

## DESEMPENHO DE ARGAMASSAS CIMENTÍCIAS PARA REVESTIMENTO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO FRENTE AO ATAQUE DE CLORETO

INGRID MORAES<sup>1</sup>; NATÁLIA CHEIRAM<sup>2</sup>; JORGE SAES BANDEIRA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Escola de Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande (FURG) –*  
*ingrid.telles.moraes@hotmail.com*

<sup>2</sup>*Escola de Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande (FURG) –*  
*natcf05@gmail.com*

<sup>3</sup>*Escola de Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande (FURG) –*  
*jorge-band@hotmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

A utilização do concreto armado nas estruturas das diversas construções pode ser considerada como uma alternativa mais econômica e ambientalmente correta na relação com demais materiais de construção, IBRACON (2023). No entanto, muitas dessas estruturas têm sua vida útil reduzida devido a manifestações patológicas, consequência de processos de corrosão da armadura, notadamente aquelas localizadas em ambientes com a presença de íons cloretos (KRISHNAN et al. 2021).

As argamassas cimentícias que constituem o revestimento de inúmeras estruturas de concreto armado em edificações localizadas em ambientes costeiros, não são levadas em conta como elemento que pode retardar ou evitar a chegada dos cloretos na armadura e estudos neste sentido são poucos ou raros: MALHEIROS et al. (2011) estudou a influência de argamassas executadas em obra do tipo industrializadas como revestimento de concreto saturado na presença de cloretos; BANDEIRA (2022) definiu uma metodologia para avaliação da influência do revestimento argamassado em concretos saturados e não saturados, além de verificar a extensão da vida útil ao considerar a argamassa, para estruturas localizadas em ambiente marítimo.

Sendo assim, esta pesquisa objetiva investigar o desempenho em relação ao ataque de cloretos de dois traços de argamassas cimentícias para revestimento de estruturas de concreto armado localizadas em ambiente marítimo. Com isso, busca-se fornecer subsídios para o desenvolvimento de soluções mais eficazes e sustentáveis que possam prolongar a vida útil das estruturas e reduzir os custos associados à manutenção e reparo.

### 2. METODOLOGIA

Para a elaboração da pesquisa foram confeccionados corpos de provas de argamassa (CPs) de forma cilíndrica (10cm de diâmetro e 5cm de altura) e para ensaios de compressão e tração CPs prismáticos de seção 4x4cm e 16cm de comprimento, de acordo com a NBR13279 (ABNT, 2005). O traço utilizado foi na proporção 1:0,9:4,5:1,8:1,2 (em massa) e os materiais utilizados foram, cimento Portland tipo CP IV – 32, cal hidráulica, areia média, areia fina, cinza da queima de carvão mineral e água da rede pública, respectivamente. Os traços foram definidos como TR1 (referência) e TR2 com substituição parcial do cimento com adição de 10% de cinza.

Os materiais foram caracterizados por ensaios de acordo com as normas técnicas pertinentes. A Tabela 1 demonstra os resultados obtidos.

Tabela 1 – Ensaios de caracterização materiais

Característica	Cimento	Cal	Cinza	Areia fina	Areia média
Massa Específica (g/cm <sup>3</sup> )	2,67	2,57	2,02	2,62	2,56
Massa Unitária (g/cm <sup>3</sup> )	-	-	-	2,47	2,62
Módulo de Finura (%)	-	-	-	1,34	1,46

Fonte: Autores

Também foram realizados ensaios, de acordo com as normas pertinentes, para caracterização da argamassa de cada traço. A Tabela 2 apresenta os resultados.

Tabela 2– Ensaios de caracterização argamassas

Característica	TR1	TR2
Absorção por capilaridade (g/cm <sup>2</sup> )	2,18	2,33
Absorção por imersão (%)	13,88	14,65
Índice de vazios (%)	22,37	25,18
Massa Específica (kg/m <sup>3</sup> )	2090,0	2160,0
Resistência à compressão 28dd (MPa)	6,97	8,16
Resistência à tração 28dd (MPa)	1,12	1,22

