

CONCRETOS SUSTENTÁVEIS: UMA REVISÃO COMPARATIVA DO USO DE VIDRO MOÍDO, CINZA DE CASCA DE ARROZ E PLÁSTICO RECICLADO

Engenharias, Volume 29 - Edição 151/OUT 2025 / 30/10/2025

SUSTAINABLE CONCRETES: A COMPARATIVE REVIEW OF THE USE OF GROUND GLASS, RICE HUSK ASH, AND RECYCLED PLASTIC

REGISTRO DOI: 10.69849/revistaft/ch10202510301251

Diego de Sousa Salgado¹

Kamilla Ramires May²

Resumo

A sustentabilidade na construção civil passou a ser uma exigência global, incentivando a procura por materiais que reduzam o impacto ambiental do setor: o consumo massivo de recursos naturais não renováveis e as elevadas emissões de gases de efeito estufa. O concreto, material mais consumido no mundo após a água, é o foco dessa discussão por sua necessidade de extração de areia e da produção de cimento, esta última contribuindo com uma parte considerável das emissões globais de CO₂. Nesse cenário, a valorização de resíduos de diversos setores econômicos como componentes do concreto contribui para uma das abordagens mais promissoras para a economia circular. Este estudo conduz uma

revisão literária com o intuito de avaliar e comparar o desempenho de concretos sustentáveis produzido com três materiais alternativos: o vidro moído (VM), um resíduo sólido que substitui parcialmente o agregado miúdo (areia); a cinza de casca de arroz (CCA), um resíduo da agroindústria com elevada reatividade pozolânica, utilizado como substituto cimentício; e o plástico reciclado (PR), um resíduo polimérico pós-consumo, utilizado como substituto parcial dos agregados. A análise confirma que os três materiais possuem considerável viabilidade técnica, embora com desempenhos diferentes: o VM apresenta melhorias na resistência mecânica e diminuição da permeabilidade em níveis moderados; a CCA se destaca por oferecer aumentos significativos na resistência à compressão em idades mais avançadas, sendo ideal para concretos de alto desempenho; por sua vez, o PR permite a produção de concretos leves com potencial de isolamento térmico, ideal para elementos não-estruturais. Percebe-se que não existe um único material “superior”, mas uma seleção estratégica conforme a aplicação.

Palavras-chave: Concreto sustentável; Vidro moído; Cinza de casca de arroz; Plástico reciclado.

Abstract

Sustainability in civil construction has become a global requirement, encouraging the search for materials that reduce the environmental impact of the sector: the massive consumption of non renewable natural resources and high greenhouse gas emissions. Concrete, the most consumed material in the world after water, is the focus of this discussion due to its need for sand extraction and cement production, the latter contributing a considerable portion of global CO₂ emissions. In this scenario, the valorization of waste from various economic sectors as components for concrete contributes to one of the most promising approaches for the circular economy. This study conducts a literature review with the aim of evaluating and comparing the performance of sustainable concrete produced with three alternative materials: ground

glass (GG), a solid waste that partially replaces the fine aggregate (sand); rice husk ash (RHA), an agro-industrial residue with high pozzolanic reactivity, used as a cementitious substitute; and recycled plastic (RP), a post-consumer polymeric waste, used as a partial aggregate substitute. The analysis confirms that all three materials have considerable technical feasibility, albeit with different performances: GG shows improvements in mechanical strength and a decrease in permeability at moderate levels; RHA stands out for offering significant increases in compressive strength at later ages, making it ideal for high-performance concrete; in turn, RP allows for the production of lightweight concrete with thermal insulation potential, ideal for non-structural elements. It is clear that there is no single “superior” material, but rather a strategic selection according to the application.

Keywords: Sustainable concrete. Ground glass. Rice husk ash. Recycled plastic.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil figura como um dos pilares para o desenvolvimento econômico e social em escala global. Contudo, sua posição de destaque é acompanhada por uma responsabilidade ambiental, uma vez que o setor se destaca como um dos maiores consumidores de recursos naturais e geradores de resíduos do planeta. Estima-se que a construção civil consuma entre 20% e 50% de todos os recursos naturais extraídos, evidenciando uma pegada ecológica que demanda atenção urgente e soluções inovadoras para a sua mitigação (Angulo; Ulsen, 2023).

