito pode ser o ponto de partida para novas práticas de design aplicadas à arquitetura, ao cotidiano e à transformação social.

4 Processo de criação do Hexoglass

O desenvolvimento do Hexoglass foi orientado por uma abordagem experimental e iterativa, fundamentada nos princípios do design especulativo e no fazer empírico. Autoras como Leyla Acaroglu (2014) e Anne-Marie Willis (2006) destacam a importância de processos abertos e críticos na construção de inovações materiais, especialmente quando vinculados a contextos locais e sociais.

A pesquisa partiu de um objetivo claro: desenvolver um material alternativo, com base em resíduos vítreos, que pudesse ser utilizado como módulo construtivo em sistemas de arquitetura leve e design de superfícies. A proposta nasce de um contexto urbano marcado pelo baixo índice de reciclagem de vidro, especialmente pigmentado, o que motivou a busca por soluções acessíveis, sustentáveis e conectadas ao território.

A primeira etapa consistiu na pesquisa teórica e análise de referências sobre materiais alternativos no campo do design e da construção civil. A equipe também investigou experiências similares que envolvessem resíduos sólidos, especialmente o vidro, e mapeou possíveis parceiros locais para a cadeia produtiva, como cooperativas de reciclagem e a ALURB (Autarquia de Desenvolvimento Sustentável e Limpeza Urbana de Maceió), que já havia iniciado o processo de trituração do material.

A partir dessa base, o processo experimental seguiu cinco etapas principais:

- (1) coleta e seleção do vidro pós-consumo (já triturado pela ALURB);
- (2) peneiramento e separação por granulometria e cor;
- (3) definição das composições experimentais com diferentes proporções entre vidro, cimento, graute e areia fina, sem uso de resinas;
- (4) moldagem dos protótipos em formas de PVC e aço inox com cura ao ar livre;
- (5) observação empírica dos resultados, com foco na integridade, coesão, textura, brilho e resistência preliminar.

A cronologia do processo evidenciou como a experimentação prática guiou cada decisão projetual, permitindo ajustes em tempo real e contribuindo para uma compreensão mais sensível e situada do material, considerando aspectos técnicos, estéticos e sociais.

Desde o início, buscou-se valorizar o potencial dos resíduos vítreos pós-consumo. No caso do Hexoglass, o vidro já foi fornecido triturado, como parte de um processo de separação e triagem realizado em parceria com a ALURB, como ilustrado na figura 5. Essa condição inicial permitiu maior controle visual e físico sobre os componentes da mistura, otimizando o tempo de preparo dos protótipos e ampliando a viabilidade do processo em contextos reais de aplicação.



Figura 5: vidro triturado (proveniente da separação de resíduos sólidos ou coleta seletiva) **Fonte:** acervo de pesquisa, 2024.

A seguir, foram definidas as misturas experimentais, incorporando o uso de cimento Portland como matriz aglutinante — amplamente utilizado na construção civil por seu desempenho mecânico, fácil acesso e baixo custo. Em algumas variações, também foi utilizado o graute, uma argamassa fluida que permite melhor penetração em moldes pequenos e pode influenciar a aderência e o acabamento superficial dos blocos.

As proporções entre vidro triturado, ligante (cimento ou graute) e areia fina (tabela 1) foram definidas a partir de parâmetros de acessibilidade, testes empíricos e praticidade de replicação em contextos locais, como cooperativas ou produção sob demanda. Buscou-se investigar como a variação nos volumes desses componentes impactaria a consistência, textura e integridade das peças moldadas.

Tabela 1: testes e misturas do primeiro protótipo

Testes	Misturas
A	1 medida de graute (200 ml) + 1 medida de vidro triturado (200 ml) + água
B	0,5 medida de graute (100 ml) + 2 medidas de vidro triturado (400 ml) + água
C	1 medida de cimento (200 ml) + 1 medida de areia fina (200 ml) + 1 medida de vidro triturado (200 ml) + água
D	1 medida de cimento (200 ml) + 0,5 medida de areia fina (100 ml) + 1 medida de vidro triturado (200 ml) + água
E	0,5 medida de cimento (100 ml) + 0,5 medida de areia fina (100 ml) + 1 medida de vidro triturado (200 ml) + água
F	1 medida de graute (200 ml) + 1 medida de vidro triturado (200 ml) + água + vidro jogado por cima
G	0,5 medida de graute (100 ml) + 2 medidas de vidro triturado (400 ml) + água
H	1 medida de cimento (200 ml) + 1 medida de areia fina (200 ml) + 1 medida de vidro triturado (200 ml) + água
I	0,5 medida de cimento (100 ml) + 1 medida de areia fina (200 ml) + 2 medidas de vidro triturado (400 ml) + água
J	1 medida de graute (200 ml) + 2 medidas de vidro triturado (400 ml) + água
K	1 medida de cimento (200 ml) + 1 medida de vidro triturado (200 ml) + água

