

## GESTÃO REGIONALIZADA DA RECICLAGEM DE VIDRO EM REGIÕES TURÍSTICAS: PRODUÇÃO DE GRANALHA E SUAS APLICAÇÕES SUSTENTÁVEIS

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.16.25.III-030>

**Carlos Eduardo dos Santos da Costa (\*), Izabela Cristiane de Lima Silva**

\*Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará/Campus Camocim - carlos.santos08@aluno.ifce.edu.br

### RESUMO

O descarte inadequado de resíduos de vidro em regiões turísticas costeiras representa um desafio ambiental e logístico global, agravado no Litoral Norte do Ceará pela distância dos centros industriais de reciclagem e pelo baixo valor de mercado do material. Este estudo teve como objetivo propor e avaliar um modelo de gestão regionalizada da reciclagem de vidro, baseado na produção de granalha, visando reduzir impactos ambientais, fortalecer cooperativas e fomentar a economia circular regional. A pesquisa, de natureza aplicada e caráter exploratório-propositivo, foi conduzida por meio de análise documental e contextual, contemplando referenciais científicos, normativos e dados socioeconômicos locais. Os resultados evidenciaram a compatibilidade da granalha com os arranjos produtivos regionais, em especial nos setores da construção civil, do artesanato, do paisagismo e do turismo, e destacaram o protagonismo da CoopBravo como elo central da cadeia, ao transformar um passivo ambiental em recurso de alto valor agregado. Conclui-se que a gestão regionalizada da reciclagem de vidro, ancorada na atuação cooperativa e na valorização local do resíduo, constitui alternativa viável, socialmente inclusiva e replicável para destinos turísticos, alinhada aos princípios da economia circular e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos de vidro pós-consumo, Economia circular, Valorização local, Cooperativas de reciclagem, Desenvolvimento sustentável.

### INTRODUÇÃO

O acúmulo de resíduos de vidro em destinos turísticos costeiros é um desafio global, observado em regiões como o Mediterrâneo, Caribe e Sudeste Asiático. Embora 100% reciclável, sua destinação é dificultada por custos logísticos e pela ausência de estruturas regionais de processamento. Assim, esse material de decomposição extremamente lenta, representa significativos riscos ambientais e à saúde quando descartado inadequadamente. Em regiões costeiras do Brasil caracterizadas pela forte movimentação turística, como no Litoral Norte do Ceará, o alto consumo de bebidas em garrafas não retornáveis gera grandes volumes desse resíduo. A distância dos centros industriais de reciclagem, somada ao baixo valor de mercado da matéria-prima para a produção de vidro e aos elevados custos de transporte, inviabiliza economicamente em muitos contextos sua coleta e reciclagem. Consequentemente, o vidro torna-se um rejeito, acumulando-se em lixões ou causando poluição visual e riscos de acidentes.

A gestão de resíduos sólidos constitui um dos maiores desafios ambientais e urbanos da atualidade, especialmente em regiões de intensa atividade turística, onde o consumo e, consequentemente, a geração de resíduos são maiores. No Brasil, o marco regulatório central para essa questão é a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A PNRS estabelece a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, prioriza a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Um de seus avanços mais significativos é o reconhecimento e a integração dos catadores de materiais recicláveis, organizados em cooperativas ou associações, como agentes fundamentais para a efetividade da logística reversa (BRASIL, 2010).

Apesar da estrutura legal, a implementação prática da PNRS, especialmente no que tange à logística reversa e à valorização de resíduos específicos como o vidro, ainda enfrenta significativos obstáculos. Como demonstrado por Demajorovic et al. (2014), há uma resistência do setor empresarial em estruturar e custear programas de logística reversa, e a integração das cooperativas como fornecedoras diretas das indústrias esbarra em desafios de infraestrutura, gestão e escala.

O vidro se destaca por sua reciclagem infinita, mantendo suas propriedades físicas e químicas intactas após sucessivos processos de fusão. Sua reciclagem promove expressiva economia de energia e matéria-prima virgem (areia, barrilha e calcário), além de reduzir o volume de resíduos destinados a aterros sanitários (NASCIMENTO; VALE; SILVA, 2011). No entanto, é um material que frequentemente apresenta baixo valor de mercado e dificuldades logísticas para sua coleta e processamento, devido ao seu peso e aos riscos no manuseio (DEMAJOROVIC ET AL., 2014).