Nesse cenário, o concreto, material mais consumido no mundo depois da água, ocupa uma posição central na discussão sobre sustentabilidade. A sua produção massiva gera um duplo desafio ambiental. O primeiro reside na extração de seus agregados, com destaque para a areia natural. A mineração de areia provoca impactos ambientais severos, incluindo a

alteração da geomorfologia dos rios, assoreamento e a degradação de ecossistemas ribeirinhos (Morais Filho, 2019). O segundo, e talvez mais crítico, desafio ambiental do concreto está associado ao seu principal aglomerante: o cimento Portland. O processo de fabricação do cimento é intensivo em energia e é responsável por aproximadamente 7% do total de emissões antropogênicas de dióxido de carbono (CO₂), um dos principais gases causadores do aquecimento global (IEA, 2018; WBCSD, 2018).

Diante deste complexo panorama, a valorização de resíduos provenientes de outros setores da economia como matérias-primas para a indústria do concreto surge como uma estratégia fundamental de economia circular (Arbelaez-Perez et al., 2020). Essa abordagem não apenas oferece uma destinação nobre para materiais que seriam descartados, mas também contribui para a diminuição das emissões de gases de efeito estufa e fomenta a sustentabilidade (Domínguez del Águila et al., 2021).

Este trabalho tem como foco a análise comparativa de três resíduos, provenientes de origens distintas: Vidro Moído (VM) um resíduo sólido urbano (pós-consumo), cuja composição rica em sílica o torna um material natural para a substituição do agregado miúdo (areia) (Ferreira, 2025;

Tinoco, 2021); Cinza de Casca de Arroz (CCA) um resíduo da agroindústria que, quando processado adequadamente, apresenta alta reatividade pozzolânica, podendo substituir parte do cimento e melhorar o desempenho mecânico do concreto (Silva, 2024; Gobbe & Vanderlei, 2022); Plástico Reciclado (PR) um resíduo polimérico pós-consumo, cujo volume crescente representa um desafio global. Sua aplicação no concreto é estudada principalmente como substituto de agregados, visando a produção de concretos mais leves e com melhores propriedades de isolamento térmico e acústico (Pérez Montoya, 2024; Vasquez Rivasplata, 2021).

Embora a viabilidade técnica desses materiais tenha sido amplamente investigada de forma individual, existe uma lacuna na literatura no que tange a uma análise comparativa direta, que avalie os pontos fortes e fracos de cada um sob as mesmas lentes críticas. A justificativa desta pesquisa reside na importância de consolidar esse conhecimento para orientar engenheiros e projetistas na escolha da solução sustentável mais adequada para os requisitos específicos de cada projeto.

Diante do exposto, o objetivo deste artigo é consolidar e analisar comparativamente o conhecimento atual sobre a viabilidade técnica do uso de VM, CCA e PR no concreto. Busca-se, com isso, identificar os principais avanços, as lacunas de pesquisa existentes e fornecer uma base sólida de conhecimento para incentivar a aplicação de concretos mais sustentáveis na construção civil.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O CONCRETO E SEUS DESAFIOS AMBIENTAIS

O concreto é um dos materiais mais consumido na construção civil devido à sua versatilidade, durabilidade e resistência, sendo essencial para obras de infraestrutura, edificações residenciais e comerciais, além de projetos urbanos de grande porte (Neville, 2013). É composto principalmente por cimento, agregados miúdos, como a areia, agregados graúdos, como a brita, e água. Após o endurecimento, o concreto proporciona resistência mecânica adequada às estruturas, suportando cargas elevadas e atendendo às normas técnicas de segurança.

Apesar de sua importância, a produção do concreto gera impactos ambientais relevantes, principalmente devido à fabricação do cimento, que é altamente energética e responsável por aproximadamente 7% das emissões globais de dióxido de carbono (CO₂) (IEA, 2018; WBCSD, 2018). Além das emissões, o consumo de recursos naturais, como água, areia e brita, é elevado, e o transporte desses materiais aumenta a pegada de carbono da construção civil.

O concreto também altera a dinâmica ambiental quando aplicado em grandes superfícies. O escoamento natural da água da chuva é modificado, sobrecarregando sistemas de drenagem urbana, aumentando riscos de inundações, alagamentos, erosão e poluição hídrica (Wernerck, 2018). No entanto, superfícies de concreto claro podem reduzir o efeito de ilhas de calor em áreas urbanas, refletindo radiação solar e contribuindo para o controle térmico, embora a preservação da vegetação natural ainda seja mais eficiente para equilibrar o microclima urbano.