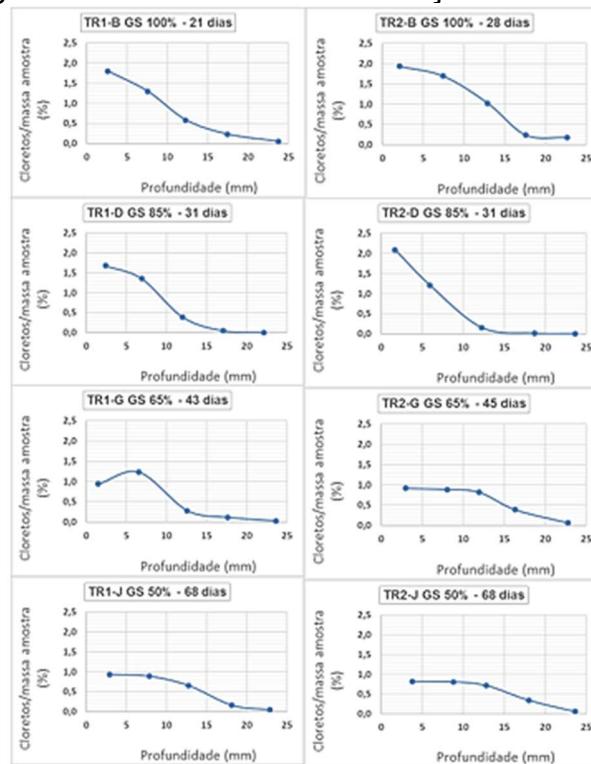
Fonte: Autores

Na sequência os CPs foram submetidos aos procedimentos do desenvolvimento experimental que são similares à metodologia aplicada nas pesquisas de GUIMARÃES et al. (2011) e BANDEIRA (2022). Inicialmente, os CPs foram saturados a vácuo e com os procedimentos devidos foram dotados do grau de saturação alvo (GS) (100%; 85%, 65% e 50%), posteriormente, sobre uma das superfícies foi colocada uma camada de cloreto de sódio (NaCl) moído, para depois serem submetidos ao processo de difusão iônica por um tempo pré-estabelecido. Efetivado o tempo de difusão, os CPS foram submetidos ao processo de extração em camadas com espessuras pré-definidas, onde foi obtido as amostras em pó as quais foram sujeitas ao ensaio químico de titulação potenciométrica que determina a concentração de cloretos em cada camada dos CPs. Com esses dados foram elaborados perfis para cada CPs, seguido da determinação dos coeficientes de difusão por meio de ajuste da solução da segunda lei de Fick, utilizando o método dos mínimos quadrados.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra os gráficos de concentração de cloretos de um dos CPs para cada GS.

Figura 1 – Gráficos de concentração de cloreto



Fonte: Autores

Os perfis de concentração de cloreto obtidos demonstram a influência do grau de saturação (GS), igualmente verificado em BANDEIRA (2022). Observa-se também uma certa similaridade nos perfis para os dois traços de argamassa. A Tabela 3 expõe os dados obtidos do coeficiente de difusão (D) para cada traço e cada GS.

Tabela 3 – Coeficientes de Difusão Argamassas

<b>Tipo</b>	<b>GS médio (%)</b>	<b>Tempo de difusão (D) (dias)</b>	<b>D (10<sup>-6</sup>mm/s)</b>
TR1	100	21	42,78
	85	31	26,28
	65	43	14,03
	50	68	13,29
TR2	100	25	37,06
	85	31	22,06
	65	45	24,60
	50	68	20,95

Fonte: Autores

Analisando os valores de D da tabela acima, e os comparando àqueles obtidos nas pesquisas de BANDEIRA (2022), as argamassas desse estudo obtiveram melhores performances quanto ao coeficiente de difusão. Entre os dois traços utilizados, para GS de 100% e 85% o TR2 obteve melhor resultado. No entanto, para os GS de 65% e 50%, os valores de TR2 parecem inconsistentes, devendo ser objeto de verificação no decorrer dessa pesquisa.

## 4. CONCLUSÕES

Com os resultados apresentados verifica-se que o revestimento argamassado pode ser utilizado como um contribuinte à durabilidade das estruturas de concreto armado desde que se observe parâmetros de materiais constituintes da argamassa e de suas propriedades físicas e químicas, pois houve uma grande melhora no desempenho dessas em relação a estudos anteriores que adotaram outro traço.

A argamassa constituinte do traço TR2 apresentou melhores resultados, porém para GS de 65% e % 50% houveram dados inconsistentes, eis que os valores de D são maiores que daquelas de GS superior.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12279. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão.** Rio de Janeiro, 2005.

BANDEIRA, J. L. S. **Desenvolvimento de um método para a avaliação da influência do revestimento argamassado no ataque de cloreto às estruturas de concreto saturado e não saturado.** 2022. 292 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, 2022. Acesso: <http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/8275>.

GUIMARÃES, A. T. C.; CLIMENT, M. A.; DE VERA, G.; VICENTE, F.J.; RODRIGUES F.T.; ANDRADE, C. Determination of chloride diffusivity through partially saturated Portland cement concrete by a simplified procedure. **Construction and Building Materials**, n. 25, p. 785-790, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO – IBRACON. **Revista Concreto & Construções.** Ed. 111, p. 5, jul-set 2023. Disponível em: [www.ibrason.org.br](http://www.ibrason.org.br).

KRISHNAN, N. K. *et al.* Long-term performance and life-cycle-cost benefits of cathodic protection of concrete structures using galvanic anodes. **Journal of Building Engineering**, v. 42, p.102467, United Kingdom, 2021. Disponível em: <https://portal.issn.org/resource/ISSN/2352-7102>. Acesso em: 13 set. 2024.

MALHEIRO, R.; MEIRA, G.; LIMA, M.; PERAZZO, N. Influence of mortar rendering on chloride penetration into concrete structures. **Cement & Concrete Composites**, v. 33, n. 2, p. 233-239, fev. 2011.