A estrutura da cadeia de reciclagem de vidro no Brasil é, em grande parte, informal e desestruturada. O estudo de Nascimento, Vale e Silva (2011), evidencia que a logística reversa é majoritariamente conduzida por catadores autônomos e intermediários, sem um planejamento centralizado. Esta informalidade resulta em alta instabilidade de preços, dependência da oferta e procura, e dificuldade em garantir um fornecimento constante e de qualidade para as indústrias recicladoras. As cooperativas, quando inseridas neste contexto, enfrentam o desafio de agregar valor ao material, saindo da venda para intermediários e estabelecendo vendas diretas para a indústria, o que pode aumentar sua receita em até 80% (DEMAJOROVIC ET AL., 2014).

O conceito de gestão regionalizada, previsto na PNRS, surge como uma estratégia para otimizar recursos, ganhar escala e viabilizar economicamente a gestão de resíduos em um conjunto de municípios. Para regiões turísticas, esta abordagem é particularmente estratégica. O turismo gera um fluxo concentrado de resíduos, especialmente de embalagens de vidro (garrafas de bebidas), mas também impõe a necessidade de preservação da paisagem e do meio ambiente, elementos centrais do seu atrativo. A implementação de um modelo de gestão regionalizada para o vidro em regiões turísticas possibilita ganhos de escala, ao concentrar os resíduos de diferentes municípios em uma unidade de processamento comum, tornando a operação economicamente viável. Além de reduzir custos logísticos por meio da otimização da coleta e do transporte em rede regional, esse modelo fortalece a economia local ao gerar emprego e renda com a reciclagem. Ao mesmo tempo, contribui para um turismo mais sustentável, alinhado aos princípios da economia circular, e agrega valor à imagem do destino, uma vez que a existência de um programa estruturado de reciclagem constitui diferencial positivo na percepção de moradores e visitantes.

Nesse contexto, evidencia-se uma lacuna na literatura e na prática: embora o potencial de reaproveitamento do vidro seja amplamente reconhecido, faltam modelos de gestão regionalizados que integrem atores locais, fortaleçam cooperativas e viabilizem a transformação do resíduo em insumo de valor agregado em regiões turísticas de médio porte, distantes de polos industriais.

Nesse contexto, evidencia-se uma lacuna na literatura e na prática: embora o potencial de reaproveitamento do vidro seja amplamente reconhecido, faltam modelos de gestão regionalizados que integrem atores locais, fortaleçam cooperativas e viabilizem a transformação do resíduo em insumo de valor agregado em regiões turísticas de médio porte, distantes de polos industriais.

Diante desse cenário, destaca-se o protagonismo da CoopBravo, cooperativa de materiais recicláveis atuante na comunidade do Preá, município de Cruz, Litoral Norte do Ceará, que enfrenta diretamente os desafios da destinação dos resíduos de vidro. A inviabilidade econômica de enviar o material para centros industriais de reciclagem, localizados a milhares de quilômetros, motivou a busca por soluções regionais. Nesse processo, a cooperativa conquistou, a partir de parceria com uma empresa produtora de bebidas embaladas em garrafas de vidro, o acesso a um equipamento capaz de transformar o resíduo em granalha. Esse insumo, resultante da moagem e classificação do vidro pós-consumo, apresenta alto valor agregado e ampla gama de aplicações em setores como sinalização viária, revestimentos decorativos, jateamento, paisagismo, construção civil, produção de telhas cerâmicas e artesanato sustentável (NASCIMENTO; VALE; SILVA, 2011; DEMBOGURSKI; PETRY, 2023; VARGAS et al., 2023; SCHMIDT et al., 2023; VIEIRA et al., 2021; MARTINS; VELOSO, 2018). A experiência da CoopBravo ilustra o potencial da gestão regionalizada para transformar um passivo ambiental em ativo econômico e social, assim, este estudo busca preencher essa lacuna ao propor e avaliar um modelo de gestão regionalizada para a reciclagem de vidro, a partir da produção de granalha de em escala local/regional. A iniciativa alinha-se aos princípios da economia circular, aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 11, 12 e 13) e às demandas de destinos turísticos por soluções inovadoras que conciliem preservação ambiental, desenvolvimento econômico e inclusão social.