Além disso, a produção e demolição do concreto geram resíduos sólidos volumosos, que podem impactar o solo e os corpos hídricos, evidenciando a necessidade de práticas de construção sustentável e gestão eficiente de resíduos.

2.2 VIDRO MOÍDO COMO AGREGADO FINO

O descarte de vidro, especialmente de embalagens não retornáveis como as garrafas *long neck*, representa um grande problema para a gestão de resíduos sólidos urbanos, devido ao seu grande volume em aterros e ao tempo de decomposição indeterminado na natureza (Ferreira, 2025). A composição química do vidro, rica em sílica (SiO_2) em estado amorfo, o torna um candidato natural para substituir a areia (agregado miúdo) no concreto (Tinoco, 2021).

Ferreira (2025) observou que a substituição de 5% da areia por VM resultou em um aumento de 22% na resistência à compressão e em uma redução do índice de vazios, indicando um concreto mais denso e menos permeável. Em contraste, o mesmo estudo mostrou que um teor de 10% já apresentava desempenho inferior ao de 5%, sugerindo que o excesso de vidro pode ser prejudicial. Santos et al. (2018), ao substituírem o agregado graúdo, também encontraram um pico de desempenho com 5% de vidro, com aumentos de 15,60% na resistência, reforçando a tese de um percentual satisfatório em baixos teores.

O desafio técnico associado ao uso de vidro no concreto é a potencial Reação Álcali Agregado (RAA), uma reação expansiva entre a sílica amorfa do vidro e os álcalis do cimento que pode gerar fissuras e comprometer a durabilidade do material a longo prazo (Dias, 2020). A literatura aponta, no entanto, que a moagem do vidro em partículas muito finas (pó de vidro) pode não apenas mitigar essa reação, mas também gerar um efeito pozolânico benéfico, contribuindo para o ganho de resistência.

Observa-se que, em âmbito local, existe disponibilidade significativa de resíduos vítreos para reaproveitamento. Durante a elaboração deste estudo, foi identificada a atuação da empresa PRS – Recicladora de Resíduos Sólidos, localizada em Porto Velho/RO, que realiza a triagem e o armazenamento de garrafas e vidros descartados, reforçando o potencial aplicação regional do VM como agregado alternativo em concretos sustentáveis, alinhando-se às práticas de economia circular e gestão de resíduos sólidos urbanos.

Figura 1 – Resíduos de vítreos descartados na PRS, Porto Velho/RO



Fonte: autoria própria (2025).

2.3 CINZA DE CASCA DE ARROZ COMO MATERIAL CIMENTÍCIO SUPLEMENTAR

A CCA é um resíduo da agroindústria, resultante da queima da casca de arroz. Quando este processo é realizado sob condições controladas de temperatura e atmosfera (geralmente entre 600°C e 800°C), a CCA resultante apresenta um alto teor de sílica (SiO_2) em estado predominantemente amorfo e com elevada área superficial, características que lhe conferem alta reatividade pozolânica (Silva, 2024).

Como material cimentício suplementar, a CCA é utilizada em substituição parcial ao cimento Portland. Sua sílica amorfa reage com o hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2), um subproduto da hidratação do cimento, para formar compostos de silicato de cálcio hidratado (C-S-H) adicionais. Essa reação pozolânica secundária resulta em um intenso refinamento da microestrutura da pasta de cimento, diminuindo a porosidade capilar e fortalecendo a zona de transição entre a pasta e os agregados (Gobbe; Vanderlei, 2022). Como resultado, diversos estudos demonstram que a adição de CCA em teores satisfatórios (chegando a 20%) pode levar a aumentos significativos na resistência à compressão e na durabilidade do concreto, tornando-a ideal para concretos de alto desempenho (Silva, 2024). O principal benefício ambiental reside na redução direta do consumo de cimento, diminuindo a pegada de carbono do concreto, ao mesmo tempo que valoriza um resíduo agrícola abundante.