L	0,5 medida de cimento (100 ml) + 1 medida de vidro triturado (200 ml) + água
M	1 medida de cimento (200 ml) + 1 medida de vidro triturado (200 ml) + água

Fonte: acervo de pesquisa, 2024.

O monitoramento dos protótipos (figura 6) consistiu em avaliações visuais, táteis e técnicas, observando a coesão das peças, sua integridade após a desmoldagem e aspectos sensoriais como brilho, textura e som ao toque.



Figura 6: protótipos após processo de cura

Fonte: acervo de pesquisa, 2024.

Os protótipos foram divididos em dois tipos, para tijolos e revestimentos estéticos. Nos revestimentos, também foi utilizado em alguns a resina como acabamento, para agrupar melhor as partículas de vidro triturado, como mostra a figura 7A e 7B.



Figura 7A e 7B: protótipos para revestimentos / protótipo para revestimento revestido com resina

Fonte: acervo de pesquisa, 2024.

Durante a fabricação, foi possível observar que as misturas com maior proporção de partículas finas e cimento resultaram em peças mais coesas e resistentes (figura 8A e 8B). Por outro lado, as composições com fragmentos maiores proporcionaram efeitos visuais mais marcantes, com maior brilho e transparência. Essa vivência prática permitiu o reconhecimento imediato dessas relações e o ajuste das fórmulas, em busca de um equilíbrio entre desempenho técnico e qualidade estética.



Figura 8A e 8B: protótipos para tijolos menor quantidade de vidro / maior quantidade de vidro

Fonte: acervo de pesquisa, 2024.

5 Aplicações possíveis: superfícies, revestimentos e elementos construtivos

O Hexoglass foi concebido como um módulo construtivo compacto (figura 9), pensado não apenas para atender às demandas estéticas e funcionais da construção leve, mas também como uma alternativa sustentável ao descarte inadequado de resíduos vítreos. Inspirado formalmente no tijolo, seu formato favorece a aplicação em painéis modulares, divisórias e superfícies decorativas. Mais do que um artefato físico, o Hexoglass propõe um novo ciclo produtivo, que pode ser ativado em colaboração com cooperativas de reciclagem e iniciativas comunitárias, gerando impacto social, renda local e fortalecimento de cadeias produtivas circulares.

Ao se inserir numa lógica de design que valoriza o território e os saberes compartilhados, o Hexoglass promove a revalorização de materiais rejeitados, estimulando práticas sustentáveis e colaborativas.

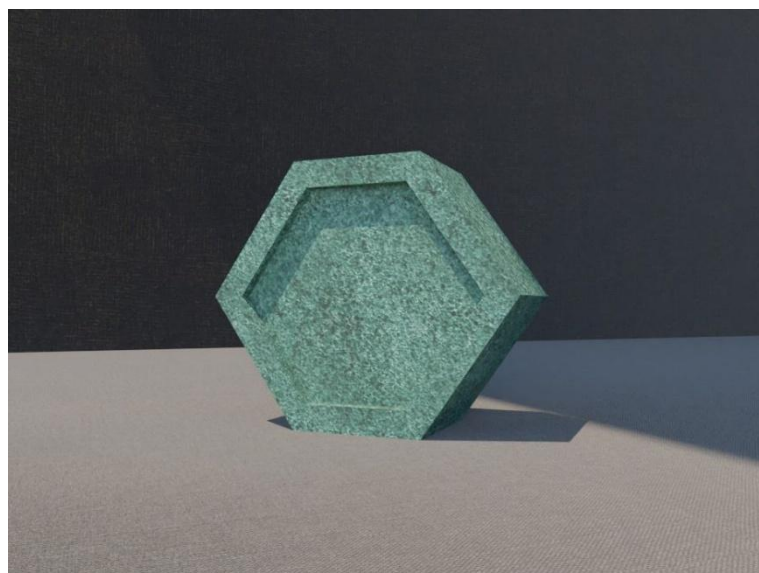


Figura 9: ilustração digital no SketchUp do formato do hexoglass

Fonte: acervo de pesquisa, 2024.

