

UTILIZAÇÃO DE PÓ DE VIDRO NA FABRICAÇÃO DE PAVER DE CONCRETO

USE OF GLASS POWDER IN THE MANUFACTURE OF CONCRETE PAVERS

USO DE POLVO DE VIDRIO EN LA FABRICACIÓN DE ADOQUINES DE HORMIGÓN

Victor Fernando Souza Vasconcelos¹, Luiza Ignez Mollica Marotta², Gustavo Soares Santos³,
Mario Guimarães Júnior⁴, Lourival Marin Mendes⁵, Gilberto de Miranda Lima⁶

DOI: 10.54899/dcs.v22i81.3124

Recibido: 29/07/2025 | Aceptado: 01/08/2025 | Publicación en línea: 03/09/2025.

RESUMO

O descarte inadequado e o gerenciamento ineficiente de resíduos sólidos provenientes de residências, indústrias e comércios têm gerado sérios impactos ambientais. Dentre esses resíduos, o vidro destaca-se como um dos materiais mais utilizados no cotidiano, porém frequentemente descartado sem reaproveitamento, contribuindo para o acúmulo em aterros e no meio ambiente. Diante desse cenário, o presente trabalho propôs um estudo sobre a viabilidade técnica do uso do vidro moído como agregado na produção de pavers de concreto, visando à redução do consumo de recursos naturais e ao aproveitamento sustentável de resíduos. A pesquisa envolveu a caracterização dos materiais utilizados, a produção dos pavers com adição de pó de vidro e a realização de ensaios de resistência à compressão e absorção de água, conforme os critérios estabelecidos pela NBR 9781 (ABNT, 2013). Os resultados foram satisfatórios: a média de resistência obtida foi de 35,359 MPa, atendendo ao valor mínimo exigido pela norma (≥ 35 MPa), enquanto a absorção média de água foi de aproximadamente 4,86%, também dentro do limite estabelecido ($\leq 7\%$). Esses dados indicam que o vidro moído pode ser incorporado com sucesso na fabricação de pavers, representando uma solução sustentável e tecnicamente viável para a construção civil.

Palavras-chave: Reaproveitamento. Pavers. Resíduos.

¹ Bacharel em Engenharia Ambiental, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) - Unidade Passos, Passos, Minas Gerais, Brasil. E-mail: victorfsvasconcelos@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-8121-7776>

² Doutoranda em Engenharia de Biomateriais, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil. E-mail: luizamarotta@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7504-3684>

³ Doutorando em Engenharia de Biomateriais, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil. E-mail: gssengcivil@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3564-5426>

⁴ Doutor em Engenharia de Materiais, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET), Araxá, Minas Gerais, Brasil. E-mail: mgjunior@cefetmg.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0975-3685>

⁵ Doutor em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil. E-mail: lourival@ufla.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8713-405X>

⁶ Mestre em Exatas, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) - unidade Passos, Passos, Minas Gerais, Brasil. E-mail: lima_gilberto@uol.com.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0935-5994>

ABSTRACT

The improper disposal and inefficient management of solid waste generated daily by households, industries, and commercial establishments have led to significant environmental impacts. Among these wastes, glass stands out as one of the most commonly used materials in everyday life, yet it is often discarded without proper recycling, contributing to the accumulation of waste in landfills and the environment. In this context, the present study investigates the technical feasibility of using ground glass as an aggregate in the production of concrete pavers, aiming to reduce the consumption of natural resources and promote the sustainable reuse of discarded glass. The research included material characterization, the manufacturing of pavers with added glass powder, and laboratory tests for compressive strength and water absorption, following the standards set by NBR 9781 (ABNT, 2013). The results were satisfactory: the average compressive strength reached 35.359 MPa, meeting the minimum requirement (≥ 35 MPa), while the average water absorption was approximately 4.86%, within the acceptable limit ($\leq 7\%$). These findings demonstrate that ground glass can be successfully incorporated into the production of concrete pavers, offering a technically viable and environmentally responsible alternative for the construction industry.

Keywords: Reuse. Pavers. Waste.

RESUMEN

La disposición inadecuada y la gestión ineficiente de residuos sólidos provenientes de hogares, industrias y negocios han generado graves impactos ambientales. Entre estos residuos, el vidrio destaca como uno de los materiales más utilizados en la vida cotidiana; sin embargo, con frecuencia se desecha sin reutilización, lo que contribuye a su acumulación en vertederos y en el medio ambiente. Ante esta situación, este trabajo propone un estudio sobre la viabilidad técnica del uso de vidrio molido como agregado en la producción de adoquines de hormigón, con el objetivo de reducir el consumo de recursos naturales y el uso sostenible de los residuos. La investigación incluyó la caracterización de los materiales utilizados, la producción de adoquines con la adición de polvo de vidrio y la realización de ensayos de resistencia a la compresión y absorción de agua, según los criterios establecidos por la NBR 9781 (ABNT, 2013). Los resultados fueron satisfactorios: la resistencia promedio obtenida fue de 35,359 MPa, cumpliendo con el valor mínimo requerido por la norma (≥ 35 MPa), mientras que la absorción de agua promedio fue de aproximadamente 4,86%, también dentro del límite establecido ($\leq 7\%$). Estos datos indican que el vidrio molido puede incorporarse con éxito en la fabricación de adoquines, lo que representa una solución sostenible y técnicamente viable para la industria de la construcción.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

