

# **REUTILIZAÇÃO DO PÓ DE VIDRO COMO AGREGADO NA PRODUÇÃO DE BLOCOS MACIÇOS PARA ALVENARIA**

Pedro Augusto da Silva<sup>1</sup>

Orientador: Prof. Ms. Oswaldo Henrique Barolli Reis<sup>2</sup>

## **RESUMO**

Este trabalho analisa a reutilização do pó de vidro como agregado na produção de blocos maciços para construção civil. Tal abordagem se faz necessária diante da crescente demanda por práticas sustentáveis no setor e da urgência em mitigar os impactos ambientais causados pela construção civil. O objetivo desta pesquisa é avaliar a viabilidade da incorporação do pó de vidro na fabricação de blocos, promovendo práticas mais sustentáveis. Este intento será alcançado por meio de uma revisão bibliográfica detalhada sobre técnicas de reutilização de resíduos na construção civil e estudos de caso comparativos. A pesquisa incluirá uma análise do desempenho dos blocos produzidos com pó de vidro em comparação com métodos convencionais. Os estudos de caso serão conduzidos em locais representativos do contexto construtivo. Os resultados obtidos proporcionarão insights valiosos para a adoção efetiva do pó de vidro como um componente sustentável na construção civil, destacando seus benefícios e contribuições para práticas mais responsáveis.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Construção Civil, Reutilização de Resíduos, Pó de Vidro, Blocos Maciços.

# 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda a reutilização do pó de vidro como agregado na produção de blocos maciços para construção civil, visando atender à necessidade de desenvolver práticas sustentáveis no setor. A crescente demanda por alternativas ambientalmente amigáveis na construção civil, aliada à escassez de recursos naturais, destaca a importância de explorar novas soluções, especialmente no que diz respeito ao aproveitamento de resíduos. Tal abordagem se faz necessária diante do impacto significativo que a construção civil exerce sobre o meio ambiente, sendo um setor que consome grande quantidade de recursos naturais não renováveis. A reutilização do pó de vidro, que de outra forma seria descartado como resíduo, emerge como uma prática ambientalmente responsável, alinhada aos princípios da sustentabilidade. É importante salientar a contribuição deste trabalho para a comunidade e para a prática de estudos ambientais na construção civil. A introdução do pó de vidro como um componente viável na produção de blocos maciços não apenas busca solucionar questões ambientais, mas também promove uma conscientização sobre a importância da adoção de práticas sustentáveis no setor da construção. O objetivo deste estudo é avaliar a viabilidade da reutilização do pó de vidro como agregado na fabricação de blocos maciços, contribuindo assim para a promoção de práticas mais sustentáveis na construção civil. Este intento será alcançado por meio de uma revisão bibliográfica aprofundada sobre as técnicas de reutilização de resíduos na construção civil, destacando os benefícios e desafios associados. Além disso, serão realizados estudos de caso comparativos para analisar o desempenho dos blocos produzidos com pó de vidro em comparação com métodos convencionais, sendo a pesquisa conduzida em locais representativos do contexto construtivo.

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil - UNIS - Centro Universitário do Sul de Minas  
pedro.augustodasilva@alunos.unis.edu.br

<sup>2</sup>Prof. Me. Oswaldo Henrique Barolli Reis, Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho e em Administração e Qualidade, Mestre em Ciência Animal (Exigências Nutricionais, Alimentos e Alimentação), Docente do Grupo Unis.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Teremos como referências normativas as seguintes normas técnicas brasileiras:

- NBR 7170:1983 - Tijolo maciço cerâmico para alvenaria - Determinação da resistência à compressão.
- NBR 10004:2004 - Resíduos sólidos - Classificação.
- NBR 12653:2012 - Materiais pozolânicos – Requisitos.
- NBR 5739:2018 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.
- NBR NM 67:1998 - Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.
- NBR 15270-1:2005 - Componentes cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos.
- NBR 15270-2:2017 - Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria - Métodos de ensaios.
- NBR 7.211:2019, Agregados para concreto - Especificação

Dado que o produto em estudo não possui regulamentação específica, as normas mencionadas acima serão utilizadas como parâmetros de referência para este estudo.

O desenvolvimento econômico contemporâneo está intrinsecamente ligado aos impactos ambientais e sociais, resultando em uma significativa degradação do meio ambiente. O aumento do acúmulo de capital e bens de consumo contribui para essa degradação, despertando crescente preocupação na sociedade em relação à sustentabilidade. A busca por alternativas que reduzam o consumo de recursos naturais e minimizem os danos ambientais tornou-se uma pauta relevante para melhorar a qualidade de vida e promover uma utilização consciente dos recursos (PIMENTA, NARDELLI, 2016).

O gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos é um dos desafios contemporâneos que comprometem a qualidade de vida. Empresas e administrações públicas enfrentam dificuldades, especialmente em grandes centros urbanos, onde a geração massiva de resíduos

se depara com a falta de locais apropriados para deposição desses materiais (CASSA et al., 2001).

A Norma Brasileira de Referência (NBR) 10004 (ABNT, 2004) define resíduos sólidos como materiais nos estados sólido e semissólido originados de atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas, de serviços e de varrição. Inclui ainda lodos de tratamento de água, resíduos de equipamentos de controle de poluição e líquidos inviáveis para lançamento em redes públicas de esgoto.

O vidro, devido à sua estabilidade química, apresenta-se como um material promissor para a gestão sustentável de resíduos. A composição complexa dos resíduos de vidro, associada ao processo de vitrificação, oferece a possibilidade de armazenamento a longo prazo. Sua incorporação na indústria da construção civil surge como uma alternativa viável para agregar valor ao produto final, especialmente quando consideramos a capacidade do setor de absorver grandes volumes de resíduos de vidro, independentemente da alta qualidade (LETELIER et al., 2019).

A norma NBR 12653 estabelece critérios para a utilização de materiais pozolânicos, como o vidro, em conjunto com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta, ampliando as possibilidades de sustentabilidade na construção civil.

Estudos indicam que o vidro, composto principalmente por sílica, confere elevada resistência à compressão, tornando-se uma excelente opção para propriedades pozolânicas (BAUER, 2009). No entanto, a presença de contaminantes nos resíduos de vidro torna o processo de reciclagem economicamente inviável. A fabricação de compósitos cimentícios surge como uma alternativa promissora, permitindo a substituição parcial do cimento e total dos agregados miúdo e graúdo de concreto (LOPES, 2017; BOSTANCI, 2020; JAIN et al., 2020; TAMANNA et al., 2020).

Estudos como o de Lam et al. (2007) mostram que a utilização de vidro moído como agregado fino em blocos pré-moldados de concreto pode atingir resistência à compressão superior a 50 MPa aos 28 dias de cura, desde que adicionados outros materiais à mistura. Em locais como Hong Kong, a substituição da areia por resíduo de vidro na produção de blocos de concreto demonstrou a possibilidade de obter blocos de alta qualidade, com aumento da resistência à compressão e redução da absorção de água (POON; LING; WONG, 2013).

A proporção adequada de substituição de agregados por resíduo de vidro é crucial para melhorar as propriedades mecânicas do concreto. Segundo Bottega (2017), uma substituição de 50% proporciona melhores características mecânicas, destacando a importância de atender aos requisitos da NBR 7211:2009 - Agregados para Concreto, que estabelece critérios fundamentais para garantir a qualidade dos agregados utilizados na produção de concreto. Essa norma é essencial para assegurar a integridade estrutural, durabilidade e conformidade com as exigências regulatórias na construção de edificações seguras e de qualidade.

De acordo com a NBR 7170: 1983, os tijolos maciços são classificados como tijolos normais e são divididos em três categorias: A, B e C de acordo com sua resistência à compressão. Conforme tabela 01 abaixo é.

Tabela 01 - Resistência mínima à compressão em relação à categoria

<b>Categoria</b>	<b>Resistência à compressão (MPa)</b>
<b>Categoria A</b>	<b>1,5</b>
<b>Categoria B</b>	<b>2,5</b>
<b>Categoria C</b>	<b>4,0</b>

Fonte: ABNT NBR 7170:1983

A NBR 15270-1: 2005 informa que seja especificado uma vez mais os tamanhos nominais dos tijolos 190mm de comprimento (C), 90mm de largura (L) e altura (H) 57mm.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Esta pesquisa será desenvolvida por meio de um processo experimental, utilizando-se instrumentos e equipamentos adequados, na tentativa de alcançar resultados concretos.

Os métodos e testes adotados serão baseados na Norma ABNT NBR 15270-2:2017, que se refere a componentes cerâmicos para alvenaria.

O procedimento será dividido em três etapas, sendo:

- 1) 1ª etapa: Separação dos materiais;
- 2) 2ª etapa: Configuração da massa;
- 3) 3ª etapa: Análise dos resultados obtidos.

Os seguintes pontos serão considerados ao realizar a pesquisa, com o objetivo de garantir que o material possa ser aplicado como constituinte de blocos para alvenaria não-estrutural.

### 3.1 Separação dos materiais

Antes de começar a conduzir os testes em laboratório, foram adquiridos, em lojas locais, todos os materiais necessários para a experiência.

O cimento CP II adquirido possui tempo de cura em torno de 7 dias, sendo disponibilizado para venda em saco de 25kg.

A brita foi adquirida também no comércio local, disponibilizada em latas de 18Lt.

O pó de vidro utilizado na pesquisa foi obtido gratuitamente em uma fábrica de vidro situada na cidade de Varginha.