Durante o desenvolvimento do projeto, a modularidade foi priorizada para facilitar o encaixe entre os blocos e reduzir desperdícios. O módulo não utiliza resinas ou ligantes alternativos, o que preserva sua estética rústica, marcada por irregularidades e pela textura característica do vidro triturado evidenciado na figura 10. Essa expressividade torna o Hexoglass especialmente interessante para aplicações em design de superfícies. Quando necessário, podem ser aplicados acabamentos que protejam a peça e aumentam sua durabilidade.

O material também oferece ampla versatilidade visual. A variedade de cores e opacidades obtidas por meio da seleção dos fragmentos de vidro permite adaptar os projetos a diferentes paletas cromáticas e contextos arquitetônicos.



Figura 10: protótipo no formato do hexoglass

Fonte: acervo de pesquisa, 2024.

Os protótipos desenvolvidos exploraram diferentes proporções de cimento, areia fina e vidro triturado, buscando observar o comportamento do material em relação à coesão, textura e resistência básica. Embora ainda não tenham sido realizados testes laboratoriais normativos (como compressão ou abrasão), as observações empíricas indicam que o Hexoglass apresenta bom desempenho em aplicações que não exigem grande carga estrutural — como painéis, revestimentos e superfícies de uso leve.

Sua produção sob demanda, em pequena escala e em sistemas artesanais e colaborativos, configura um campo promissor. Ao oferecer um material acessível e passível de reprodução local, o Hexoglass se posiciona como uma solução viável para práticas de arquitetura social e construções de baixo impacto ambiental. Como destaca Paola Antonelli (2013), o design eficaz emerge da interseção entre tecnologia, estética e implicações sociais.

Autores como Dunne & Raby (2013) e Ágnes B. Thévenin também refletem sobre o papel dos sistemas modulares diante das crises ecológicas, ressaltando sua capacidade de propor soluções sensíveis e contextualizadas. O Hexoglass, nesse sentido, transcende sua materialidade experimental, convidando à reflexão sobre o uso de resíduos como forma de expressão poética e tecnológica. O design contemporâneo, ao incorporar o caráter especulativo, valoriza a modularidade e amplia as possibilidades de uso e adaptação dos produtos.

6 Discussões e contribuições para o design sustentável

No cenário atual de crise ecológica e transformações nos modos de produção e construção, torna-se urgente repensar os materiais utilizados no design e na arquitetura, não apenas sob o ponto de vista técnico, mas também ético. O design sustentável, nesse contexto, vai além da escolha de materiais ou técnicas produtivas: envolve também impactos sociais, viabilidade de aplicação e potencial transformador das soluções propostas.

Maria Cecília Loschiavo (2012) destaca que o design deve assumir um compromisso ético com o cotidiano, incentivando mudanças reais por meio de propostas adaptadas, acessíveis e socialmente

envolventes. Assim, iniciativas sustentáveis ganham relevância não apenas pela sua contribuição ambiental, mas também por atribuírem valor simbólico, econômico e social ao que antes era considerado apenas lixo.

É nessa perspectiva que o Hexoglass propõe uma reflexão prática e teórica sobre inovação e sustentabilidade. Ao utilizar resíduos vítreos como matéria-prima, o projeto visa criar um material de baixo impacto ambiental que funciona como elo entre a inovação técnica e a responsabilidade socioambiental. Ao mesmo tempo, valoriza a produção local e o reaproveitamento de resíduos, configurando-se como uma alternativa viável às práticas tradicionais da construção.

A escolha do vidro pós-consumo, especialmente aquele de difícil reciclagem, atende a um duplo propósito: mitigar os impactos ambientais gerados por sua disposição inadequada e reinventar o ciclo de vida de materiais comumente descartados. Nesse sentido, o Hexoglass vai além da estética: questiona os modelos produtivos vigentes e sugere caminhos alternativos, voltados à construção leve, ao reaproveitamento de recursos e à valorização de práticas colaborativas junto à comunidade.