O meio urbano sofre constantemente com os impactos gerados por seus habitantes, principalmente no que diz respeito à questão de resíduos sólidos, que vem aumentando gradativamente devido ao alto consumo de produtos industrializados. O descarte incorreto, a falta de coletores e até mesmo uma boa estruturação no que diz respeito à gestão ambiental tem gerado variadas discussões sobre o assunto.

O lixo proveniente das residências, indústrias e hospitais muitas vezes são descartados sem nenhum controle ou separação do que é ou não aproveitável. Muitas das vezes o descarte não tem um controle efetivo e os resíduos secos são misturados aos resíduos orgânicos, dificultando a reciclagem ou reaproveitamento dos mesmos para outros fins.

O vidro é um dos produtos mais utilizados no cotidiano da população, gerando altos volumes de resíduos, trazendo sérios problemas ambientais, devido à falta de reciclagem e reaproveitamento dos mesmos.

Apesar da criação da Política Nacional de Resíduos em 2010, pela lei nº 12.305/10 que prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo a proposta principal a prática coerente e racional de hábitos de consumo sustentável e a destinação adequada dos rejeitos (o que não pode ser aproveitado em reciclagem ou reuso), instituindo a responsabilidade dos geradores de resíduos, fabricantes, importadores, distribuidores entre outros, se responsabilizarem por seus respectivos resíduos gerados; a lei é posta em prática, somente em minoria, já que esta, ainda é recente e geralmente a população, empresários e demais carecem de uma consciência ecológica mais palatável e dentro das normas que mandam a lei.

Devido a essas questões, vem surgindo novos projetos para o reaproveitamento, reciclagem e reutilização desses resíduos para inúmeras finalidades, dentre essas alternativas podemos citar a utilização de resíduos sólidos como agregado na construção civil como forma de buscar o desenvolvimento sustentável, pois a indústria da construção civil é uma grande consumidora de recursos naturais.

A importância da reciclagem dos resíduos sólidos é fundamental para a preservação, conservação e redução do consumo de recursos naturais não renováveis do planeta, pois satisfaz às necessidades da população sem comprometer a sobrevivência das gerações futuras e do planeta (LUCAS; BENATTI, 2008)

O presente estudo baseia-se na fabricação de pavers a partir da incorporação de pó de vidro em substituição à areia convencional. O experimento será conduzido no Laboratório de

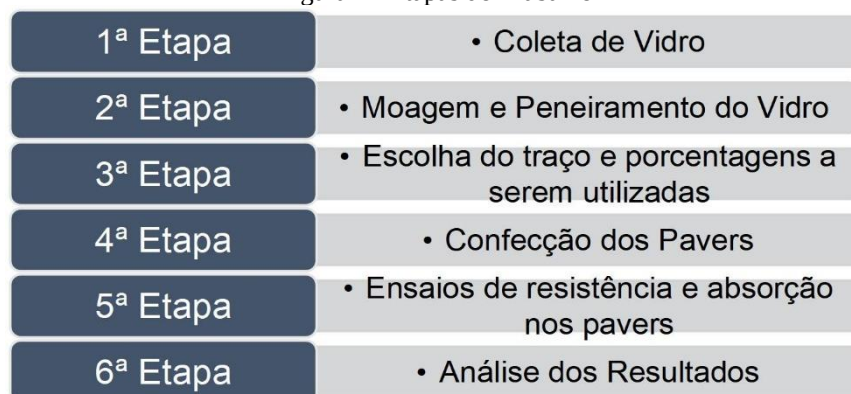
Materiais e Engenharia Civil da Universidade Estadual de Minas Gerais, Passos/MG.

Este artigo possui por objetivo geral avaliar a viabilidade técnica do uso de pó moído de vidro como agregado para a produção de pavers de concreto para tráfego de pedestres, veículos leves e veículos comerciais. Como Objetivos específicos realizar a caracterização tecnológica dos resíduos de Vidro; realizar caracterização tecnológica da areia convencional; confeccionar pavers de concreto com os resíduos de vidro; realizar ensaios tecnológicos de resistência a compressão e absorção; comparativo dos ensaios dos pavers com adição de pó de vidro e sem pó de vidro.

