

## ANÁLISE DA SUBSTITUIÇÃO DO AGLOMERANTE NO CONCRETO POR RESÍDUOS DA LAMINAÇÃO DE VIDRO

Bárbara Andrade Bueno (PIC/ UEM), Maria Luísa Oliveira Haas (PIC/ UEM), Silvia Paula Sossai Altoé (Orientadora). E-mail: ra131071@uem.br, ra131080@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR.

**Área e subárea do conhecimento:** Engenharia Civil, Materiais e Componentes de Construção

**Palavras-chave:** cimento; concreto de alto desempenho; pó de vidro.

### RESUMO

O cimento, principal aglomerante do concreto, tem alto impacto ambiental. Para reduzir esse impacto, pesquisadores estão estudando a substituição parcial do cimento por pó de vidro, um resíduo industrial. O pó de vidro, quando finamente moído, apresenta propriedades que podem complementar as do cimento. Neste estudo, foram feitos testes de resistência em concretos com diferentes proporções de pó de vidro substituindo o cimento. Os resultados iniciais não foram totalmente satisfatórios, indicando a necessidade de mais pesquisas para otimizar a utilização do pó de vidro e garantir a qualidade do concreto. Em resumo, o pó de vidro mostra potencial como alternativa sustentável ao cimento, mas ainda são necessários mais estudos para sua aplicação prática.

### INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil busca constantemente por soluções que aliam alta performance e sustentabilidade. Nesse sentido, a substituição parcial do cimento por resíduos vítreos tem se mostrado uma alternativa promissora para reduzir o consumo de recursos naturais e minimizar os impactos ambientais da produção de concreto.

O presente estudo tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica e econômica da utilização de resíduos vítreos como substituto parcial do cimento em concretos. Através de um estudo experimental, serão analisadas as propriedades mecânicas e durabilidade dos concretos produzidos com diferentes proporções de resíduos vítreos. Os resultados obtidos permitirão avaliar a potencial aplicação desta prática na construção civil, contribuindo para o desenvolvimento de materiais de construção mais sustentáveis e economicamente viáveis.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Métodos

Em primeiro lugar, foi realizada a moagem e a peneiramento do material proveniente do resíduo da laminação de vidro. Após isso, realizou-se a moldagem dos corpos de prova, com os traços descritos na Tabela 1. Durante a realização da mistura foi colocado o superplastificante, porém percebeu-se que o super plastificante não demonstrou realizar a atividade esperada, por isso, adicionou-se em quantidade duplicada.

Após as moldagens os corpos de prova foram colocados na câmara úmida para garantir a cura do concreto e lá forma mantidos até as idades de ruptura

Depois de 28 e 91 dias foram realizados ensaios de resistência a compressão.

- Os teores de substituição serão de 10, 20 e 30% em massa de cimento.

Para a caracterização do agregado miúdo, realizou-se ensaios para a determinação massa unitária e massa específica, enquanto a composição granulométrica foi fornecida pelo fabricante. O procedimento para determinação da composição granulométrica foi realizado conforme a norma ABNT NBR 17054:2022. Os ensaios de determinação da massa unitária e massa específica seguiram os procedimentos normalizados pelas ABNT NBR 16972:2021 e ABNT NBR 16916:2021, respectivamente. Já para a caracterização do aglomerante e do aditivo, utilizou-se os dados disponibilizados pelo fornecedor.

### Materiais

Para os materiais, utilizou-se o cimento CP V-ARI premium da marca Holcim. O agregado miúdo que foi a areia muito fina da empresa Mineração Jundu. O pó de vidro era proveniente da laminação de vidro e foi seco na estufa a 105°C e moído no aparelho de Abrasão Los Angeles. A água proveniente da rede pública de abastecimento de Maringá (SANEPAR).

**Tabela 1- Traços utilizados**

| Relação de Massa   |              |           |           |           |
|--------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|
| Material           | Traço Piloto | Traço 10% | Traço 20% | Traço 30% |
| Cimento ARI        | 1            | 1         | 1         | 1         |
| Areia              | 1,42         | 1,58      | 1,78      | 2,03      |
| Água               | 0,24         | 0,27      | 0,30      | 0,34      |
| Superplastificante | 0,01         | 0,011     | 0,013     | 0,015     |
| PDV                | 0            | 0,1       | 0,2       | 0,3       |

Fonte: Autores (2024)

Para o traço de 10 %, 20% e 30 % de substituição de cimento por PDV, o fator de água/cimento serão respectivamente de 0,26, 0,30 e 0,34.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, observa-se que para os valores de resistência aos é válida a substituição por pó de vidro, uma vez que o comportamento da resistência se mostra igual ao concreto de alto desempenho sem a substituição por pó de vidro. Já para 91 dias tivemos um decréscimo da resistência, porém esse comportamento não era esperado, e crê-se que isso ocorreu devido aos problemas relacionados a prensa do laboratório, a mudança de laboratório, e ao problema relacionado ao aditivo super plastificante. Sabe-se que o cimento é o principal responsável por conferir resistência ao concreto e, portanto, é natural que haja redução nesta propriedade ao retirá-lo da mistura. No entanto, é necessário avaliar se o custo do material é mais baixo ou não.