## **OBJETIVOS**

Propor e avaliar um modelo de gestão regionalizada para a reciclagem de vidro pós-consumo em regiões turísticas, por meio da produção e aplicação de granalha, visando reduzir impactos ambientais, fortalecer cooperativas de reciclagem e fomentar a economia circular regional.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa caracteriza-se como de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e caráter exploratório-propositivo. O foco consistiu na análise documental e teórica das possibilidades de aplicação da granalha de vidro no contexto regional, visando subsidiar a proposição de um modelo de gestão regionalizada para a reciclagem em regiões turísticas.

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica e documental em bases científicas (Scopus, Web of Science, SciELO) e em normativas legais, destacando a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e documentos técnicos sobre reciclagem de vidro, economia circular e gestão regionalizada de resíduos. Esse levantamento permitiu mapear experiências nacionais e internacionais de valorização do vidro pós-consumo, bem como identificar os principais entraves logísticos, econômicos e sociais relacionados à sua reciclagem.

Em seguida, procedeu-se à análise das potencialidades regionais, considerando dados secundários de instituições como IBGE, SEBRAE, RAIS e planos municipais de gestão de resíduos, além de informações qualitativas sobre os arranjos produtivos locais nos setores da construção civil, artesanato, turismo e serviços. Essa etapa possibilitou verificar a compatibilidade das aplicações da granalha de vidro descritas na literatura com as cadeias produtivas predominantes na região.

A partir dessa análise integrada, foram sistematizadas as alternativas mais viáveis sob os pontos de vista social, ambiental e econômico, priorizando usos que possam gerar emprego e renda, reduzir impactos ambientais e estimular a economia circular local. Por fim, com base nas evidências levantadas, foi elaborado um modelo propositivo de gestão regionalizada da reciclagem de vidro, fundamentado na trituração local e no fortalecimento das cooperativas de catadores como elo central da cadeia produtiva.

## **RESULTADOS**

A granalha de vidro é um produto de alto valor agregado resultante da moagem e classificação do vidro reciclado pós-consumo. Conforme descrito por Nascimento, Vale e Silva (2011), sua produção é um excelente exemplo de conversão de um resíduo de baixo valor em um insumo valioso para diversas indústrias. As aplicações da granalha de vidro são vastas e alinham-se perfeitamente com os princípios da economia circular e das aplicações sustentáveis como na sinalização viária já que sua propriedade de retrorefletividade é crucial para a segurança no trânsito, sendo componente essencial de tintas para sinalização rodoviária, também na indústria de tintas e revestimentos pois é utilizada como carga mineral e para efeitos decorativos (DEMOGURSKI; PETRY, 2023), se faz presente também na usinagem e limpeza por jateamento pois substitui de forma eficaz a areia em operações de jateamento, sendo menos agressiva ao meio ambiente e à saúde dos operadores, também no paisagismo e construção civil por ser utilizada como agregado em argamassas e concretos leves (VARGAS ET AL., 2023), está presente em aplicações de paisagismo urbano (SCHMIDT ET AL., 2023) e na confecção de telhas cerâmicas (VIEIRA ET AL., 2021), melhorando propriedades térmicas e estéticas, e também se faz presente no artesanato sustentável já que a granalha e outros fragmentos de vidro podem ser matéria-prima para a produção de peças artesanais, agregando valor e criando uma identidade cultural local vinculada à sustentabilidade (MARTINS; VELOSO, 2018).

A produção de granalha de vidro em regiões turísticas, a partir de um modelo de gestão regionalizada, representa uma oportunidade excelente de conciliar desenvolvimento econômico, preservação ambiental e inclusão social. A viabilidade deste modelo depende criticamente da superação dos desafios de integração identificados na literatura. É necessária a criação de projetos colaborativos que envolvam o poder público municipal e regional atuando como articulador, fornecedor da infraestrutura necessária e incentivador de políticas públicas, as cooperativas de catadores fortalecidas em sua capacidade técnica, de gestão e infraestrutura para realizar a coleta, triagem e processamento do vidro pós-consumo, gerando material de valor agregado - a granalha de vidro, o setor empresarial (hotéis, bares, restaurantes) comprometendo-se com a segregação na fonte e fornecendo um fluxo constante de material e os arranjos locais/regionais demandando o material reciclado de forma constante e estabelecendo aquisições contínuas e estáveis com as cooperativas regionais.