MATERIAIS E MÉTODOS

No presente trabalho são apresentados os procedimentos de caracterização física dos materiais (vidro e solo) e de fabricação dos pavers. Para o desenvolvimento do trabalho foi dividido em algumas etapas, conforme ilustra o Fluxograma da Figura 1.

Figura 1 - Etapas do Trabalho



Fonte: Autor, 2025

Local do Estudo

A fase experimental foi conduzida no laboratório de Materiais e Engenharia Civil da Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Passos e na fábrica CR Pavimentações situada na cidade de São João Batista do Glória no sul de Minas Gerais.

Coleta e preparação do vidro

O vidro utilizado foi coletado em residências, esse resíduo tem origem principalmente de bebidas em geral, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2 - Vidros coletados



Fonte: Autor, 2025

Após a coleta foi realizado o processo de moagem do mesmo, com a utilização de uma prensa hidráulica com capacidade de 100t, conforme ilustra a Figura 3.

Figura 3 - Moagem do vidro



Fonte: Autor, 2025

Caracterização Tecnológica

A caracterização tecnológica nas amostras de areia, do vidro moído e dos pavers foram realizadas no laboratório de Materiais e Engenharia Civil da Universidade Estadual de Minas Gerais - UEMG – Campus Passos. A caracterização é de suma importância para obter informações adequadas dos materiais utilizados para a fabricação dos pavers de concreto. Os agregados materiais foram caracterizados visando atender às diretrizes da NBR 10833 (ABNT, 2012) para a confecção dos pavers de concreto.

Ensaio de Granulometria do Vidro

Foi realizado o ensaio pelo método do peneiramento, segundo a NBR 7211 (ABNT, 2009) e a NM 248 (ABNT, 2003) que descrevem o método para a determinação da composição granulométrica, conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4 - Ensaio de granulometria do vidro



Fonte: Autor, 2025.

Ensaio de Granulometria da Areia

O ensaio de granulometria da areia, utilizando as peneiras graduadas com as malhas recomendadas, o mesmo é feito através da distribuição dos tamanhos das partículas em um conjunto sucessivo de peneiras padronizadas conforme a NBR 7211, conforme demonstra a Figura 5.

Figura 5 - Ensaio de granulometria da areia



Fonte: Autor, 2025.

Ensaio de Granulometria pó de Brita

O ensaio de granulometria do pó de brita, utilizando as peneiras graduadas com as malhas recomendadas, o mesmo é feito através da distribuição dos tamanhos das partículas em um conjunto sucessivo de peneiras padronizadas conforme a NBR 7211, conforme demonstra a Figura 6.

Figura 6 - Ensaio de granulometria do pó de brita



Fonte: Autor, 2025.

Ensaio de Granulometria Brita

O ensaio de granulometria da brita, utilizando as peneiras graduadas com as malhas recomendadas, o mesmo é feito através da distribuição dos tamanhos das partículas em um conjunto sucessivo de peneiras padronizadas conforme a NBR 7211, conforme demonstra a Figura 7.

Figura 7 - Ensaio Granulometria Brita



Fonte: Autor, 2025.

PRODUÇÃO DE PAVER

Os materiais utilizados para a confecção dos pavers de concreto foram: areia, pó de brita, brita e cimento *Portland* (CP 2Z). Os pavers foram confeccionados na Fábrica CR Pavimentações, situada em São João Batista do Glória/MG. O vidro utilizado foi coletado em residências da cidade de Passos/MG, esse resíduo tem origem principalmente de bebidas em geral. E a areia convencional, utilizada na região.

O cimento *Portland* tipo CPII-Z-32 foi selecionado visando atender aos requisitos da NBR 15577-1 (ABNT, 2008), que discorre sobre a avaliação da reatividade potencial e medidas preventivas para uso de agregados em concreto. Esse tipo de cimento é facilmente encontrado na região.

O vidro moído passou por um peneiramento prévio no laboratório, sendo utilizado apenas o passante na peneira com abertura de 2,36 mm.

Para confecção dos pavers foi utilizado o traço 1:7, que é o mais utilizado entre os fabricantes da região. A Tabela 3, mostra a quantidade de materiais utilizados. No presente estudo foi substituído 10% da areia convencional por vidro moído, 10% do pó de brita por vidro moído, 10% da brita 0 por vidro moído, 10% de cimento por vidro moído.

Tabela 3 - Traço para confecção dos pavers sem adição de pó de vidro

Material	Quantidade (KG)
Areia	24,0
Pó de brita	16,0
Brita 0	30,0
Cimento	12,0

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 4 - Traço para confecção dos pavers com adição de pó de vidro

Material	Quantidade (KG)
Areia	20,0
Pó de brita	16,0
Brita 0	30,0
Cimento	12,0
Pó de Vidro	4,0

Fonte: Autor, 2025.

