



## Avaliação dos efeitos da substituição parcial de aglomerante por pó de gesso reciclado em pasta cimentícia

### Evaluation of the effects of partial replacement of binder by Recycled gypsum powder in cement paste

KOSINSKI, Gabriel Beloni<sup>1</sup>, JOCHEM, Lidiane Fernanda<sup>2</sup>

#### RESUMO

A reciclagem e reutilização de resíduos de demolição da construção civil, como o gesso acartonado (GA), quando utilizado como material cimentício suplementar, promovem benefícios ambientais, uma vez que esse material, normalmente descartado de forma não sustentável em aterros sanitários, pode ser reutilizado como substituto parcial do cimento Portland, promovendo o reaproveitamento desse material. Dessa forma, o objetivo desse estudo é avaliar as características no estado fresco e endurecido da pasta cimentícia com substituição parcial do cimento Portland por frações de pó de gesso proveniente da reciclagem de placas de GA. Para isso, o GA foi submetido a uma temperatura de 200<sup>o</sup>C e moído, utilizando um moinho de painelas, resultando em uma granulometria inferior a 75 µm. O resíduo foi utilizado para a substituição do aglomerante hidráulico em volume nas proporções de 3, 5 e 8%. Ademais, foram realizados ensaios para avaliação das suas propriedades em estado fresco como também a realização de ensaios mecânicos nas idades de 28 e 90 dias. A substituição parcial resultou em uma redução significativa do consumo de cimento e, apesar da observada diminuição na resistência mecânica da pasta cimentícia, demonstrou resultados satisfatórios em termos de resistência à compressão, mantendo-se próximo à referência.

**PALAVRAS-CHAVE:** gesso acartonado; pasta de cimento, sulfato de cálcio reciclado.

#### ABSTRACT

The recycling and reuse of construction demolition waste, such as gypsum drywall (GA), when used as a supplementary cementing material can promote environmental benefits, since this material, normally disposed of unsustainably in landfills, can be reused as a substitute of Portland cement, promoting the reuse of this material. This study aims to evaluate the characteristics in the fresh and hardened state of Portland cement by fractions of gypsum powder from the recycling of GA. To achieve this, the plasterboard was subjected to a temperature of 200<sup>o</sup>C and ground using a pan mill, resulting in a grain size of less than 75 µm. The exception was used for replacing the hydraulic binder in volumes in the proportions of 3, 5 and 8%. Furthermore, tests were carried out to evaluate its properties in the fresh state as well as mechanical tests at ages of 28 and 90 days. The partial replacement resulted in a significant reduction in cement consumption, and despite the observed decrease in the mechanical resistance of the cement paste, it demonstrated satisfactory results in terms of compressive strength, remaining close to the reference.

**KEYWORDS:** Drywall; Cement paste; Recycled calcium sulphates.

## INTRODUÇÃO

Diariamente, um considerável volume de estruturas é construído e demolido, resultando na inevitável acumulação de resíduos de construção, como também de demolição. Nesse contexto, nota-se que muitos desses resíduos podem ser reutilizados e reciclados, com destaque para a placa de gesso acartonado (GA), o qual representa aproximadamente 27% do total de resíduos provenientes de construção e demolição (HANSEN; SADEGHIAN, 2020). Simultaneamente, a produção global de cimento contribui

<sup>1</sup> Bolsista PIBIC. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: gabrielkosinski@alunos.utf.edu.br. ID Lattes: 9847651756587350.

<sup>2</sup> Docente no Departamento Acadêmico de Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: lidiane@utfpr.edu.br. ID Lattes: 7951773034497279.



significativamente para as emissões de CO<sub>2</sub>, representando aproximadamente 7% de todas as emissões de carbono (LIU et al., 2023).

Neste cenário, o gesso se apresenta como um material reciclável com um menor consumo de energia que pode substituir materiais e produtos cimentícios em muitas circunstâncias (WANG et al., 2023).

