



## ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE ESPAÇADORES CIRCULARES NO CONCRETO ARMADO QUANTO À CORROSÃO POR ÍONS CLORETO

Bruno Mateus Schmidt (1); Angela Gaio Graeff (2)

(1) Autor-bolsista (2) Orientador

### INTRODUÇÃO

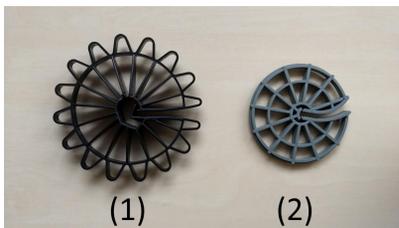
O concreto armado é a técnica mais utilizada em todo o mundo para a construção de estruturas, visto que mescla as características de resistência à compressão, durabilidade e trabalhabilidade do concreto com a rigidez e resistência à tração do aço. Os espaçadores circulares de plástico são muito utilizados na construção civil para garantir o cobrimento adequado entre a armadura de aço e a fôrma. No entanto, a interface espaçador-concreto pode se tornar um ponto de fragilidade para a penetração de agentes agressivos, acelerando neste caso a corrosão de armaduras e prejudicando a resistência da estrutura. Esse trabalho visa analisar a eficiência dos espaçadores circulares de plástico frente a corrosão por íons cloreto e comparar os resultados com pesquisas anteriores já realizadas no Laboratório de Ensaios e Modelos Estruturais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LEME/UFRGS).

### OBJETIVOS

- Verificar a correlação entre o local de aplicação do espaçador e o ponto de maior perda de seção da armadura;
- Examinar a influência da variação térmica do meio no desempenho dos espaçadores.

### MATERIAIS E MÉTODOS

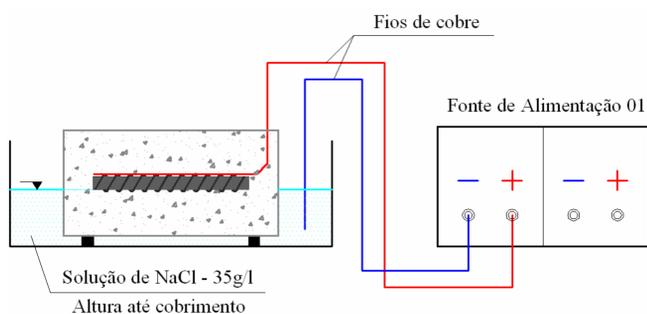
Para a realização desta pesquisa, foram moldados corpos de prova prismáticos de concreto armado convencional de traço 1:2,9:3,6 e relação a/c 0,66, com dimensões 10x10x20 cm. As armaduras consistiram em barras de aço de 12,5mm de diâmetro e 145 mm de comprimento que eram conectadas a um fio de cobre pelo qual passava a corrente responsável pela aceleração da corrosão. Foram moldados 30 corpos de prova com 2 tipos de espaçadores circulares de plástico: tipo Roseta com 50mm de cobrimento (1) e tipo DR com 25mm de cobrimento (2).



Espaçadores utilizados na pesquisa

Os corpos de prova moldados foram separados em grupos e submetidos a dois tipos de cura: a tradicional cura úmida e a cura por ciclos de calor, visando uma variação térmica de 20°C. Após o tempo de cura, 4 corpos de prova foram cortados ao meio e uma análise microscópica foi feita, a fim de detalhar a alteração na interface espaçador-concreto gerada pela variação térmica.

Os 26 corpos de prova restantes foram separados em dois grupos e ensaiados à corrosão seguindo o procedimento CAIM (Corrosão Acelerada por Imersão Modificada). Em ambos os grupos, os corpos de prova foram impermeabilizados lateralmente e foram parcialmente submersos em solução salina de 35 g de NaCl por litro de água, conforme o esquema abaixo.



O primeiro grupo, composto por 20 corpos de prova, passou pelo ensaio de Iniciação de Corrosão, no qual, através da aplicação de uma tensão constante de 10 V, foi analisada a velocidade de propagação dos cloretos no concreto até encontrar a armadura, que neste caso estava posicionada com um cobrimento de 50 mm.