Primeiramente foram homogeneizados a brita, a areia, o pó de brita e o vidro moído no misturador (Figura 8), logo em seguida foi adicionado o cimento e misturou-se até ficar uma mistura uniforme, logo depois foi adicionou-se pequenas quantidades de água suficiente para se atingir a umidade ótima.

Figura 8 – Mistura dos materiais no misturador



Fonte: Autor, 2025.

A seguir foi realizada a prensagem e moldagem dos pavers, conforme as especificações da NBR 11803 (ABNT, 2013). A moldagem foi realizada em uma prensa hidráulica com força de 110 bar, com um molde de dimensões 76cm X 100 cm X 200 cm. A mistura foi colocada no dosador da prensa, logo em seguida foi colocada no molde e realizado o processo de prensagem hidráulica (Figura 9).

Logo após a prensagem as peças produzidas foram transportadas e colocadas na área de cura. Durante os 7 primeiros dias, os tijolos foram mantidos em cura úmida de acordo com a NBR 10833 (ABNT, 2012), estando prontos para utilização 14 dias após sua fabricação (Figura 10).

Figura 9 - Moldagem dos pavers



Fonte: Autor, 2025.

Figura 10- Pavers nos paletes



Fonte: Autor, 2025.

Caracterização Tecnológica dos Pavers

Neste momento serão colocados os resultados dos ensaios nos pavers, adotará como referência os pavers fabricados na Fábrica CR Pavimentações, para absorção valor médio de $\leq 7\%$ e resistência valor médio de ≥ 35 MPa.

Análise Dimensional

De acordo com a NBR 9781 (ABNT,2013) foram realizadas as medidas nos pavers as quais devem satisfazer as tolerâncias permitidas nas dimensões nominais de $\pm 1,00$ mm para o

comprimento (C), largura (L) e altura (H), verificando-se ainda, a tolerância máxima de fabricação de 3 mm para cada uma das três dimensões.

Ensaio de Absorção

De acordo com a NBR 9781 (ABNT,2013) foi realizada o ensaio de absorção nos pavers. Seguindo os seguintes passos: Os pavers foram secados em estufa (Figura 11), colocando-os em uma estufa com a temperatura entre 105°C e 110°C, para que perdessem toda a sua umidade, por um período de 24 horas logo após foram realizadas as pesagens para se obter o valor da massa seca. Em seguida, os pavers foram imersos em um recipiente com água durante 24h (Figura 12). Após esse tempo, foram retirados da água, enxugados superficialmente e pesados para se obter o valor da massa saturada. A determinação dos valores individuais de absorção de água, em porcentagem, foi feita por meio da Equação 1.

$$\text{Absorção} = \frac{u-s}{s} \cdot 100 \quad \text{Eq.1}$$

sendo:

Mu = Massa de paver úmido

Ms = Massa de paver seco

A absorção média foi obtida pela média aritmética das duas determinações.

O valor ideal a ser encontrado neste teste é: $\leq 7\%$.

Figura 11 - Secagem dos pavers



Fonte: Autor, 2025.

Figura 12 - Imersão dos pavers



Fonte: Autor, 2025.

Ensaio de Resistência à Compressão

Os ensaios de resistência à compressão simples foram realizados seguindo as recomendações da NBR 9781 (2013).

Cada tijolo foi submetido a resistência à compressão simples (Figura 13), os resultados foram calculados a partir da divisão da carga de ruptura pela área da seção transversal dos pavers. O valor ideal a ser encontrado neste teste é ≥ 35 Mpa.

Figura 13 - Ensaio de resistência a compressão



Fonte: Autor, 2025.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão abordados os resultados e discussões pertinentes.

Caracterização dos Materiais

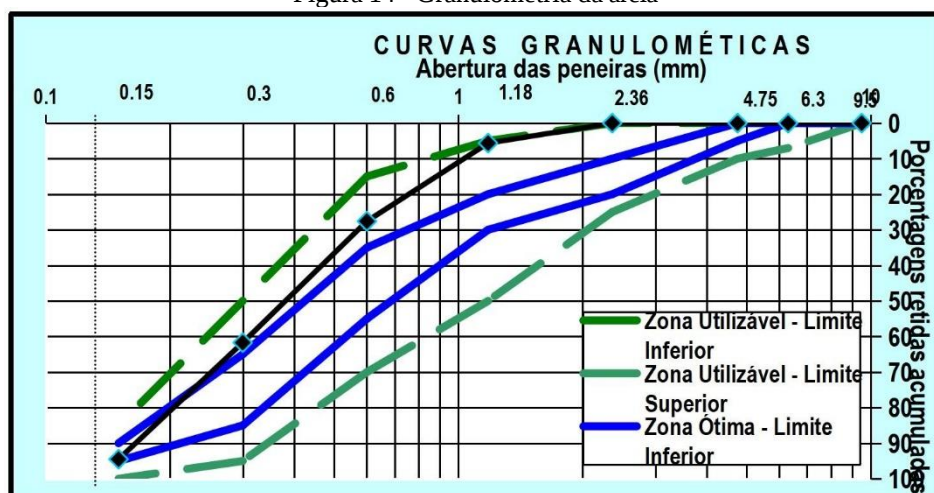
Serão apresentados os ensaios de granulometria com os materiais que foram utilizados para produção dos pavers de concreto.

