

ANÁLISE DO DESEMPENHO DE ESPAÇADORES NO CONCRETO ATRAVÉS DA CORROSÃO POR ÍONS CLORETO

Deise Santos Adamatti

Mestrando em Engenharia de Materiais – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas,
Metalúrgica e de Materiais – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

E-mail: <deisesadamatti@hotmail.com>.

Ângela Gaio Graeff

Professora adjunta do Departamento de Engenharia Civil da UFRGS e Gestora de Pesquisa
do Laboratório de Ensaios e Modelos Estruturais (LEME/UFRGS).

E-mail: <alexandre.lorenzi@ufrgs.br>.

Rafaela de Andrade

Graduanda em Engenharia Civil – UFRGS.

E-mail: <rafa_deandrade@hotmail.com>.

Mathias Perondi

Graduando em Engenharia Civil – UFRGS.

E-mail: <mathiasperondi@gmail.com>.

Luiz Carlos Pinto da Silva Filho

Professor Associado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – UFRGS.

Diretor da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – 2012-2016

E-mail: <lcarlos66@gmail.com>.

RESUMO

O concreto armado é um dos materiais de construção mais utilizados atualmente. Um dos fatores que levaram a essa preferência da esfera construtiva foi a maior durabilidade dos componentes, uma vez que o aço se protege do ambiente externo e consequentemente de uma agressividade intensa pelo cobrimento de concreto empregado/utilizado. Porém, mesmo considerando que um concreto adequadamente dosado, lançado e curado pode ser durável, casos de deterioração prematura das estruturas de concreto podem ocorrer, trazendo à tona a importância do controle dos fatores responsáveis pela degradação natural da estrutura. Dentre os fatores de deterioração, destaca-se a corrosão de armaduras, por sua elevada incidência e potencial de dano. Nas estruturas de concreto armado faz-se a utilização de espaçadores para garantir um cobrimento especificado em projeto e o consequente confinamento do aço, garantindo assim um aumento da vida útil da estrutura. Porém, a interface espaçador-concreto torna-se um ponto frágil para a entrada de agentes agressivos, como íons cloretos. O objetivo deste trabalho visa estudar a influência desta interface utilizando espaçadores de diferentes materiais. Para a viabilização do estudo, foi utilizada uma técnica de aceleração de corrosão, baseada no ensaio CAIM (Corrosão Acelerada por Imersão Modificada) com aplicação de tensão constante. Os corpos

de prova foram moldados em laboratório, com dimensões estabelecidas pela metodologia de corrosão acelerada, com a utilização de dois tipos de espaçadores (concreto e plástico) e cobrimento estabelecido de 50 mm, além de uma barra de aço com diâmetro de 12,5 mm, simulando uma situação real, foram realizadas dois tipos de cura: úmida e com ciclos de calor. Para análise de dados, as amostras foram ensaiadas, através da microscopia ótica e do ensaio colorimétrico. Este estudo verificou que a escolha de diferentes tipos de materiais para espaçadores e os diferentes tipos de cura é fator determinante para que se tenha uma maior proteção do aço a frente de agentes agressivos.

Palavras-chave: Concreto Armado. Armadura de Concreto Armado. Corrosão.

1 INTRODUÇÃO

Um projeto bem elaborado deve conceder segurança às estruturas e assegurar-lhes desempenho eficiente em serviço, além de aparência aceitável. Dessa maneira, devem ser observadas as exigências relacionadas à capacidade projetada, bem como às condições em uso habitual e, em especial, as especificações referentes à durabilidade. Nesse sentido, os erros de projeto, em conjunto com a utilização de materiais inapropriados, representam uma parcela relevante das ocorrências relacionadas ao aparecimento de manifestações patológicas. Outro aspecto importante para a durabilidade das estruturas é a avaliação do grau de agressividade do meio ambiente. A fim de que sejam elaboradas especificações adequadas, torna-se essencial entender o comportamento dos materiais que compõem a estrutura quando submetida a diversas condições de exposição.