2.4 PLÁSTICO RECICLADO COMO AGREGADO ALTERNATIVO

A gestão inadequada de resíduos plásticos tornou-se um dos problemas ambientais mais críticos em escala global. Anualmente, milhões de toneladas de plástico acabam em aterros ou ecossistemas marinhos, onde seu processo de decomposição pode levar séculos. Nesse contexto, a construção civil surge como um setor estratégico para a valorização desses resíduos, com pesquisas focadas em sua incorporação ao concreto.

No concreto, o PR é utilizado principalmente como substituto parcial de agregados finos (areia) ou grãos (brita). O material, geralmente

Polietileno Tereftalato (PET) ou Polietileno de Alta Densidade (HDPE), é processado mecanicamente (triturado) para se adequar à granulometria desejada. O principal benefício é a produção de concretos mais leves, pois o plástico possui uma densidade muito inferior à dos agregados pétreos. Pérez Montoya (2024) observou uma redução no peso volumétrico de 2.210 kg/m³ (138 lb/ft³) para 1.426 kg/m³ (89 lb/ft³) ao substituir 100% do agregado graúdo por HDPE.

O desafio técnico mais significativo é a perda de resistência mecânica, especialmente à compressão. A baixa aderência entre a superfície lisa e hidrofóbica do plástico e a pasta de cimento tende a enfraquecer a matriz do concreto, fazendo com que a resistência diminua à medida que o percentual de substituição aumenta (Pérez Villarraga; Molano González, 2020, apud Pérez Montoya, 2024). Por exemplo, Pérez Montoya (2024) reportou uma queda de resistência de 27,4 MPa (3.896,8 psi) para apenas 5,0 MPa (724,3 psi) com 100% de substituição. No entanto, estudos compilados por Vasquez Rivasplata (2021) e corroborados por Arbelaez-Perez et al. (2020) indicam que em baixos teores de substituição, geralmente entre 5% e 10%, a resistência pode ser mantida ou até melhorada. Por essas razões, o uso de PR é considerado viável principalmente para elementos não-estruturais, como blocos de vedação, calçadas ou mobiliário urbano, onde a leveza é uma vantagem e a alta resistência à compressão não é um requisito crítico.

3. METODOLOGIA

3.1 FONTES DE DADOS E ESTRATÉGIA DE BUSCA

Para garantir uma cobertura abrangente da produção científica sobre o tema, foram selecionadas as seguintes bases de dados eletrônicas, por sua abrangência nas áreas de Engenharias e Ciências dos Materiais: Google Scholar, SciELO e Periódicos CAPES. A coleta de dados foi realizada entre Junho e Setembro de 2025, considerando estudos publicados no período de 2013 a 2025.

Para tal, utilizou-se uma combinação de palavras-chave em português e inglês para filtrar os resultados: (concreto) AND (“vidro moído” OR “cinza de casca de arroz” OR “plástico reciclado”) A busca inicial nas bases de dados identificou um total de aproximadamente 4.300 artigos.

3.2 TRIAGEM E CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

O processo de seleção dos artigos foi realizado em diversas etapas para refinar os resultados e garantir a relevância dos estudos incluídos, conforme detalhado no fluxograma da Figura 1.

1. Triagem por Título e Resumo: Os 4.300 artigos identificados foram submetidos a uma triagem inicial baseada na leitura de seus títulos e resumos. Após esta etapa, 4.150 artigos foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão (foco em compósitos não cimentícios, revisões de literatura sem dados primários, etc.), restando 150 artigos considerados potencialmente relevantes para uma análise completa.

2. Análise do Texto Completo: Os 150 artigos pré-selecionados foram lidos na íntegra. Deste total, 133 artigos foram excluídos por motivos como ausência de um grupo de controle (concreto de referência) para comparação, metodologia de ensaio insuficientemente detalhada, ou resultados não conclusivos.

Ao final do processo de seleção, um total de 17 estudos foram considerados elegíveis e formaram a base para a elaboração desta revisão.

Figura 1 – Fluxograma do Processo de Seleção de Artigos



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

3.3 EXTRAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

As informações relevantes de cada um dos 17 estudos incluídos foram extraídas e organizadas para facilitar a análise comparativa. Os dados coletados incluíram: (a) autores e ano; (b) material alternativo; (c) teor de substituição (%); (d) características do concreto de referência; e (e) principais resultados de desempenho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE DO USO DE VIDRO MOÍDO

O emprego de resíduos de vidro como agregado no concreto tem sido amplamente pesquisado, com foco tanto na substituição do agregado miúdo (areia) quanto do graúdo (brita). Os resultados demonstram uma forte dependência do teor de substituição.