Ensaio de Granulometria da Areia, RCD, Pó de Brita e Brita

Foram realizados os ensaios de granulometria com os seguintes materiais: areia, vidro, pó de brita e brita.

No ensaio de granulometria da areia pode-se observar que o material se encontra dentro dos limites utilizáveis para a produção dos pavers, pois atende aos requisitos da NBR 10833 (ABNT, 2012). O relatório de acompanhamento do ensaio de granulometria da areia está relacionado no Apêndice 1, o gráfico da Figura 14 ilustra os resultados obtidos.

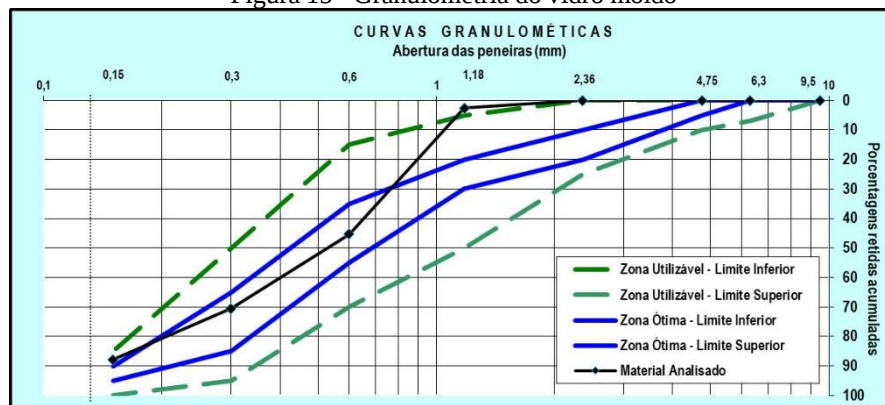
Figura 14 - Granulometria da areia



Fonte: Autor, 2025.

O ensaio de granulometria do vidro demonstrou que o material apresenta uma distribuição de partículas compatível com os padrões exigidos para sua utilização como agregado na fabricação de pavers de concreto. O relatório de acompanhamento do ensaio de granulometria do vidro está relacionado no Apêndice 3, o gráfico da figura 15 ilustra os resultados obtidos.

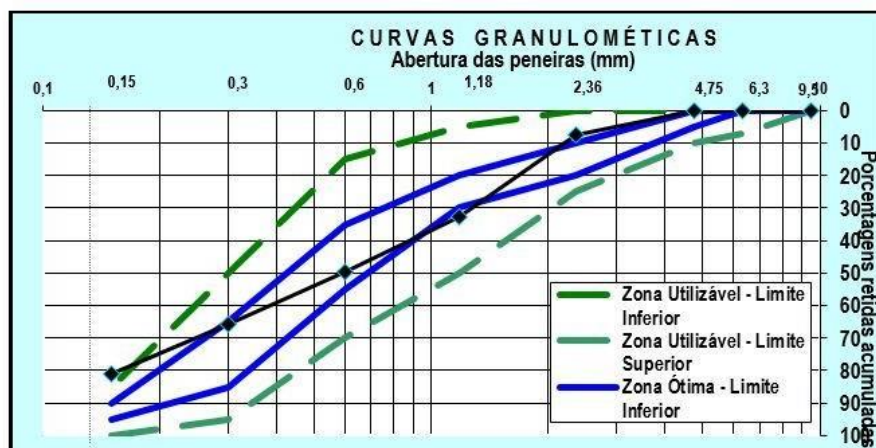
Figura 15 - Granulometria do vidro moído



Fonte: Autor, 2025.

O ensaio de granulometria do pó de brita demonstrou que o material está dentro dos limites especificados para a produção de pavers, atendendo aos requisitos da NBR 10833 (ABNT, 2012). O relatório de acompanhamento do ensaio de granulometria do pó de brita está relacionado no Apêndice 3, o gráfico da Figura 16 ilustra os resultados obtidos.

