

# ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE ESPAÇADORES NO CONCRETO ATRAVÉS DA CORROSÃO POR ÍONS CLORETO

Mathias Perondi (1); Angela G. Graeff (2)

(1) Autor-bolsista (2) Orientador

## INTRODUÇÃO

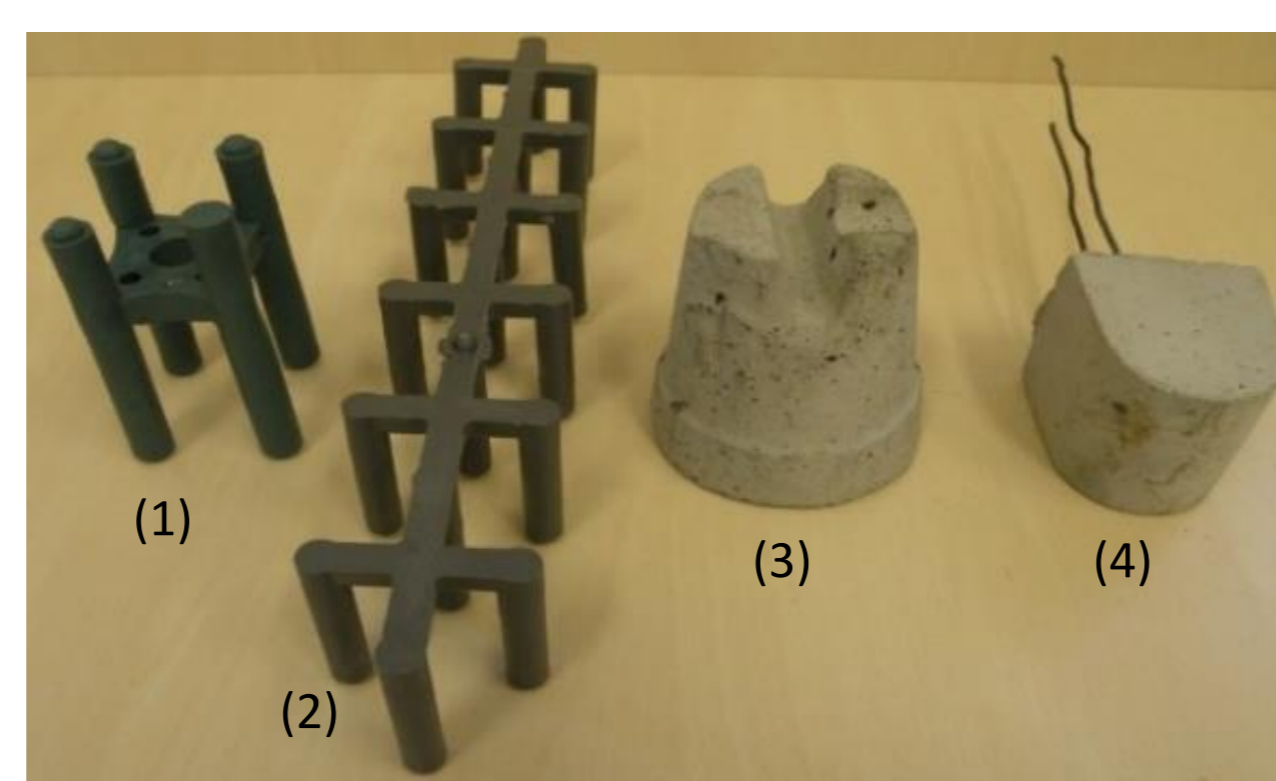
O concreto armado é um dos materiais mais utilizados em estruturas na construção civil. A preferência por este material se dá devido à sua durabilidade, visto que o aço se encontra protegido de agentes agressivos em decorrência do cobrimento proporcionado pelo concreto. A fim de garantir este cobrimento, espaçadores – de argamassa ou de plástico – são usualmente empregados para assegurar um distanciamento mínimo entre a armadura e o meio externo. Pesquisas recentes realizadas no Laboratório de Ensaios e Modelos Estruturais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LEME/UFRGS) comprovam que existe uma tendência de penetração de agentes agressivos no local de aplicação do espaçador, tornando-o um ponto de fragilidade estrutural. Baseado nisso, torna-se necessário um estudo aprofundado acerca do desempenho de diferentes tipos de espaçadores a fim de analisar uma possível correlação entre o local de aplicação do espaçador e a região de maior perda de seção da armadura decorrente da corrosão por íons cloreto. Além disso, baseado no conhecimento dos diferentes coeficientes de dilatação do concreto e do material constituinte do espaçador, torna-se importante a verificação da influência da variação térmica do meio na interface espaçador-concreto e sua consequência na fragilização da estrutura.