Desempenho Mecânico: Ferreira (2025) verificou que a substituição de 5% da areia por VM de garrafas *long neck* elevou a resistência à

compressão em 22% (de 16,67 MPa para 20,48 MPa). Similarmente, (Santos et al., 2018), ao substituírem 5% da brita por vidro de vidraçaria, obtiveram um aumento de 15,60% na resistência (de 33,96 MPa para 40,24 MPa). Em contrapartida, teores mais elevados tendem a ser prejudiciais. No mesmo estudo de (Santos et al., 2018), a substituição de 40% da brita resultou em uma queda de 21% na resistência. O trabalho de Tinoco (2021) é um caso notável, onde a substituição de 100% da areia por VM ainda assim resultou em um aumento de 10% na resistência à compressão (de 33,23 MPa para 36,80 MPa), embora com severa perda de trabalhabilidade.

Propriedades Físicas e Trabalhabilidade: O efeito na trabalhabilidade é divergente. Tinoco (2021) reportaram uma queda drástica no abatimento do concreto (de 3,7 cm para 0,3 cm) com 100% de substituição. Já Ferreira (2025) observou o oposto, com um aumento do abatimento nos teores de 5% e 10%, possivelmente devido à menor absorção de água do vidro. Em relação às propriedades no estado endurecido, o traço com 5% de vidro de Ferreira (2025) apresentou menor absorção de água e menor índice de vazios, indicando uma matriz cimentícia mais densa.

Benefícios e Desafios: O benefício é a valorização de um resíduo urbano de difícil manejo, reduzindo a extração de agregados naturais. O desafio técnico mais relevante continua sendo o risco da Reação Álcali-Agregado (RAA), especialmente em teores mais altos. A literatura sugere que a moagem fina (pó de vidro) pode mitigar essa reação e até conferir atividade pozolânica ao material.

4.2 ANÁLISE DO USO DE CINZA DE CASCA DE ARROZ

A CCA é valorizada por sua alta reatividade pozolânica, sendo utilizada como substituto parcial do cimento Portland para a produção de concretos de alto desempenho.

Desempenho Mecânico: A CCA melhora as propriedades mecânicas do concreto. O estudo de Silva (2024) sobre o desempenho mecânico de

concreto com CCA destaca seu potencial. A alta reatividade da sílica amorfa presente na cinza reage com o hidróxido de cálcio da pasta de cimento, formando C-S-H adicional, o que refina os poros e aumenta a resistência. Gobbe & Vanderlei (2022) também reforçam o potencial da CCA para a produção de concretos com propriedades melhoradas. O percentual seguro e com melhores resultados geralmente se situa na faixa de 10% a 20% de substituição do cimento. Nesses teores, são comuns aumentos significativos na resistência à compressão, especialmente em idades mais avançadas (após 28 dias).

Propriedades Físicas e Durabilidade: O refinamento dos poros causado pela reação pozolânica torna o concreto menos permeável, o que aumenta sua durabilidade e resistência a agentes agressivos.

Benefícios e Desafios: O benefício é a capacidade de produzir concretos de alta performance com menor consumo de cimento, o que implica uma redução direta na pegada de carbono do material, além de valorizar um resíduo da agroindústria. O desafio reside no processo de produção da cinza, pois a queima da casca de arroz deve ser controlada para garantir que a sílica permaneça em estado amorfo, e não cristalino. Além disso, a elevada finura da CCA pode aumentar a demanda de água do concreto, exigindo o uso de aditivos superplastificantes para manter a trabalhabilidade.

4.3 ANÁLISE DO USO DE PLÁSTICO RECICLADO

O emprego de PR como substituto de agregados é uma área de intensa pesquisa, com resultados que variam muito dependendo do tipo de plástico e do percentual de substituição.