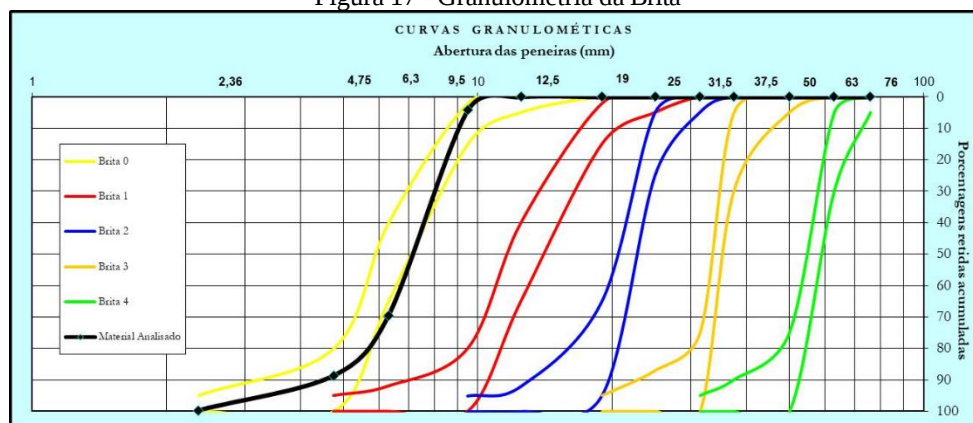
Figura 16 - Granulometria do pó de brita



Fonte: Autor, 2025.

Ensaio de granulometria da brita indicou que o material está dentro dos limites adequados para a produção de pavers, atendendo aos critérios estabelecidos pela NBR 248 (ABNT, 2003). Verificou-se que, para os dois materiais analisados, houve 100% de passagem na peneira com abertura de 4,8 mm e entre 10% e 50% na peneira com abertura de 0,075 mm. O relatório de acompanhamento do ensaio de granulometria do pó de brita está relacionado no Apêndice 4, o gráfico da Figura 17 ilustra os resultados obtidos.

Figura 17 - Granulometria da Brita



Fonte: Autor, 2025.

Ensaio dos Pavers

Os pavers foram analisados quanto às variações dimensionais, quanto à resistência à compressão e absorção.

Análise Dimensional

De acordo com a NBR 9781 (ABNT, 2013), os pavers devem apresentar as dimensões de 60 x 100 x 200 mm, com tolerância dimensional de ± 2 mm para comprimento e largura, e ± 3 mm para espessura. Dessa forma, todos os pavers analisados atenderam aos requisitos estabelecidos pela norma, conforme demonstrado na Tabela 4 e 5.

Tabela 5 - Medidas dos Pavers sem adição de pó de vidro

Pavers	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)
P1	198,20	97,50	58,30
P2	198,30	97,40	59,60
P3	197,20	97,70	59,50

Fonte: Autor, 2025

Tabela 6 - Medidas dos Pavers com adição de pó de vidro

Pavers	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)
P1	197,60	97,70	58,10
P2	197,40	97,50	56,90
P3	198,70	97,40	56,50

Fonte: Autor, 2025

Ensaio de Absorção

De acordo com NBR 9781 (ABNT, 2013) a amostra ensaiada não pode apresentar a média dos valores de absorção de água menor igual a 7% com idade mínima de sete dias. As tabelas 6 e 7 ilustram os resultados obtidos.

Tabela 7 - Resultado de ensaio de absorção paver sem adição de pó de vidro

Paver 1	Paver 2	Paver 3	Média
5,68%	5,51%	5,93%	5,70%

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 8 - Resultado de ensaio de absorção paver com adição de pó de vidro

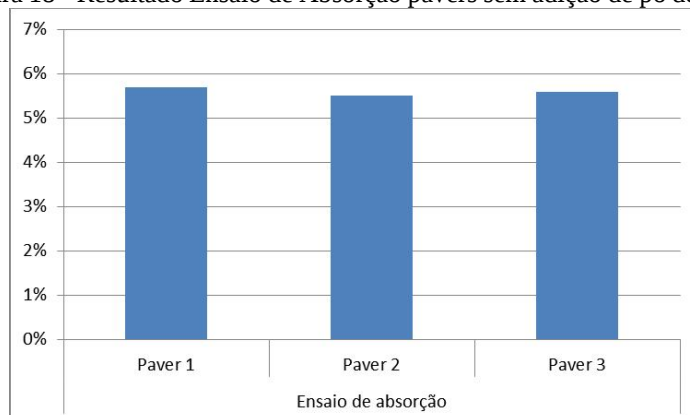
Paver 1	Paver 2	Paver 3	Média
5,15%	4,92%	4,53%	4,86%

Fonte: Autor, 2025.