## 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

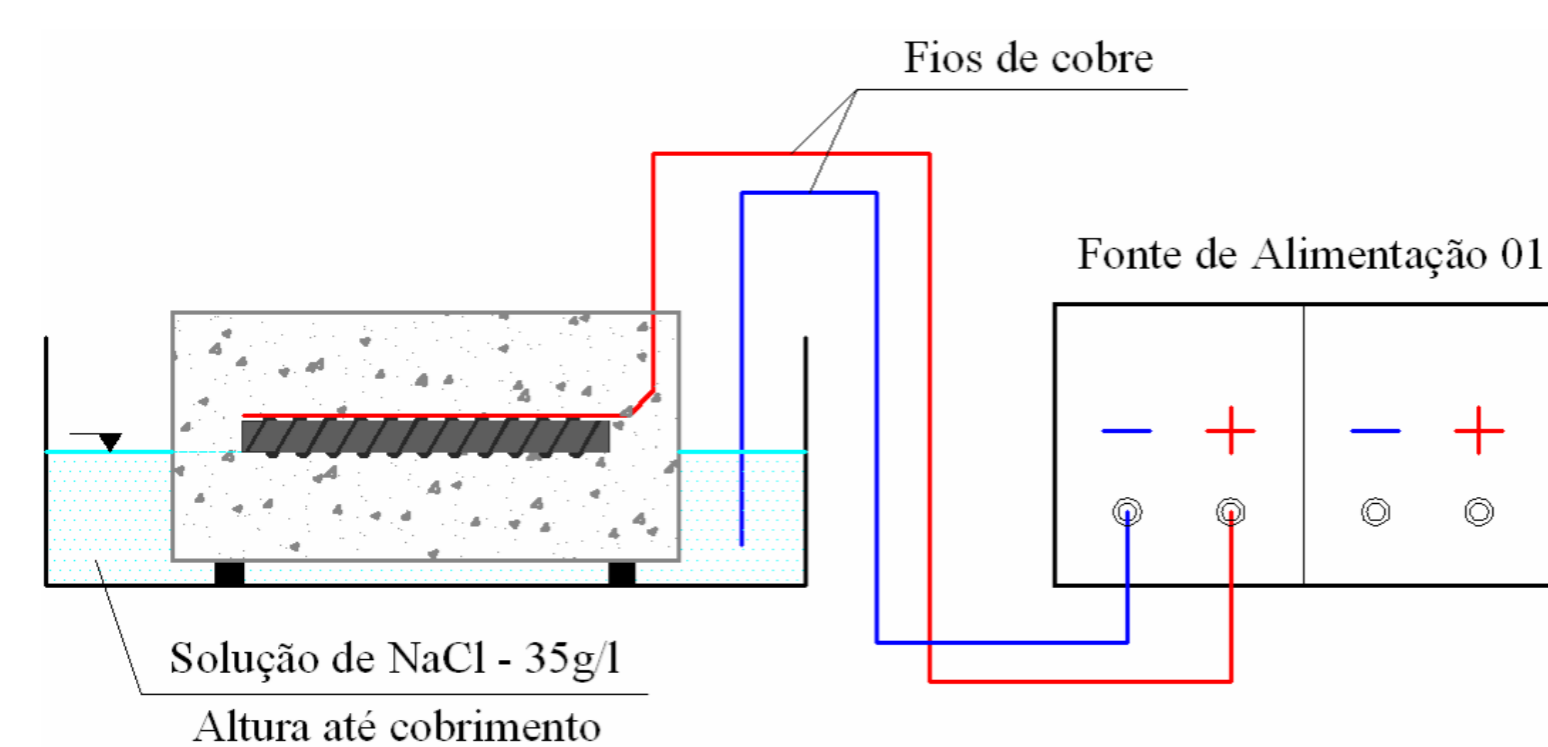
Para a realização desta pesquisa, foram moldados corpos de prova prismáticos de concreto armado convencional de traço 1:2,9:3,6 e relação a/c 0,66, com dimensões 10x10x20cm. As armaduras consistiram em barras de aço de 12,5mm de diâmetro e 145mm de comprimento que eram conectadas a um fio de cobre pelo qual passava a corrente responsável pela aceleração da corrosão. Além dos corpos de prova padrão (sem nenhum espaçador), foram moldados CP's com quatro tipos diferentes de espaçadores: torre de plástico (1), centopeia de plástico (2), torre de argamassa (3) e prisma de argamassa (4).