Ao considerar as informações supracitadas em conjunto com as questões ambientais da produção de cimento e descarte de resíduos, evidencia-se uma oportunidade para a utilização de alternativas sustentáveis para construção civil, mediante a reutilização de resíduos, como o gesso reciclado. Dessa forma, o presente estudo tem como desiderato analisar as características da pasta de cimento, tanto no estado fresco quanto endurecido, por meio da substituição parcial do cimento Portland por pó de gesso reciclado. Com o objetivo em investigar a viabilidade da reutilização desse resíduo e sua contribuição para a redução do consumo de cimento, avaliando se as características obtidas se aproximam da pasta de cimento convencional.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### MATERIAIS

Para o desenvolvimento deste estudo utilizou-se como aglomerante o cimento Portland de alta resistência inicial (CP-V ARI) devido à ausência de escória granulada de alto forno, pozolanas e *fillers*, permitindo a avaliação do efeito do material reciclado na pasta de cimento. Os resíduos utilizados correspondem a pó de gesso reciclado, proveniente de placas de GA descartadas na região de Curitiba-PR.

Primeiramente, as placas de GA foram limpas do papelão celulósico laminado, desmontadas e trituradas com o intuito de diminuir suas dimensões, em seguida, o material foi colocado em uma mufla e exposto à temperatura de 200°C por duas horas para secagem do material, por conseguinte o material foi moído por 300 segundos no moinho de panelas. Para garantir uma granulometria inferior a 75 µm, todo material foi peneirado utilizando a peneira granulométrica n.º 200.

### MÉTODOS

A preparação das pastas de cimento com substituição parcial do aglomerante hidráulico pelo sulfato de cálcio reciclado nas proporções de 3%, 5% e 8% foram realizadas com relação água/aglomerante de 0,40 para todos os traços conforme indicado na Tabela 1:

**Tabela 1 – Composição das pastas cimentícias**

Substituição	REF	3%	5%	8%
Cimento Portland (%)	100%	97%	95%	92%
Gesso reciclado (%)	0	3%	5%	8%
Relação água/aglomerante	0,40			

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

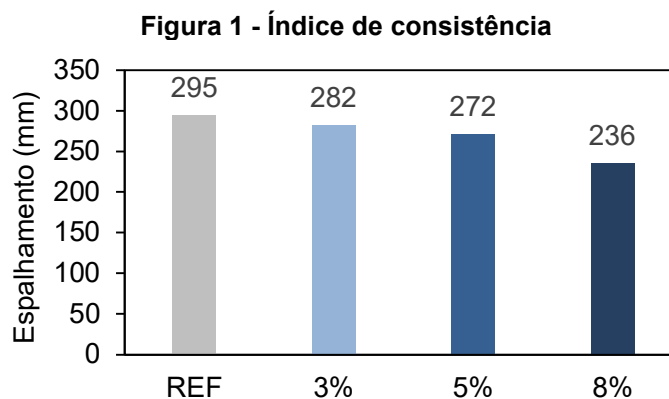
O preparo das pastas cimentícias foi realizado conforme a ABNT NBR 7215 (ABNT, 2019). Para a avaliação das propriedades da pasta no estado fresco, foram realizados os ensaios de índice de consistência, segundo a norma técnica ABNT NBR 13276 (ABNT,

2016) e calculado o consumo de cimento. Ademais, foram preparados 6 corpos de prova prismáticos, de dimensões 40x40x160 mm de cada mistura, com intuito de avaliar as propriedades da pasta no estado endurecido, por meio dos ensaios de resistência à tração na flexão e resistência à compressão, os ensaios mecânicos foram realizados consoante a NBR 13279 (ABNT, 2005) nas idades de 28 e 90 dias.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### ESTADO FRESCO

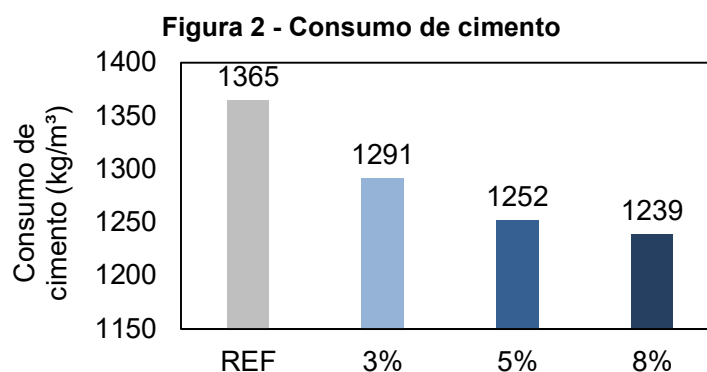
A trabalhabilidade da pasta de cimento é obtida por meio do ensaio de índice de consistência, Figura 1.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O índice de consistência das pastas de cimento apresentou, respectivamente, uma redução de 4,4, 7,8 e 20%. O comportamento pode ser explicado devido a adição do gesso que promove um processo de desidratação da mistura cimentícia (HANSEN; SADEGHIAN, 2020), diminuindo sua trabalhabilidade em relação ao aumento da substituição parcial. Além disso, pode-se observar uma pega falsa na amostra com substituição parcial de 8%, resultando em uma diminuição abrupta de sua trabalhabilidade quando comparado à amostra de controle.