Observou-se que a média alcançada foi de 4,86% de absorção para os tijolos com adição de pó de vidro e de 5,70 para os tijolos sem adição de pó de vidro, dentro do valor permitido. E que as amostras individuais atenderam os requisitos da norma, obtendo valores inferiores a 7%

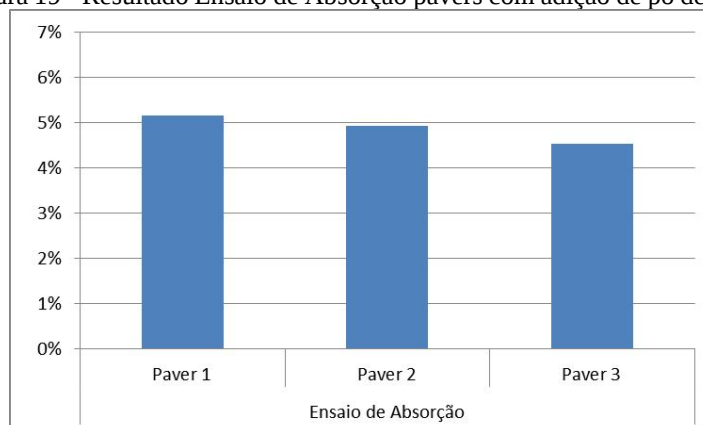
conforme ilustra o gráfico da Figura 18 e 19.

Figura 18 - Resultado Ensaio de Absorção pavers sem adição de pó de vidro



Fonte: Autor, 2025.

Figura 19 - Resultado Ensaio de Absorção pavers com adição de pó de vidro



Fonte: Autor, 2025.

Resistência à Compressão

Os pavers de concreto devem apresentar resistência mínima à compressão de acordo com os valores especificados na norma, para garantir sua durabilidade e capacidade de suportar cargas. A norma NBR 9781 (ABNT, 2013) determina que a resistência mínima à compressão dos pavers deve ser superior a 35 MPa (megapascals) após 28 dias de cura.

Os resultados obtidos foram satisfatórios tanto na amostra sem adição de pó de vidro quanto na amostra com adição de pó de vidro, com média de resistência à compressão de 35,359 MPa, valor superior ao exigido pela norma. Das amostras analisadas, duas apresentaram valores individuais acima de 35 MPa, atendendo aos requisitos normativos. Apenas uma amostra não atingiu o valor mínimo. O relatório de acompanhamento do ensaio de resistência a compressão

dos pavers estão relacionados nos Apêndices 5, 6, 7, 8, 9, 10 a tabela 8 e 9 ilustra os resultados obtidos.

Tabela 9 - Resultado resistência a compressão pavers sem adição de pó de vidro

Pavers	Área (mm ²)	Carga (Kgf)	Tensão (Mpa)
P1	3400	22880,00	39,541
P2	3400	13920,00	24,056
P3	3400	19190,00	33,164

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 10 - Resultado resistência a compressão pavers com adição de pó de vidro

Pavers	Área (mm ²)	Carga (Kgf)	Tensão (Mpa)
P1	3400	16190,00	27,979
P2	3400	22330,00	38,591
P3	3400	22860,00	39,507

Fonte: Autor, 2025.

CONCLUSÕES

A incorporação de resíduos de vidro moído como agregado na fabricação de pavers de concreto se apresenta como uma alternativa sustentável e tecnicamente viável, contribuindo para a redução dos impactos ambientais causados pelo descarte inadequado desse material, que é altamente resistente à degradação natural.

Com base nos resultados experimentais obtidos, observa-se que os pavers produzidos com adição de pó de vidro atenderam às exigências estabelecidas pela NBR 9781 (ABNT, 2013) quanto à resistência à compressão, cuja média foi de 35,359 MPa, valor superior ao mínimo exigido pela norma, que é de 35 MPa. Esse desempenho confirma a capacidade do vidro moído de atuar como um componente eficiente na composição do concreto intertravado, sem comprometer a integridade mecânica do produto final.

No ensaio de absorção de água, os resultados também foram satisfatórios. A média obtida foi de aproximadamente 4,86%, atendendo ao limite estabelecido pela mesma norma, que define como aceitável valores inferiores a 7%. Esse resultado reforça o potencial do material na produção de peças com baixa porosidade, o que contribui para a durabilidade dos pavers em condições reais de uso.

Para estudos futuros, recomenda-se a realização de novos ensaios variando-se as proporções de substituição do agregado miúdo pelo vidro moído, bem como a análise de

diferentes traços e tratamentos do pó de vidro, a fim de otimizar o desempenho mecânico e físico dos pavers. Além disso, seria pertinente avaliar outros aspectos, como a durabilidade em ciclos de umedecimento e secagem, o comportamento frente ao desgaste superficial e a viabilidade econômica em escala industrial, consolidando o uso do vidro reciclado como matéria-prima alternativa e ecológica para a construção civil.