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 úmida com posteriores ciclos de calor, visando uma variação térmica de 20°C. Após o tempo de cura, os 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.

Outros corpos de prova foram submetidos ao ensaio do CAIM (Corrosão Acelerada por Imersão Modificada). O ensaio consiste na impermeabilização lateral do corpo de prova, sua submersão parcial em solução salina de 35 g de NaCl por litro de água e posterior aplicação de corrente constante de 28mA ao longo de um de período de 52 dias, visando uma perda de 20% em massa de armadura. O ensaio pode ser visualizado no esquema abaixo.



Após o tempo previsto para corrosão, 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

Os resultados do redimensionamento 3D das barras apontaram, no corpo de prova referência (gráfico 1), uma perda de massa uniforme ao longo de toda a barra. Nos corpos de prova com espaçadores, é possível analisar que existe um vale no gráfico, que corresponde ao ponto de maior perda de massa da armadura e se encontra na região de aplicação do espaçador. Observa-se também uma acentuação dos vales nos corpos de prova submetido aos ciclos de calor.

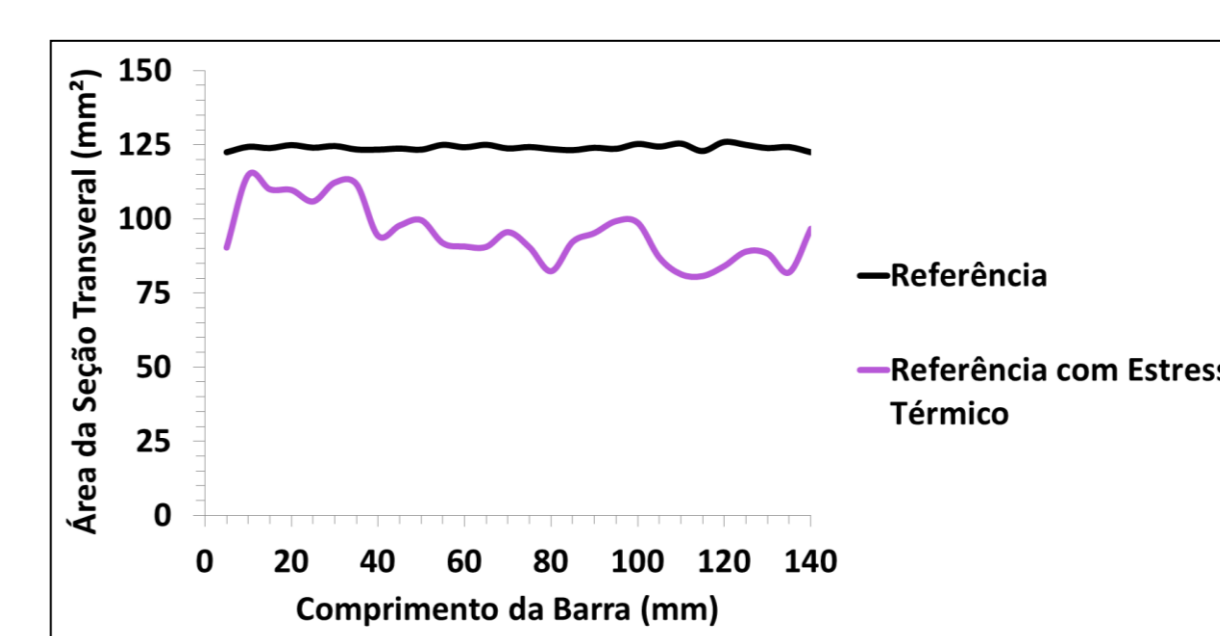


Gráfico 1 – Corpo de prova referência

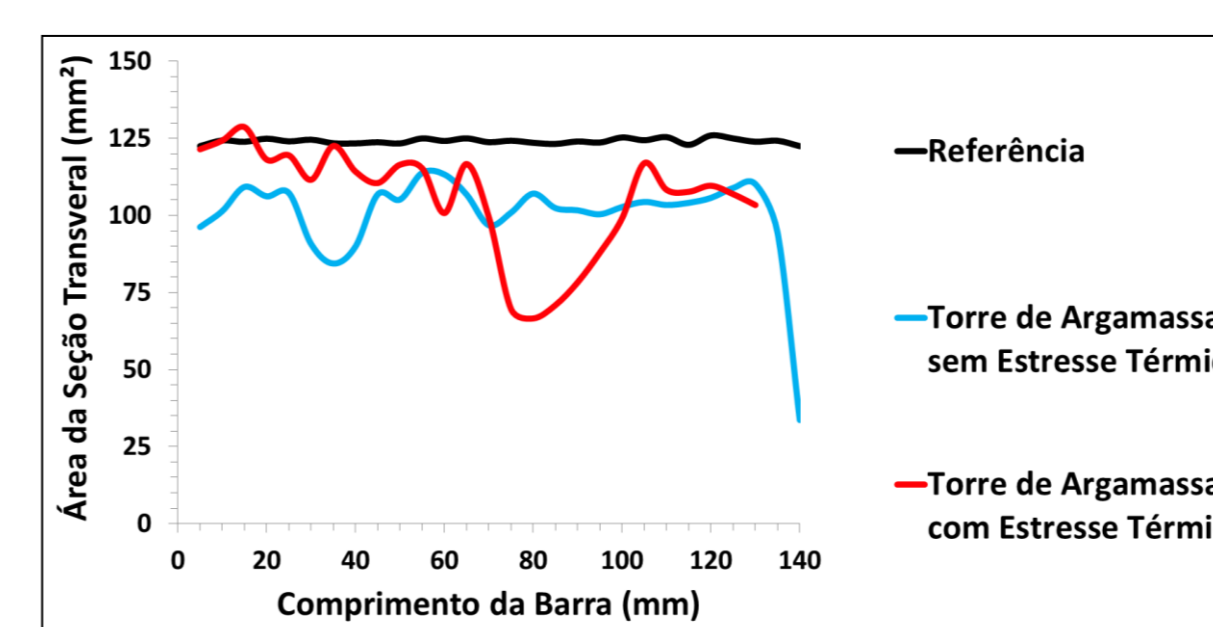


Gráfico 2 – Espaçador Torre de Argamassa

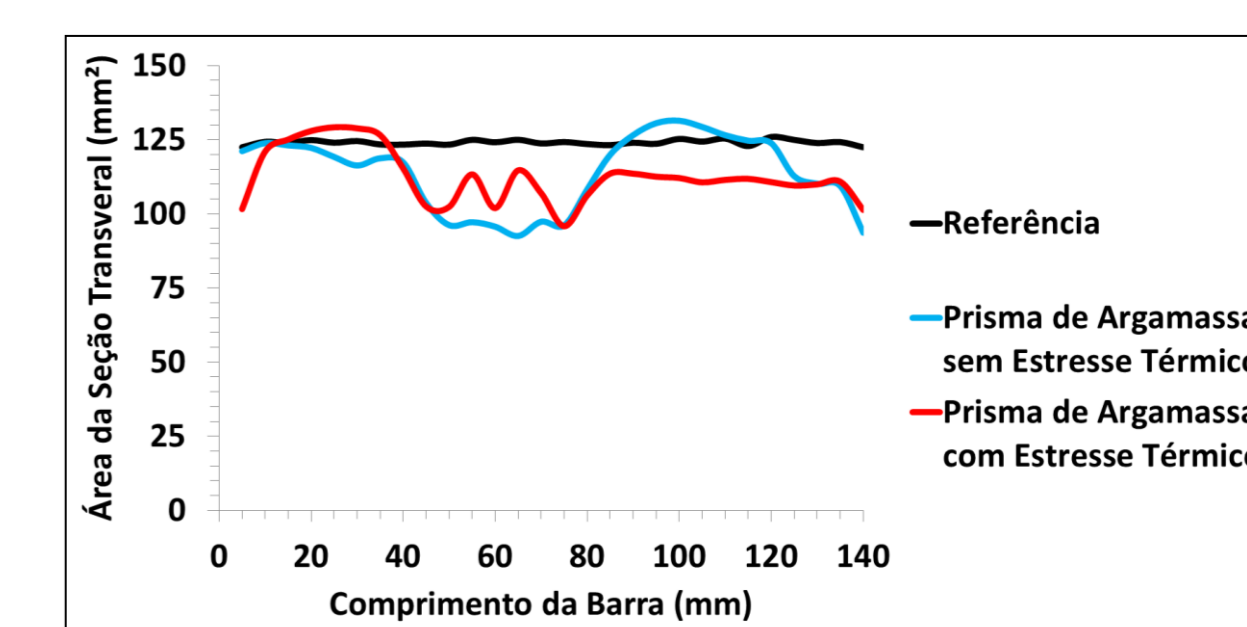


Gráfico 3 – Espaçador Prisma de Argamassa

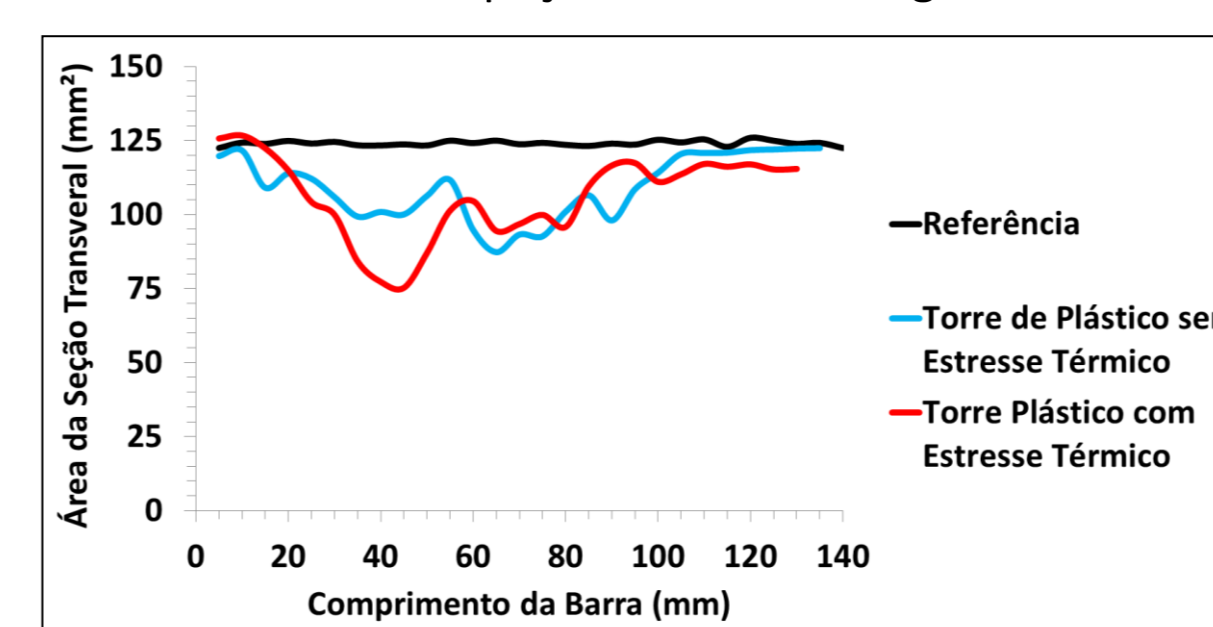


Gráfico 4 – Espaçador Torre de Plástico

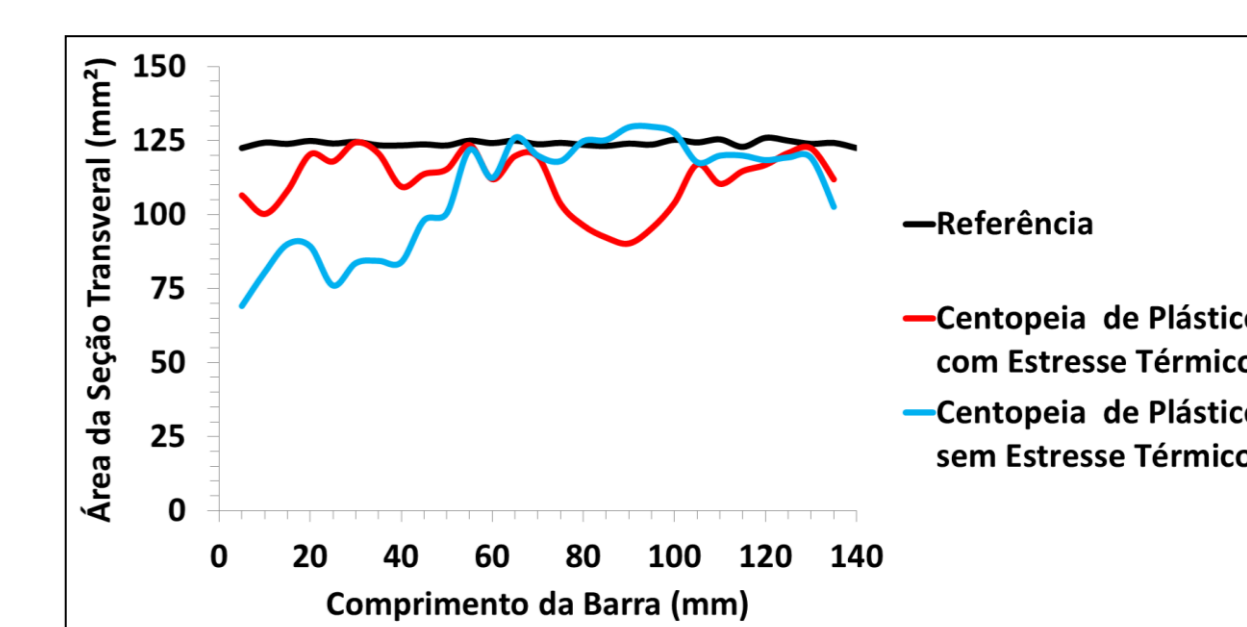
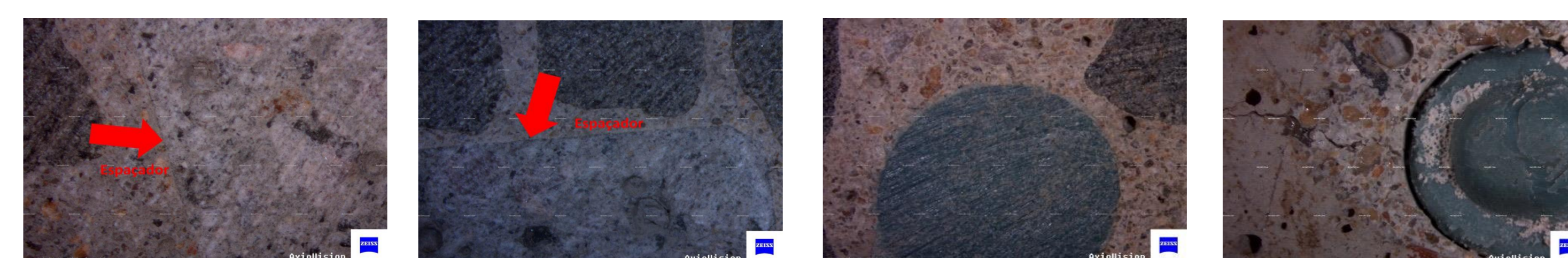