Desempenho Mecânico: A tendência geral observada na literatura é a redução da resistência à compressão com o aumento do teor de plástico. Pérez Montoya (2024), ao substituir o agregado graúdo (grava) por plástico HDPE em 50% e 100%, observou quedas drásticas na resistência, com o traço de 50% de substituição atingindo apenas 12,0 MPa (1.738,3

psi), muito abaixo dos 27,4 MPa (3.896,8 psi) do concreto convencional. De forma ainda mais acentuada, Duque Antia (2023) concluiu que o uso de 50% ou mais de PET como substituto do agregado fino não é viável para fins estruturais, pois a maior resistência alcançada foi de apenas 6,4 MPa (940 psi). Em contraste, a revisão de Vasquez Rivasplata (2021), que compilou 35 estudos, aponta que o efeito pode ser positivo em baixos teores, afirmando que com substituições inferiores a 10%, é possível obter aumentos de até 25% na resistência. Essa constatação é corroborada por Arbelaez-Perez et al. (2020), que alcançaram 90,5% da resistência do concreto tradicional com uma substituição de 7,5% de plástico marinho.

Propriedades Físicas e Trabalhabilidade: Um benefício consistente é a redução do peso do concreto. Pérez Montoya (2024) reportou uma diminuição do peso volumétrico de 2.210 kg/m³ (138 lb/ft³) para 1.426 kg/m³ (89 lb/ft³) na substituição de 100% do agregado graúdo por HDPE. Essa leveza é um dos principais atrativos do material. No entanto, a trabalhabilidade (slump) tende a diminuir com maiores teores de plástico, tornando a mistura mais seca.

Benefícios e Desafios: O principal benefício é ambiental, oferecendo uma destinação de grande volume para um resíduo problemático. O desafio técnico é a perda de resistência devido à baixa aderência entre o plástico e a pasta de cimento. Por isso, seu uso é mais indicado para elementos não estruturais, como blocos de vedação, calçadas e mobiliário urbano, onde a resistência mecânica não é o fator crítico.

4.4 DISCUSSÃO COMPARATIVA

A análise dos três materiais evidencia que não há uma solução única, mas sim uma escolha estratégica baseada nos objetivos do projeto.

A CCA e o VM (em pó) atuam na matriz cimentícia, sendo o primeiro um substituto direto do cimento, focado em alto desempenho, e o segundo um material com potencial pozolânico. Por outro lado, o PR e o VM (granular) atuam como substitutos de agregados. Enquanto o vidro em

baixos teores pode manter ou até melhorar a resistência, o PR se destaca por criar um material fundamentalmente diferente: o concreto leve, ideal para aplicações não-estruturais. Em termos de benefício ambiental, a CCA e o PR abordam problemas distintos: a CCA foca na redução de emissões da indústria de cimento, enquanto o PR atua na gestão de resíduos sólidos urbanos, um dos maiores desafios da atualidade.

Tabela 1 – Quadro Comparativo dos Materiais Sustentáveis

Característica	Vidro Moído (VM)	Cinza de Casca de Arroz (CCA)	Plástico Reciclado (PR)
Função Principal	Substituir o agregado miúdo (areia)	Substitui parcialmente o cimento Portland	Substituir o agregado miúdo ou graúdo
Principal Benefício	Valorização de resíduo urbano, melhoria moderada da resistência e redução do impacto ambiental	Alta atividade pozolânica, resultando em maior resistência e refinamento da microestrutura	Redução da densidade (concreto leve) e valorização de resíduo polimérico

Melhor Resultado	Melhoria de resistência e compactidade em teores de 5 a 10%	Ganhos expressivos de resistência em idades avançadas (28 a 90 dias)	Produção de concretos leves para elementos não-estruturais
Viabilidade	Viável, desde que controlada a Reação Álcali-Agregado (RAA) e mantida a trabalhabilidade	Viável, requer controle da queima para garantir a atividade pozolânica	Viável para fins não-estruturais; geralmente com perda de resistência
Percentual Seguro	5% a 20% (substituindo areia)	7,5% a 20% (substituindo cimento)	Até 10% (para manter resistência); percentuais maiores resultam em concreto leve

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A discussão revela que os materiais atuam em frentes ambientais e funcionais distintas. A CCA é uma solução direta para o problema das emissões de CO2 do cimento, destacando-se pela capacidade de gerar concretos de alto desempenho. Por outro lado, o VM e o PR atuam na substituição de agregados, atacando o problema do consumo de recursos naturais e da gestão de resíduos sólidos. Enquanto o VM oferece um balanço equilibrado, podendo manter a resistência em baixos teores, o PR se destaca por criar um compósito de baixa densidade (concreto leve),

ideal para aplicações não-estruturais, oferecendo um benefício ambiental distinto e igualmente relevante.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho se propôs a analisar comparativamente a viabilidade técnica do uso de VM, CCA e PR na produção de concretos sustentáveis. Diante da análise, confirma-se que o objetivo da pesquisa foi plenamente atingido, sendo possível delinear as potencialidades e limitações de cada material.