Sua inovação, portanto, não se limita ao aspecto técnico, mas abrange um compromisso com a transformação social. O Hexoglass apresenta potencial para democratizar o acesso a soluções sustentáveis, sobretudo em regiões com infraestrutura precária. Isso é viabilizado por meio de tecnologias acessíveis e processos replicáveis, alinhando o projeto a um design voltado à transição ecológica — no qual a inovação se configura não como luxo, mas como uma ferramenta de mudança cultural e inclusão.

Apesar de seu potencial promissor, o Hexoglass ainda enfrenta desafios estruturais e de validação técnica. Os próximos passos da pesquisa incluem a realização de testes de durabilidade, segurança e desempenho térmico, além da elaboração de estratégias para viabilizar sua produção em pequena e média escala. Essas etapas são fundamentais para tornar o material competitivo no mercado e para que ele possa ser amplamente adotado em diferentes projetos e contextos.

Refletir sobre o Hexoglass é também pensar no papel do design na construção de futuros mais justos e sustentáveis. O projeto adota uma abordagem que compreende o material não apenas como um bem tangível, mas como uma narrativa — uma história de progresso, responsabilidade e cuidado com o ambiente e com a sociedade.

7 Considerações finais

Diante dos desafios relacionados à gestão de resíduos sólidos, especialmente os vítreos, este artigo apresentou o desenvolvimento do Hexoglass — um material sustentável, modular e reciclável, pensado para ter baixo impacto ambiental. Sua produção baseia-se na trituração e compactação de resíduos vítreos pós-consumo, sobretudo garrafas de bebidas que não podem ser reutilizadas para sua função original. Nesse sentido, o Hexoglass surge como alternativa viável ao desperdício de recursos e à subutilização de materiais, oferecendo uma nova perspectiva para o uso de resíduos na construção e no design.

Ao longo da pesquisa, foi possível perceber como o design pode atuar estrategicamente na criação de soluções sustentáveis, conciliando viabilidade técnica e econômica com impacto social positivo. A fase de experimentação, com testes e protótipos, permitiu investigar uma ampla gama de possibilidades formais, estéticas e funcionais, observando também os principais desafios, como a resistência estrutural e o acabamento final das peças. Embora os primeiros protótipos não tenham sido desenvolvidos para aplicações estruturais pesadas, eles apresentaram desempenho promissor em usos leves — como divisórias, revestimentos e elementos de mobiliário.

A proposta do Hexoglass também amplia o debate sobre o papel do designer frente à crise climática e à cultura do descarte. Seu desenvolvimento aponta caminhos para uma atuação mais crítica e comprometida, que articula tecnologia acessível, modularidade e estética regenerativa. O projeto inspira práticas baseadas nos princípios do design especulativo, circular e ecológico, e abre possibilidades para sua aplicação em iniciativas de arquitetura social — especialmente quando produzido localmente, sob demanda, e em processos colaborativos com comunidades.

Para as próximas etapas, recomenda-se a realização de ensaios normativos de desempenho físico, como os testes de absorção de água (ABNT NBR 9778), resistência à compressão (ABNT NBR 12118 ou NBR 8492, conforme o uso), e resistência à abrasão (ABNT NBR 12042), a fim de validar tecnicamente o uso do Hexoglass em contextos reais. Também se sugerem estudos comparativos com outros materiais alternativos consolidados e pesquisas sobre a aceitação estética do produto em diferentes ambientes. Para fortalecer a base da proposta, é essencial estabelecer parcerias com universidades, cooperativas de reciclagem e estúdios de design, ampliando tanto o aprimoramento técnico quanto o impacto social da iniciativa.

Assim, o Hexoglass evidencia como o design pode ser um agente transformador por meio de abordagens sustentáveis, demonstrando o potencial dos resíduos quando encarados como recursos valiosos para construir um futuro mais justo, ético e equilibrado.

Referências bibliográficas

ABIVIDRO. Associação Brasileira das Indústrias de Vidro. Reciclagem de vidro no Brasil. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://abividro.org.br>. Acesso em: 13 jun. 2025.