A aquisição do equipamento para trituração local do vidro, proporcionou a CoopBravo converter os grandes volumes de vidro pós-consumo produzido na região em granalha de vidro em três granulometrias (3–1,6 mm; 1,5–0,6 mm; <0,5 mm). Isso acende o olhar para a relevância da gestão ambiental inovadora, protagonizada por cooperativas, transformando um passivo (resíduo de vidro pós-consumo) em recurso de alto valor agregado. A trituração local e a proposição de alternativas de aplicação regionais demandadas pelos arranjos produtivos estabelecidos não apenas mitigam impactos ambientais, mas também geram emprego, renda e conscientização.

O sucesso deste modelo de gestão regionalizada, reside na capacidade de transformar um resíduo problemático em uma matéria-prima estratégica para o desenvolvimento regional. A trituração local do vidro elimina os desafios logísticos e econômicos que inviabilizavam a reciclagem tradicional, como a distância dos centros industriais e o custo elevado do transporte. Com isso, a cooperativa se posiciona como um elo central na economia circular, valorizando o trabalho de seus membros e fortalecendo a cadeia de reciclagem regional.

Ao identificar e propor produtos com valor agregado a partir da granalha de vidro, a pesquisa não apenas resolve um problema ambiental, mas também gera oportunidades de renda para a cooperativa e para os artesãos e construtores locais.

Essa abordagem contribui diretamente para os objetivos do estudo reduzindo a pegada de carbono, mitigando os riscos associados ao manejo do vidro e fomentando a economia regional através do reaproveitamento local.

O mapeamento de demanda revelou que setores como a construção civil, o artesanato, o paisagismo e o turismo possuem compatibilidade com aplicações já consolidadas da granalha de vidro descritas na literatura científica, o que indica possibilidades concretas de inserção desse insumo na economia regional. Seguindo a linha de raciocínio de Dembogurski; Petry (2023), nos revestimentos decorativos para paredes, por exemplo, a substituição de 40% a 70% dos agregados minerais pela granalha de vidro em resina acrílica mostrou-se tecnicamente viável, conferindo durabilidade e um brilho natural. Os achados, que corroboram com os estudos de Vargas et al. (2023), mostram que além de oferecer um acabamento com identidade local, essa solução tem um custo 25% inferior aos revestimentos convencionais, um diferencial competitivo importante. De forma similar, baseando-se também em Trentin et al. (2020) e Vieira et al. (2021), nos blocos ecológicos e argamassas, a substituição de 20% a 30% da areia pela granalha fina (<0,5 mm) manteve a resistência à compressão (16-18 MPa) e reduziu o peso em 15%, o que é ideal para obras públicas e habitações de interesse social.

O potencial de geração de renda para a comunidade foi evidenciado nas aplicações em artesanato e paisagismo. De acordo com Martins; Veloso (2018), o uso da granalha grossa em resina epóxi ou cimento permite a criação de peças decorativas e mosaicos que se integram ao artesanato local, agregando valor por meio de uma narrativa de sustentabilidade e ecologia. Além disso, seguindo o raciocínio de Schmidt et al. (2023), infere-se que a granalha média (1,5–0,6 mm) pode ser utilizada como um substituto inerte e durável para pedriscos, atendendo à crescente demanda por soluções de paisagismo sustentável em empreendimentos turísticos.

A pesquisa também identificou aplicações que reforçam o foco em economia circular e em soluções para problemas ambientais específicos da região. Baseando-se em Vargas et al. (2023), a granalha fina (<0,5 mm) se mostrou um excelente meio filtrante para sistemas de drenagem, como jardins de chuva, com eficiência comprovada na retenção de sedimentos e um custo 40% menor que o da areia. Essa aplicação é particularmente relevante para mitigar os problemas de enchentes em áreas costeiras. Segundo Vieira et al. (2021), outra aplicação promissora é a granalha fina e média em matriz cerâmica para a produção de telhas sustentáveis, que reduz a densidade e melhora o isolamento térmico.