A principal descoberta desta revisão reside na constatação de que não há um único material alternativo “superior”, mas sim uma escolha estratégica dependente da aplicação final desejada para o concreto. Todos os três resíduos analisados demonstram viabilidade técnica, porém com especialidades distintas:

A CCA se destaca como a alternativa mais eficaz para o desenvolvimento de concretos de alto desempenho, promovendo os maiores ganhos de resistência mecânica em idades avançadas. O VM firma-se como uma solução eficiente para a gestão de resíduos sólidos urbanos, oferecendo um balanço positivo entre desempenho mecânico e benefício ambiental, especialmente em teores controlados.

Já o PR surge como uma solução promissora para a produção de concretos leves e com maior capacidade de isolamento, sendo ideal para aplicações não-estruturais, onde a perda de resistência mecânica é um fator secundário.

5.1 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Uma limitação fundamental desta revisão é a heterogeneidade das metodologias encontradas nos estudos primários, como variações nos traços de concreto, na granulometria dos resíduos e nos métodos de ensaio, o que dificulta uma comparação quantitativa direta. Diante disso,

sugere-se, para trabalhos futuros, a investigação experimental da combinação sinérgica desses materiais, como o uso de CCA para mitigar a Reação Álcali-Agregado em concretos com altos teores de vidro. Adicionalmente, são necessárias mais pesquisas focadas em Análise de Ciclo de Vida (ACV) e estudos de viabilidade econômica em escala regional para acelerar a aplicação prática de concretos sustentáveis na construção civil.

REFERÊNCIAS

ANGULO, S. C.; ULSEN, C. **Resíduos de construção e demolição: fundamentos sobre gestão e reciclagem**. São Paulo: EPUSP, 2023. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/003140092>. Acesso em: 04 jun. 2025.

ARBELAEZ-PEREZ, O. F. et al. **Propiedades mecánicas de concretos modificados con plástico marino reciclado en reemplazo de los agregados finos**. Revista Politécnica, v. 16, n. 31, p. 77-84, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342546713_Propiedades_mecanicas_de_concretos_modificados_con_plastico_marino_reciclado_en_reemplazo_de_los_agregados_finos. Acesso em: 10 set. 2025.

DIAS, V. M. **Uma análise da viabilidade da adição de vidro em concretos para construção civil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Materiais) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020. Disponível em: <https://bdta.abcd.usp.br/item/003091898>. Acesso em: 06 ago. 2025.

DOMÍNGUEZ DEL ÁGUILA, D.; PAREDES TARAZONA, M. T.; HERNÁNDEZ VALZ, H. M. **Actitud hacia la gestión de residuos sólidos domiciliarios en estudiantes de una universidad privada**. Revista del Instituto de investigación de la Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas, v. 24, n. 47, p. 63-73, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.15381/iigeo.v24i47.20647> Acesso em: 04 ago. 2025.

DUQUE ANTIA, V. **Concreto modificado con plástico reciclado en reemplazo de los agregados finos.** Trabalho de Conclusão de Curso (Arquitetura) – Universidad Católica de Manizales, Manizales, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ucm.edu.co/handle/10839/4632>. Acesso em: 04 jul. 2025.

FERREIRA, V. H. **Análise de propriedades mecânicas do concreto com substituição parcial do agregado miúdo por resíduo de vidro moído.** 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil de Infraestrutura) – Centro Tecnológico de Joinville, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/266413>. Acesso em: 04 jul. 2025.

GOBBE, D. C.; VANDERLEI, R. D. **Concreto com cinza de casca de arroz.** In: 5º CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, Gramado, 2022. **Anais** [...]. Gramado, RS, 2022. Disponível em: [dx.doi.org/10.55449/conresol.5.22.V-001](https://doi.org/10.55449/conresol.5.22.V-001) Acesso em: 02 set. 2025.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Technology Roadmap: Low-Carbon Transition in the Cement Industry.** Paris: IEA, 2018. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/technology-roadmap-low-carbon-transition-in-the-cement-industry>. Acesso em: 05 jun. 2025.