O último grupo, de 6 corpos de prova, passou pelo ensaio de Propagação da Corrosão, no qual, através da utilização de corrente constante de 28,5 mA e de espaçadores com cobrimento nominal de 25 mm, teve a finalidade de observar a uniformidade da corrosão e sua perda de massa, que foi estabelecida como 20% para esse ensaio.

Após o tempo previsto para corrosão, de 52 dias, os corpos de prova foram rompidos transversalmente e tiveram suas armaduras retiradas. As barras de aço foram limpas com o auxílio de uma solução de HCl, conforme a ASTM A380 e escova de aço. Posteriormente, foi feito um redimensionamento da barra de aço a partir de um scanner 3D a laser visando obter os pontos de maior perda de seção da armadura.

### RESULTADOS

A análise microscópica apontou o aparecimento de fendas na interface espaçador concreto para os corpos de prova submetidos a ciclos de calor, o que gerou tensões internas nos corpos de prova e a consequente fragilização da estrutura. Já para o caso da cura úmida, não foram observadas fissuras.

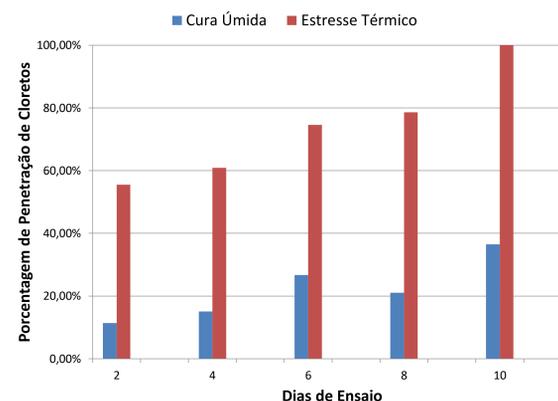


Interface espaçador de plástico-concreto com estresse térmico



Interface espaçador de plástico-concreto sem estresse térmico

Porcentagem de penetração de cloretos por dias de ensaio



Através de um software de edição de imagens, foram medidas as áreas e posteriormente calculadas as porcentagens de penetração de cloretos para os corpos de prova da Iniciação da Corrosão. Os CP's foram agrupados quanto ao tipo de cura e em relação ao tempo de ensaio, que variou de 2 a 10 dias. Pode-se notar que os corpos de prova submetidos ao estresse térmico apresentaram uma área de 3 a 4 vezes maior que os da cura úmida. Os resultados podem ser observados no gráfico ao lado.

Após o ensaio de propagação, foram medidos e calculados os valores do Grau de Corrosão para cada diferente tipo de cura, ficando com aproximadamente 24% para os dois casos, conforme o esperado. É possível notar uma perda de massa mais acentuada na região do espaçador, conforme imagem abaixo, porém, resultados mais precisos serão apresentados no Salão de Iniciação Científica, quando o Redimensionamento 3D das barras estiver concluído.



Barra após ensaio de Propagação da Corrosão

### CONCLUSÕES

A análise dos resultados da Iniciação da Corrosão deixou evidente a influência do tipo de cura no processo de migração dos cloretos para o interior do concreto. Aos 10 dias de ensaio dos corpos de prova submetidos à Cura Úmida, a profundidade máxima de penetração dos cloretos foi de 4,3 cm, enquanto, em apenas 4 dias de ensaio, os cloretos já conseguiram atravessar os corpos de prova do Estresse Térmico (alcançando os 10 cm). Além disso, as áreas de penetração dos cloretos foram em torno de 3,5 vezes maior para os casos de Estresse Térmico. Devido as diferenças no coeficiente de dilatação térmica entre o concreto e o plástico, as variações de temperatura impostas no Estresse Térmico geraram elevadas tensões internas nos corpos de prova e a consequente fragilização da estrutura, possibilitando uma maior facilidade da entrada de agentes agressivos.