**Figura 1** - Pó de vidro, Cimento Portland cpII e Brita 0



Fonte: o autor

O pó de vidro é seco e moído manualmente. O material utilizado na pesquisa é material que passou pela peneira nº 200. Os resultados dos testes de tamanho de partícula podem ser vistos na tabela 02. Este teste tem como objetivo verificar o tamanho das partículas contidas em uma porção do material e em todo o pó utilizado para formar a massa.

Tabela 02 - Análise granulométrica em amostra de pó de vidro

Peneira	Abertura de malha da peneira
1	200
2	prato coletor

Fonte: o autor

A relação cimento CP II x pó de vidro x água x brita 0 é determinada conforme tabela 03 abaixo:

Tabela 03 - Quantitativo de materiais

Componente da mistura	Quantidade por bloco
Água	500ml
Pó de vidro	150g
Cimento CII	600g
Brita 0	200g
<b>Total:</b>	<b>950g</b>

Fonte: O autor

### 3.2 Configuração da massa

Depois de avaliar individualmente cada componente pó de vidro, cimento, água e brita 0, iniciamos a fabricação da massa, que foi submetida a um processo de mecanização.

Este processo começa com a mistura dos ingredientes secos e, uma vez homogeneizados, adiciona-se água.

A determinação das propriedades geométricas é realizada através da moldagem de corpos de prova conforme os parâmetros especificados pela ABNT NBR 15270-1:2005, nas dimensões 190 mm de comprimento (L), 90 mm de largura (L) e 57 mm de altura (H).

Após o processo de molde, as amostras foram deixadas secar por 15 minutos. Após esta etapa, são desenhados e deixados para endurecer em local abrigado e em condições ambientais normais. pode-se verificar o bloco formado após retirá-lo do molde e submetê-lo a uma cura de 28 dias.

Figura 04 - bloco composto de cimento cpII, pó de vidro, brita 0 e água.



Observou-se que não houve perda significativa de massa da amostra durante o processo de cura. Essa diferença de massa inicial é mostrada na Tabela 04.

Tabela 04 - Perda de massa devido à evaporação

Idade da amostra (dias)	Massa inicial (g)	Massa final (g)	massa perdida	Perda de massa (%)
7	950g	921,50g	28,5g	3%
14	950g	921,50g	9,5g	1%
21	950g	921,50g	9,5g	1%
28	950g	921,50g	9,5g	1%

Fonte: O autor

#### 4 RESULTADOS

Neste ponto, a amostra passou pelos seguintes testes:

Teste de compressão usando uma prensa hidráulica devidamente calibrada para esmagar a amostra.

Os cálculos para determinação da resistência à compressão foram feitos conforme o seguinte raciocínio:

- 1) Conversão da carga de pressão de t para kg.
- 2) Cálculo da área superficial do bloco em cm<sup>2</sup>.

- 3) Determinação da carga aplicada em kg/cm<sup>2</sup>;
- 4) Conversão do valor obtido, para Mpa.

Exemplo do cálculo:

$$\frac{5,54 \times 1000}{171} = 32,39 \text{ kg/cm}^2$$

$32,39 \times 10^{-1} = 3,239 \text{ MPa}$ , onde:

5,54 = carga obtida na compressão (em toneladas);

1000 = constante para conversão de t para kg;

171 = área da amostra (19cm x 9cm).

Para a conversão de kg/cm<sup>2</sup> para MPa,

Multiplica-se por  $10^{-1}$ .

Os resultados médios de falha da amostra são apresentados na Tabela 05

Tabela 05 - Cronograma para realização dos testes de compressão

Intervalo de rompimento após a moldagem (dias)	Número de amostras a serem rompidas	Resultado médio dos testes (Mpa)
7	3	3,239
14	3	5,847
21	3	6,871
28	3	6,900

Fonte: O autor

Este estudo confirma que o pó de vidro pode ser utilizado como componente de blocos de construção civil para aplicações não estruturais. O índice médio de resistência à compressão após 28 dias é de aproximadamente 6,9 MPa, o que supera a resistência máxima exigida pela NBR 7170: 1983. A NBR 7170: 1983 que define as três categorias distintas em função da sua resistência à compressão. Essas categorias são: A, B, C.

A utilização desses resíduos na produção de blocos maciços para a construção civil tem se mostrado uma alternativa econômica e ambientalmente correta, sendo uma nova ferramenta para viabilizar a produção em escala comercial e com grande potencial para a realização de amplas pesquisas.