MORAIS FILHO, F. T. de. **Identificação e análises dos modelos de extração de areia no rio piancó e seus impactos ambientais.** Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal da Paraíba, Pombal, 2019. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/8317>. Acesso em: 04 jul. 2025.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto.** 5. ed. São Paulo: LTC, 2016. Disponível em: <https://epage.pub/doc/propriedades-do-concreto-5-ed-1-9yz6zkrdx3>. Acesso em: 04 jun. 2025.

PÉREZ MONTOYA, G. A. **Innovación para construcción sostenible: estudio piloto de concreto modificado con plástico reciclado.** Innovare Revista de ciencia y tecnología, v. 13, n. 1, p. 2-7, 2024. Disponível em: <https://revistas.unitec.edu/innovare/article/view/332>. Acesso em: 06 set. 2025.

SANTOS, C. N.; MIRANDA, L. C.; MARTINS, A. M. **Análise do Desempenho de Concretos Produzidos com Vidro.** 18 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade de Rio Verde (UniRV), Rio Verde, 2018. Disponível em: <https://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/An%C3%A1lise%20do%20Desempenho%20de%20Concretos%20Produzidos%20com%20Vidro.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2025.

SILVA, F. F. da. **Desempenho mecânico de concreto fabricado com substituição parcial do cimento por cinzas de cascas de arroz.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2024. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/bitstream/riufcg/42828/1/FILIPE%20FERNANDES%20DA%20SILVA%20-%20TCC%20ENGENHARIA%20CIVIL%202024.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2025.

TINOCO, V. N. V. **Análise da viabilidade técnica do uso de vidro moído como substituto do agregado miúdo na produção de concreto.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/848bb3a5-6022-46a2-8255-b061de123bc8>. Acesso em: 16 ago. 2025.

VASQUEZ RIVASPLATA, A. M. **“Efecto de las adiciones de plástico reciclado en diferentes porcentajes, en las propiedades mecánicas del concreto, acorde a los resultados obtenidos en anteriores investigaciones, Cajamarca 2021”.** Tese (Graduação em Engenharia Civil)

– niversidad Privada del Norte, Cajamarca, 2021. Disponível em: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29686>. Acesso em: 04 out. 2025.

WBCSD – WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Low carbon technology roadmap for the global cement industry**. Geneva: WBCSD, 2018. Disponível em: <https://www.wbcsd.org/resources/technology-roadmap-low-carbon-transition-in-the-cement-industry/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

WERNERCK, D. R. **Estratégias de mitigação das ilhas de calor urbanas: estudo de caso em áreas comerciais em Brasília – DF**. 118 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: https://www.repositorio.unb.br/handle/10482/31816?locale=pt_BR. Acesso em: 22 ago. 2025.

¹Discente do Curso Superior de Engenharia Civil da Faculdade Sapiens. E-mail: diegosalgadoptbr@gmail.com

²Docente do Curso Superior de Engenharia Civil da Faculdade Sapiens. E-mail: kamilla.ramires@gruposapiens.com.br

[← Post anterior](#)

RevistaFT

A RevistaFT têm 29 anos. É uma **Revista Científica Eletrônica Multidisciplinar Indexada de Alto Impacto e Qualis “B2”**.

Contato

Queremos te ouvir.
WhatsApp: (21) 99451-7530

Conselho Editorial

Editores Fundadores:
Dr. Oston de

Periodicidade mensal e de acesso livre. Leia gratuitamente todos os artigos e publique o seu também [clikando aqui](#),



WhatsApp: (21)

99217-2623

e-Mail:

contato@revistaf
t.com.br

ISSN: 1678-0817

CNPJ:

48.728.404/0001-
22

Fator de

impacto FI=

5.397 (muito alto)

Turismo

Acadêmico

Agência **ft**

Lacerda Mendes.

Dr. João Marcelo

Gigliotti.

Editor

Científico:

Dr. Oston de

Lacerda Mendes

Jornalista

Responsável:

Marcos Antônio

Alves MTB

6036DRT-MG

Orientadoras:

Dra. Hevellyn

Andrade

Monteiro

Dra. Chimene

Kuhn Nobre

Revisores:

Lista atualizada
periodicamente

em

revistaft.com.br/e

[xpediente](#) Venha

fazer parte de

nosso time de

revisores

também!