**Tabela 2 – Resultados Obtidos**

| 28 dias        |             |       | 28 dias        |             |       |                         | 91 dias        |             |       |                         |
|----------------|-------------|-------|----------------|-------------|-------|-------------------------|----------------|-------------|-------|-------------------------|
| Corpo de prova | Resistência | Ótimo | Corpo de prova | Resistência | Ótimo | Coeficiente de variação | Corpo de prova | Resistência | Ótimo | Coeficiente de variação |
| 1              | 94,55       | 100,6 | 101            | 98,8        | 105,8 | 5,4                     | 104            | 69,1        | 69,1  | 10,84                   |
| 2              | 90,03       |       | 102            | 110         |       |                         | 105            | 55,6        |       |                         |
| 3              | 93,71       |       | 103            | 105,8       |       |                         | 106            | 62,1        |       |                         |
| 4              | 95,35       |       | 201            | 80,6        | 90,1  | 5,95                    | 204            | 33,5        | 86,6  | 64,03                   |
| 5              | 82,35       |       | 202            | 88,8        |       |                         | 205            | 29,4        |       |                         |
| 6              | 94,69       |       | 203            | 90,1        |       |                         | 206            | 86,6        |       |                         |
| 7              | 100,56      |       | 301            | 78,5        | 108,4 | 16,2                    | 301            | 38,8        | 48,2  | 11,62                   |
| 8              | 73,08       |       | 302            | 100,8       |       |                         | 302            | 48,2        |       |                         |
| 9              | 99,56       |       | 303            | 108,4       |       |                         | 303            | 40,8        |       |                         |

Fonte: Autores (2024)

É possível observar da tabela 2, que as resistências médias do concreto que possui fator água-cimento de 0,267 apresentam melhores resultados, e apesar de uma alta substituição do cimento pelo PDV, correspondente a 10%, a resistência não obteve resultados inferiores a 78,5 KN.

## CONCLUSÕES

A influência que o PDV tem no fator água cimento da mistura é mais alta, ou seja, quando o teor de substituição pelo pó de vidro é maior. Quanto maior o teor de substituição parcial, menor é a resistência do concreto, característica refletida pelo valor do teste de abatimento. Sabe-se que o cimento é o principal responsável por conferir resistência ao concreto e, portanto, é natural que haja redução nesta

propriedade ao retirá-lo da mistura. No entanto, é necessário avaliar se o custo do material é mais baixo ou não.

Percebe-se que mais estudos são necessários para se realizar conclusões precisas a respeito dessa temática.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização da nossa pesquisa, a Deus que nos fortaleceu nos momentos de dúvida e de incerteza. As nossas famílias, principalmente aos nossos pais, Renata Cristina Pereira Andrade, Leonardo Bueno, Célia da Silva Oliveira Haas e Antonio Fernando Haas, os quais nos oportunizaram estudar e nos financiaram e financiam até hoje confiando em nosso potencial nos permitindo pesquisar o que somos interessadas. Aos nossos professores que nos oportunizaram saberes afins em todos os âmbitos da Engenharia Civil para que soubéssemos o que é válido ou não para escrever nosso artigo e por fim, mas não menos importante, a nossa orientadora Professora Doutora Silvia Paula Sossai Altoé, que nos confiou seu conhecimento e permitiu que fôssemos suas orientandas, nos aconselhando e orientando em nosso trabalho.

## REFERÊNCIAS

AITCIN, P. C. Concreto de alto desempenho. 1. ed. São Paulo: PINI, 2000.

CAMARGO, M. V. de. Resistência à compressão e módulo de elasticidade do concreto por meio de ensaios não destrutivos (END). 2020. 143f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2020.

NEVILLE, A. M. Tecnologia do concreto. Porto Alegre: Grupo A, 2013. E-book. ISBN 9788582600726. Disponível em: <<https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582600726/>>. Acesso em: 15 ago. 2024.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO. Indicadores de sustentabilidade. Disponível em: <<http://snic.org.br/sustentabilidade-indicadores.php>>. Acesso em: 06 ago. 2024.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO. Números da indústria. Disponível em: <<http://snic.org.br/numeros-industria.php>>. Acesso em: 06 ago. 2024.