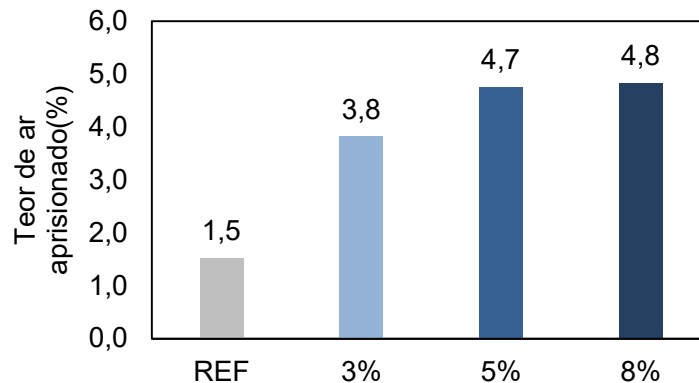
Em relação ao consumo de cimento, na Figura 2, pode ser verificado que a substituição parcial do aglomerante hidráulico pelo pó de gesso reciclado reduziu em 5,4, 8,3 e 9,2% respectivamente, devido à diminuição de cimento nas substituições parciais.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Já na Figura 3, verifica-se que ao aumento da substituição parcial do resíduo reciclado resulta em um aumento do teor de ar aprisionado de até 320% em comparação com a referência. Esse comportamento pode ser explicado, visto que as partículas de cimento são mais uniformes e possuem ligações mais densas que o gesso (HANSEN; SADEGHIAN, 2020), resultando em uma maior porosidade na amostra e, conseqüentemente, o aumento do teor ar aprisionado.

Figura 3 – Teor de ar aprisionado

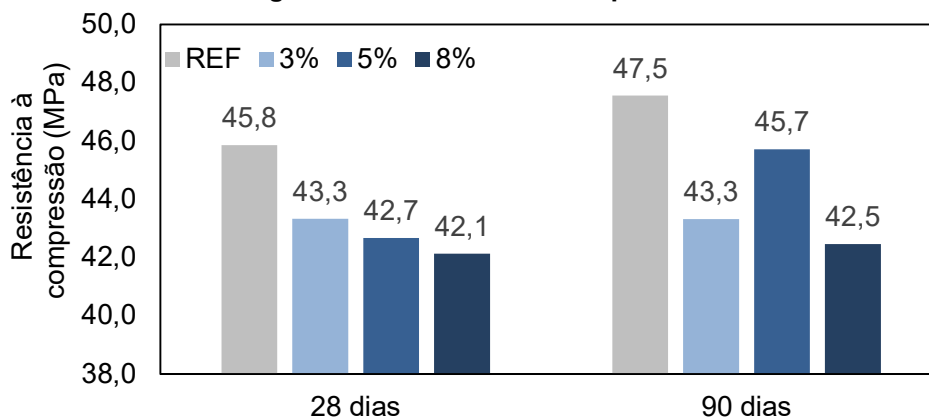


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

## ESTADO ENDURECIDO

Os resultados de resistência à compressão e à tração na flexão nas idades de 28 e 90 dias estão apresentados nas Figuras 4 e 5, respectivamente.