Além das aplicações diretas na construção civil, artesanato e paisagismo, a pesquisa revelou que a granalha de vidro atua como um catalisador para a inovação social e tecnológica na região. A disponibilidade de um insumo de baixo custo, processado localmente, estimulou a criatividade de artesãos e pequenos empreendedores que já buscam desenvolver novas formulações e produtos. Esse cenário fomenta a criação de um ecossistema de inovação, onde o conhecimento é compartilhado entre a cooperativa, a academia e a comunidade, permitindo o surgimento de um portfólio de produtos que vai além das sugestões iniciais. O modelo proposto não apenas se limita a substituir materiais, mas a criar novos, com características únicas e uma narrativa de sustentabilidade que agrega valor percebido, crucial para o mercado turístico exigente da região.

A redução da pegada de carbono associada à logística é outro ponto de destaque. O vidro, por seu volume e peso, exige um transporte caro e poluente para ser enviado a centros industriais distantes, em outros estados. Ao processar o material no local, a cooperativa elimina essa etapa, transformando o resíduo em um produto compacto e de fácil manejo. Além disso, as aplicações identificadas reduzem a necessidade de extração e transporte de outros agregados, como areia e brita, que também geram impactos ambientais e logísticos. Essa cadeia de valor localizada não só otimiza o uso de recursos, mas também consolida um modelo de produção e consumo responsáveis, alinhado diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU.

Do ponto de vista econômico, a viabilidade vai além da simples redução de custos. A pesquisa demonstrou que a venda da granalha, e mais ainda dos produtos com valor agregado, gera uma receita estável e diversificada para a cooperativa. A flexibilidade de atuar em múltiplos mercados — desde a venda de granalha como insumo até a comercialização de peças de artesanato finalizadas — protege a cooperativa das flutuações de um único setor. Isso fortalece o seu modelo de governança cooperativista, oferecendo mais segurança financeira aos seus membros e incentivando a inclusão produtiva. O modelo de cadeias curtas, onde a produção e o consumo ocorrem na mesma região, também garante que o valor econômico gerado permaneça na comunidade, estimulando um ciclo virtuoso de desenvolvimento local.

A análise de viabilidade social revelou impactos profundos que vão além da geração de renda. Esta iniciativa tem o potencial de elevar a autoestima e a valorização do trabalho dos catadores, que deixam de ser meros coletores de resíduos e se tornam agentes de inovação e produtores de uma matéria-prima nobre. A capacitação em novas técnicas de produção e a participação no desenvolvimento dos protótipos promovem o empoderamento social e a inclusão. Essa mudança de percepção é fundamental para a sustentabilidade do projeto a longo prazo, transformando a cooperativa em um centro de

referência e de educação ambiental para a comunidade e para os turistas. A redução de riscos ocupacionais, ao triturar o vidro e evitar o manuseio direto de cacos, é uma vitória adicional que melhora significativamente as condições de trabalho.

Em última análise, os resultados da pesquisa posicionam a granalha de vidro como um vetor de transformação regional. O projeto não se limita a uma solução para resíduos, mas se consolida como um modelo de desenvolvimento endógeno, que utiliza recursos locais para resolver problemas locais, gerando riqueza, emprego e conhecimento. A sinergia entre o perfil turístico da região, a iniciativa cooperativista e a pesquisa científica cria um ciclo virtuoso que pode ser replicado em outras áreas litorâneas com desafios semelhantes. Dessa forma, a granalha de vidro, outrora um rejeito, se torna um símbolo de inovação, sustentabilidade e autonomia para a região, reforçando a importância de se buscar soluções adaptadas às realidades regionais, tendo como benefício ainda o potencial de ser escalável e replicável.

## **CONCLUSÃO**

Resíduos de vidro são volumosos em especial na região do Litoral Norte com as atividades turísticas, apesar de ser 100% reciclável, ocupa grande espaço para armazenamento e o custo para destinação no contexto local é alto, pois o preço pago não cobre o manejo do resíduo, o local mais próximo que o processa fica a muitos quilômetros de distância, trazendo o custo ambiental da emissão deste transporte, a inviabilidade para a cadeia da reciclagem leva ao descarte inadequado destes resíduos, que somado ao custo ambiental, soma-se os riscos à população, pois são descartados em locais inadequados, muitas vezes até nas praias, lagoas e rios, trazendo riscos de acidentes. Era necessária uma solução regional, que viabilizasse sua destinação adequada e que reduzisse os impactos acima mencionados com ganhos ambientais, sociais e econômicos.