REFERÊNCIAS

- ABIVIDRO. **Manual de Reciclagem de vidro**. São Paulo: Abividro, 1994. Disponível em: <<http://www.abividro.com.br>>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Dosagem das misturas de solo-cimento: normas de dosagem e métodos de ensaio**. Publicações ABCP, 1980, São Paulo.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248 – Agregados - Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9780: Peças de concreto para pavimentação – Determinação da resistência à compressão**. Rio de Janeiro, 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9781: Peças de concreto para pavimentação: Especificação e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2013.
- BARBOSA, N. P. S; GHAVAMI. K. **Terra Crua para Edificações**. In: Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. São Paulo: IBRACON, 2010, 2ª. Ed. v.2. Cap.25.p.1565 – 1598.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. –In: Resoluções, 2002. Disponível em: . Acesso em 07 jul. 2018.
- CARVALHO de, A. R.; OLIVEIRA de M. V. C.; Livro: **Princípios Básicos Do Saneamento do meio**, (2003), 399 pg, Ed. SENAC, São Paulo, SP, Brasil.
- CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem (2018). Disponível: <http://site03092014.hospedagemdesites.ws/sobre/id/1/institucional/>
- Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC. **Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1983.
- CORTEZ, J. C. V., MILFONTE, T. L.; BELO, R. P. (2010). **Significados psicológicos do lixo: um estudo através das redes semânticas naturais**. Psico USF, 6(2), 21-27
- COUTINHO, S. J. **Betões eco-eficientes com resíduos**. 1 Jornada de materiais na construção. pp. 171-214, 2011.
- HALLACK, A. **Pavimento intertravado: uma solução universal**. Revista Prisma. São Paulo, v. 1, p.25-27, dezembro 2001.
- JACOBI, P.; **Gestão Compartilhada dos Resíduos Sólidos no Brasil**, (2006), 164pg, Ed. Annablume, São Paulo, Brasil.

LIMA, Wesley Schettino de (conteudista); CATAPRETA, Cícero Antônio Antunes (conteudista). **Resíduos Sólidos. Guia do Profissional em Treinamento. Nível 2. Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiente**

/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte, – ReCESA, 2008.

LUCAS, Denis; BENATTI, Cláudia T. **Utilização de resíduos industriais para a produção de artefatos cimentícios e argilosos empregados na construção civil.** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, América do Norte, v.1, n.3, dez.

2008. Disponível

em: <<http://www.unicesumar.edu.br/pesquisa/periodicos/index.php/rama/article/view/850/663>>. Acesso em 08. Julho de 2018.

MAGRI, ROMULO AMARAL FAUSTINO. **Análise a susceptibilidade a erosão da região do Médio Rio Grande (MG).** Dissertação (Mestrado). Programa Pós Graduação São Carlos, Universidade de São Paulo (USP), 2013, 232p.

MARQUES, A. C.; RICCI, E. C.; TRIGO, A. P. M.; AKASAKI, J. L. **Resistência**

Mecânica do Concreto Adicionado de Borracha de Pneu Submetido à Elevada Temperatura. Anais das XXXII Jornadas Sulamericanas de Engenharia Estrutural. Campinas São Paulo. 2006.

PAIVA, A. P.; RIBEIRO, S. M. **A reciclagem na Construção Civil: como economia de custos.** São Paulo: FEA-RP/USP, 2011.

RIBEIRO T. F.; LIMA, S. do C.; COLETA SELETIVA DE LIXO DOMICILIAR – ESTUDO DE CASOS, **CAMINHOS DA GEOGRAFIA – REVISTA ONLINE PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**, (2000), Uberlândia, Minas

Gerais, Brasil.

RIBEIRO, H.; BESEN G. R.; PANORAMA DA COLETA SELETIVA NO BRASIL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS A PARTIR DE TRÊS ESTUDOS DE CASOS, **rev.**

InterfacEHS – revista de gestão integrada em saúde do trabalho e meio ambiente, (2006), São Paulo, Brasil.

SANTOS, Andrea Romano Dos. Vidro. Disponível

em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/vidro.htm>>. Acesso em: 01 jul. 2018.

SHACKELFORD, James F. **Introdução à Ciência dos Materiais Para Engenheiros.**

Trad. Daniel Vieira. 6.ed. São Paulo: Pearson, 2008.

SILVA, A. L. B.; PEREIRA, F. F. A.; COSTA, G. L. S.; OLIVEIRA, M. C. R.;

MARQUES, S. A. **Resíduos de Vidro como Agregado Miúdo na Produção de Concretos.** SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CONCRETOS ESPECIAIS, 5,

2012. Anais. Fortaleza/CE.

TEIXEIRA, C. A. G. Jogando Limpo: estudo das destinações finais dos resíduos finais dos resíduos sólidos da construção civil no contexto urbano de Montes Claros. Montes Claros, 2010. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2010.