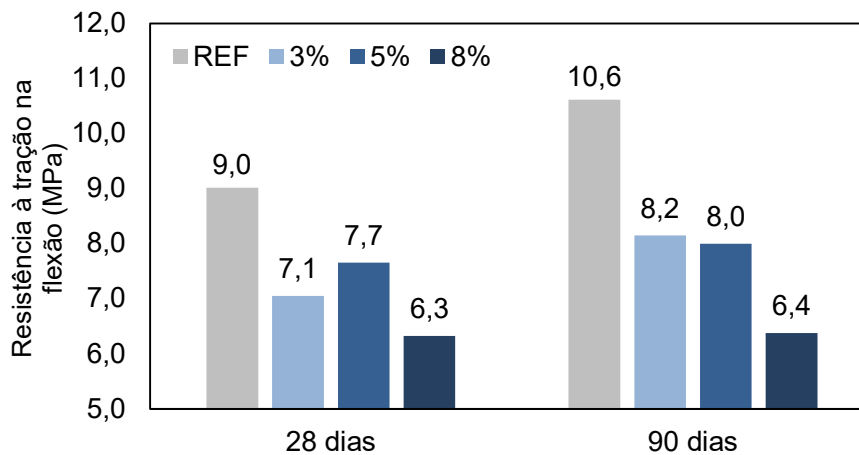
Figura 4 – Resistência à compressão



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

As pastas de cimento com substituição parcial apresentaram reduções de resistência à compressão de 5,5, 6,8, e 8,1% aos 28 dias e 8,8, 3,8 e 10,5% aos 90 dias.

Figura 5 – Resistência à tração na flexão



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Em relação ao ensaio de resistência à tração na flexão, as pastas de cimento apresentam, respectivamente, uma redução de 21,1, 14,44 e 30% aos 28 dias e 22,6, 24,5 e 39,6% aos 90 dias. A diminuição das resistências pode ser explicada devido ao gesso dificultar o processo correto de hidratação da mistura, resultando diminuição de formação de alita ( $C_3S$ ), belita ( $C_2S$ ) (HANSEN; SADEGHIAN, 2020).

## CONCLUSÃO

Este trabalho avaliou a viabilidade técnica do uso de pó de gesso reciclado como substituto parcial do cimento Portland. Com base nos resultados, pode-se concluir que:

- A substituição do cimento Portland por 3, 5 e 8% de gesso desidrata as misturas da pasta de cimento e diminui sua trabalhabilidade. Pode-se observar uma redução repentina na trabalhabilidade, denominada pega falsa, na qual ocorreu com 8% de teor de gesso. Além disso, quando o gesso substitui parcialmente o cimento nas misturas, observa-se resistência reduzida em todas as idades em comparação com a mistura controle.
- Apesar da redução nas resistências à compressão e tração na flexão, a substituição parcial do cimento Portland por pó de gesso reciclado é uma alternativa mecanicamente viável, dado que as resistências das amostras se mantêm próximas aos valores de referência, concomitantemente a uma redução no consumo de cimento.
- Adicionalmente, a substituição parcial se configura como uma opção para a reutilização desse resíduo, mitigando o desperdício de matéria-prima que, de outra forma, seria destinada a aterros sanitários.

Assim, os resultados expostos neste estudo têm o potencial de oferecer uma contribuição significativa para a gestão mais eficiente dos resíduos provenientes da indústria da construção civil. A utilização de resíduos reciclados propicia a diminuição da dependência de recurso não renováveis, ao fomentar o emprego desses resíduos como um material cimentício suplementar. Conseqüentemente, essa abordagem contribui para a redução do consumo do cimento e do consumo energético associado à sua produção.



## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa PIBIC e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo espaço físico e assistência para a realização dos ensaios.

## Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 16697 - **Cimento Portland – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 7215 - **Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 13276 - **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência**. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 13279 - **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13207 - **Gesso para construção civil – Parte 3: Determinação das propriedades mecânicas**. Rio de Janeiro, 2023.

HANSEN, S.; SADEGHIAN, P. Recycled gypsum powder from waste drywalls combined with fly ash for partial cement replacement in concrete. **Journal of Cleaner Production**, v. 274, 2020.

LIU, J. C. et al. High-performance green concrete with high-volume natural pozzolan: Mechanical, carbon emission and cost analysis. **Journal of Building Engineering**, v. 68, 2023.

WANG, J. et al. Performance enhancement and mechanism of pregelatinized starch-binding gypsum at high water-gypsum ratios. **Construction and Building Materials**, v. 393, 2023.