ABREMA. Associação Brasileira de Recuperação Energética de Resíduos. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2023. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.abrema.org.br>. Acesso em: 17 jun. 2025.

ACAROGLU, Leyla. Disruptive Design: A Systems Approach to Sustainability. 2014. Disponível em: <https://www.levlaacaroglu.com/disruptive-design-method>. Acesso em: 14 jun. 2025.

ANTONELLI, Paola. Design and the elastic mind. New York: Museum of Modern Art, 2013. Acesso em: 14 jun. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. Departamento de Resíduos e Substâncias Perigosas. Relatório Estadual de Resíduos Sólidos – Alagoas – 2019. Brasília: Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR, 2020. Disponível em: <https://sinir.gov.br/relatorios/estadual/>. Acesso em: 17 jun. 2025.

DYER, Thomas et al. Glass Waste in Concrete: A Review. Waste and Biomass Valorization, Springer, 2020. Acesso em: 17 jun. 2025.

DUNNE, Anthony; RABY, Fiona. Tudo especulativo: design, ficção e sonho social. Cambridge: MIT Press, 2013. Acesso em: 14 jun. 2025.

EURECICLO. Reciclagem de vidro no Brasil: Desafios, benefícios e como contribuir, 2025. Disponível em: <https://blog.eureciclo.com.br/reciclagem-de-vidro/>. Acesso em: 17 jun. 2025.

IABS – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade. Projeto Sururu. IABS, 2021. Disponível em: <https://iabs.org.br/projeto/projeto-sururu/>. Acesso em: 15 jun. 2025.

KASPAR, Jan et al. Purity requirements for cullet in flat glass production. *Glass Structures & Engineering*, [S. l.], v. 7, p. 213–230, 2022. DOI: 10.1007/s40940-022-00195-9. Acesso em: 17 jun. 2025.

LOSCHIAVO, Maria Cecília. Design e território: caminhos para a sustentabilidade. São Carlos, 2012. Acesso em: 17 jun. 2025.

MANZINI, Ezio. Design para a inovação social e sustentabilidade: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais. Rio de Janeiro: Edições SENAC Rio, 2008. Acesso em: 14 jun. 2025.

MACEIÓ. Desenvolvimento sustentável registra aumento de 25% de resíduos descartados de forma irregular. Prefeitura de Maceió, 17 jul. 2023. Disponível em: [Prefeitura de Maceió | Desenvolvimento Sustentável registra aumento...](#). Acesso em: 17 jun. 2025.

McDONOUGH, William; BRAUNGART, Michael. Cradle to Cradle: Criar e reciclar ilimitadamente. São Paulo: Gustavo Gili, 2017. Acesso em: 14 jun. 2025.

NAÇÕES UNIDAS. Mundo joga um caminhão de lixo, por minuto, nos oceanos. ONU News, 29 mar. 2023. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2023/03/1812152>. Acesso em: 17 jun. 2025.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (EUA). Glass as a waste form and vitrification of waste: summary of an International Workshop. Washington, D.C.: National Academies Press, 1998. Disponível em: <https://nap.nationalacademies.org/read/6388/chapter/10>. Acesso em: 17 jun. 2025.

PAPANEK, Victor. Design for the Real World: Human Ecology and Social Change. Chicago: Academy Chicago Publishers, 2004. Acesso em: 14 jun. 2025.

SUSSMAN, Susan M. Sustainable Materials, Processes and Production. London: Thames & Hudson, 2012. Acesso em: 17 jun. 2025.

SUSTENTARQUI. Tijolos ecológicos inovadores. SustentArqui, 2017. Disponível em: <https://sustentarqui.com.br/tijolos-ecologicos-inovadores/>. Acesso em: 14 jun. 2025.

UNLTD Experience. Portobello apresenta o cobogó Mundaú. Portobello S.A., 2021. Disponível em: <https://unltdexperience.portobello.com.br>. Acesso em: 15 jun. 2025.

WILLIS, Anne-Marie. Ontological Designing—Laying the Ground. *Design Philosophy Papers*, v. 4, n. 2, p. 69-92, 2006. Acesso em: 17 jun. 2025.

WORLD BANK. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington, DC: The World Bank, 2018. Acesso em: 14 jun. 2025.