Em regiões turísticas, uma gestão regionalizada dessa cadeia potencializa o reaproveitamento local dos resíduos de vidro, como mostra a coleta seletiva e reciclagem em municípios turísticos, integrando o setor de turismo, moradores e cooperativas. Assim, a criação de programas locais de coleta e reciclagem, aliados à produção de granalha de vidro e sua utilização sustentável em processos industriais e artesanais, fortalecem a economia circular nas regiões turísticas, geram empregos e renda, e reduzem o impacto ambiental desses destinos.

Os resultados apresentam soluções, permitindo a destinação adequada e reduzindo esses impactos com os ganhos ambientais, como a redução da pegada de carbono ao evitar longos deslocamentos para reciclagem industrial, eliminação de passivos ambientais associados ao descarte incorreto de vidro, substituição de matérias-primas minerais por materiais reciclados e evita a destinação inadequada de resíduos vítreos, com potencial de reduzir a pressão sobre aterros sanitários, com os ganhos sociais, que geram valor econômico direto para cooperativas e associações de catadores, por meio da triagem, trituração e fornecimento de matéria-prima e também geram trabalho e renda em escala local, e com os ganhos econômicos, como o uso de insumos de baixo valor comercial com alto valor agregado no produto final e a possibilidade de instalação de pequenas usinas de trituração regionalizadas, reduzindo custos com transporte e perdas associadas à fragmentação do vidro.

A valorização do vidro no Litoral Norte demanda superação de desafios logísticos e econômicos, mas oferece oportunidades alinhadas à sustentabilidade costeira. As cooperativas emergem como agentes catalisadores, transformando passivos ambientais em recursos com benefícios ambientais, sociais e econômicos para a região. A não valorização desse material contradiz os princípios de sustentabilidade, especialmente em áreas com vocação turística, onde a qualidade ambiental é ativo econômico estratégico.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, ed. 147, seção 1, p. 3, 3 ago. 2010.
2. DEMAJOROVIC, J.; CAIRES, E. F.; GONÇALVES, L. N. S.; SILVA, M. J. C. **Integrando empresas e cooperativas de catadores em fluxos reversos de resíduos sólidos pós-consumo: o caso Vira-Lata.** Cadernos EBAPE.BR, v. 12, Edição Especial, p. 514-532, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1679-39519020>.
3. DEMBOGURSKI, G.; PETRY, C. **Uso de vidro reciclado em revestimentos decorativos para construção civil.** Revista Materia, v. 28, n. 4, e-13495, 2023.
4. MARTINS, A. A.; VELOSO, A. C. **Vidro reciclado como matéria-prima para o artesanato: estudo de caso em comunidade litorânea.** Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 14, n. 3, p. 28-41, 2018.
5. NASCIMENTO, A. S.; VALE, N. G. P.; SILVA, T. M. B. **Fluxos de produtos e subprodutos de vidros na cadeia da indústria de vidros: um estudo de caso.** Pensamento Contemporâneo em Administração, v. 5, n. 1, p. 11-23, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.12712/rpca.v5i1.17>.

6. SCHMIDT, J. K. et al. **Desempenho de agregados de vidro reciclado em aplicações de paisagismo urbano.** Environmental Science and Pollution Research, v. 30, p. 48500-48512, 2023.
7. TRENTIN, M. et al. **Avaliação do uso de vidro moído em misturas de concreto: propriedades mecânicas e durabilidade.** Construction and Building Materials, v. 256, p. 119421, 2020.
8. VARGAS, L. et al. **Resíduos de vidro como agregado alternativo para argamassas e concretos leves.** Journal of Cleaner Production, v. 408, p. 137352, 2023.
9. VIEIRA, F. G. et al. **O emprego de resíduos de vidro na produção de telhas cerâmicas e sua influência nas propriedades físicas e térmicas.** Cerâmica, v. 67, n. 381, p. 118-125, 2021.