Gráfico 5 – Espaçador Centopeia de Plástico

A análise microscópica não apontou nenhuma alteração visível na interface espaçador-concreto nos corpos de prova com espaçadores de argamassa, visto que os dois materiais apresentam coeficientes de dilatação térmica muito similares. Já nos corpos de prova com espaçador de plástico, é possível notar o aparecimento de fendas na interface, o que gerou tensões internas nos corpos de prova e a consequente fragilização da estrutura.



Interface espaçador de argamassa-concreto sem estresse térmico

Interface espaçador de argamassa-concreto com estresse térmico

Interface espaçador de plástico-concreto sem estresse térmico

Interface espaçador de plástico-concreto com estresse térmico

## CONCLUSÕES

O redimensionamento 3D a laser apresentou resultados bastante interessantes. O corpo de prova referência (sem espaçador) submetido à corrosão apresentou uma perda de massa uniforme ao longo de toda a barra, visto que não havia uma região de penetração de cloretos preferencial. O corpo de prova com o espaçador torre de argamassa, quando submetido apenas à cura úmida, apresentou perda de seção ao longo de toda a barra e uma pequena acentuação no local de aplicação do espaçador. No entanto, quando submetido ao estresse térmico, houve uma perda de massa muito maior na região do espaçador do que nos demais pontos ao longo da barra. O corpo de prova com espaçador prisma de argamassa apresentou resultados contrários ao CP com espaçador torre de argamassa, apontando que a geometria do espaçador também é uma característica importante na análise da corrosão de armaduras. O corpo de prova com espaçador torre de plástico apontou resultados similares para as duas condições às quais os CPs foram submetidos, no entanto, é notória a acentuação da perda de massa na região de aplicação do espaçador, decorrente da fenda gerada na interface espaçador-concreto pelos ciclos de calor. Nos CPs com espaçador centopeia de plástico, a perda de massa se deu de forma não uniforme ao longo de toda a barra independente do tipo de exposição. Isto é resultado da geometria do espaçador, que possui grande área de contato com o meio externo e, consequentemente, vários pontos preferenciais de penetração de cloretos. Desta forma, conclui-se que tanto o material quanto o formato do espaçador são características relevantes na análise de seu desempenho frente à corrosão por íons cloretos. Pode-se perceber, neste quesito, um desempenho inferior dos espaçadores de plástico devido ao seu elevado coeficiente de dilatação térmica.