REUSE OF GLASS POWDER AS AGGREGATE  
IN THE PRODUCTION OF SOLID BLOCKS FOR MASONRY

ABSTRACT

This study examines the reuse of glass powder as an aggregate in the production of solid blocks for the construction industry. Such an approach is necessary given the increasing demand for sustainable practices in the sector and the urgency to mitigate the environmental impacts caused by construction activities. The objective of this research is to assess the feasibility of incorporating glass powder into block manufacturing, promoting more sustainable practices. This goal will be achieved through a detailed literature review on waste reuse techniques in the construction industry and comparative case studies. The research will include an analysis of the performance of blocks produced with glass powder compared to conventional methods. Case studies will be conducted in representative construction contexts. The results obtained will provide valuable insights for the effective adoption of glass powder as a sustainable component in construction, highlighting its benefits and contributions to more responsible practices.

Keywords: Sustainability, Construction Industry, Waste Reuse, Glass Powder, Solid Blocks.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7170:1983** referente à resistência dos tijolos cerâmicos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12653**: materiais pozolânicos – requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: concreto–ensaio de compreensão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67**: concreto - determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1**: componentes cerâmicos para alvenaria de vedação - terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-2**: componentes cerâmicos – blocos e tijolos para alvenaria. Parte 2: Métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2017.

BAUER, F. **Avaliação da Utilização de Sucata de Vidro como agregado miúdo artificial na produção de Materiais Cimentícios**. 16º Concurso Falcão Bauer. Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil Premiando a Qualidade.2009.

BOSTANCI, S. C. Use of waste marble dust and recycled glass for sustainable concrete production. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 251, p. 119785, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619346554>. Acesso em: 05 abr. 2023.

BOTTEGA, S. P. B. **Análise dos efeitos da substituição parcial do agregado miúdo por resíduo de vidro moído no concreto convencional**. 2017. Trabalho de conclusão (bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Erechim, 2017.

CASSA; J. C. S.; CARNEIRO; A. P., DE BRUM, I. A. S. **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção** - Projeto Entulho Bom; Editora da UFBA; Caixa Econômica Federal, Salvador, 2001.

<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/artigos.htm>. Acesso em: nov. 2022.

JAIN, K. L.; SANCHETI, G.; GUPTA, L. K. Durability performance of waste granite and glass powder added concrete. **Construction And Building Materials**, [S.L.], v. 252, p. 119075, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061820310801>. Acesso: 05 abr. 2023.

LAM, C. S., POON, C. S., CHAN, D. Enhancing the performance of pre-cast concrete blocks by incorporating waste glass – ASR consideration. **Cement and Concrete Composites**, [S.L.], vol. 29, n. 8, p. 616-625, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958946507000595>. Acesso em: 06 abr. 2023

LETELIER, V et al. Combined use of waste concrete and glass as a replacement for mortar raw materials. **Waste Management**, [S.L.], v. 94, p.107-119, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X19303496>. Acesso em: 02 abr. 2023

LOPES, R. K. **Utilização de resíduo moído de vidro industrial na confecção de argamassa de cimento Portland em Porto Velho/RO**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2017. Disponível em: [https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/6214/5/Disserta%c3%a7%c3%a3o\\_Raduan%20K.%20Lopes.pdf](https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/6214/5/Disserta%c3%a7%c3%a3o_Raduan%20K.%20Lopes.pdf). Acesso em: 04 abr. 2023

PIMENTA, M. F. F.; NARDELLI, A. M. B. Desenvolvimento sustentável: os avanços na discussão sobre os temas ambientais lançados pela conferência das Nações Unidas sobre o desenvolvimento sustentável, Rio+20 e os desafios para os próximos 20 anos. **Perspectiva**, [S. L.], v. 33, n. 3, p. 1257–1277, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/view/2175-795X.2015v33n3p1257>. Acesso em: 01 abr. 2023.

POON, C. LING, T. WONG, H. Management and recycling of waste glass in concrete products: Current situations in Hong Kong. **Resources, Conservation and Recycling**, [S.L.], v.70, p. 25-31, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344912001917> . Acesso: 06 abr. 2023.

ROSÁRIO, T.; TORRESCASANA, C. E. N. **Tijolo de solo-cimento produzidos com resíduos de concreto**. 2011. Monografia (Conclusão do curso de Engenharia Civil) - Universidade Comunitária da Região de Chapecó, 2011. Disponível em: <http://konrad.unochapeco.edu.br:8080/pergamumweb/vinculos/000075/000075C5.PDF>. Acesso em: 04 mar. 2023.

SCARINCI, G. et al. Vitrification of industrial and natural wastes with production of glass fibers. **Journal of the European Ceramic Society**, [S. L.], v. 20, p. 2485-2490, 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0955221900001461>. Acesso 02 abr. 2023

TAMANNA, N.; TULADHAR, R.; SIVAKUGAN, N. Performance of recycled waste glass sand as partial replacement of sand in concrete. **Construction And Building Materials**, [S.L.], v. 239, p. 117804, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095006181933257X>. Acesso em: 04 abr. 2023