A durabilidade do concreto armado tem relação com quatro fatores: traço, compactação, cura e cobrimento (espessura em relação ao posicionamento das armaduras). Entre esses fatores, o cobrimento representa a maior influência na durabilidade, o qual só poderá ser garantido com o uso adequado de espaçadores. Portanto, a durabilidade está diretamente relacionada com a utilização dos espaçadores. A utilização dos espaçadores (também chamados de distanciadores) fixados às armaduras é um recurso de grande valia durante a execução de uma estrutura, para garantir o cobrimento das armaduras e para assegurar seu posicionamento no centro das formas. Esses elementos podem ser confeccionados em materiais variados, como concreto ou plástico de alta densidade.

Existem vários tipos de espaçadores; contudo, todos devem seguir uma premissa básica: resistir às cargas a fim de evitar deformações. Além disso, devem ser concebidos de forma a não deixar caminhos para a penetração do ar e da água entre a superfície e a armadura. Sem a utilização dos espaçadores, ou com o uso inadequado destes, corre-se o risco de gerar problemas graves de estrutura, tendendo a apresentar diminuição considerável de sua vida útil.

Entre os problemas está a corrosão de armadura, que é uma das mais relevantes manifestações patológicas de estruturas em concreto armado, sendo responsável por prejuízos de até 0,5% do PIB (RIBEIRO, 2014). A ausência de recobrimento adequado das armaduras de concreto armado, fora dos padrões de valores mínimos especificados pela NBR 6118 (ABNT, 2014), pode acarretar processos de corrosão das armaduras. Isso pode levar a manifestações como a expulsão da capa de cobrimento das armaduras, influenciando de maneira negativa na aderência e causando fissuramento e/ou falha no funcionamento do sistema impermeabilizante, entre outros.

O principal objetivo estabelecido para a presente pesquisa é analisar os espaçadores de plástico e de concreto mais usados no mercado, fazendo uma análise sob o ponto de vista da corrosão por íons cloreto. A partir dos resultados obtidos, pretende-se então determinar qual modelo apresenta melhor desempenho para a vida útil de estruturas dispostas a frentes agressivas. Foi realizado um conjunto de ensaios após a moldagem dos corpos de prova.

2 PROGRAMA EXPERIMENTAL

Os corpos de prova utilizados nesta pesquisa seguiram o método já utilizado por pesquisadores do grupo de pesquisas do LEME para os ensaios de corrosão acelerada, que é chamada por *Corrosão Acelerada por Imersão Modificada (CAIM)*.

Com formato prismáticos, apresentam dimensões de $100 \times 100 \times 200\text{mm}$, contendo uma barra de armadura de 12,5mm de diâmetro e 145mm de comprimento, inserida no centro do corpo de prova, com auxílio de espaçadores, como se observa na Figura 01.

Figura 01 – Vista das formas prismáticas, com as barras posicionadas nos espaçadores



Fonte: Acervo da pesquisa

Antes da moldagem dos corpos de prova, foi fixado um fio de cobre sobre o comprimento da barra, utilizando um espaçador para auxílio, evitando que o fio de cobre estabelecesse contato elétrico com a barra. Além disso, esse espaçador utilizado tem função de garantir o cobrimento do concreto.

O concreto empregado foi preparado em laboratório, com auxílio de uma betoneira de eixo vertical, que garante a homogeneidade da mistura. Após a medição da consistência do concreto por meio do ensaio de abatimento de tronco de cone (*slump test*), foi efetuada a moldagem dos corpos de prova. Na Figura 02, pode-se observar a forma sendo preenchida com concreto.

Figura 02 – Preenchimento das formas com concreto



Fonte: Acervo da pesquisa.

Os corpos de prova foram desmoldados após um dia e submetidos a dois tipos de cura. Uma delas foi realizada em câmara úmida, com temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa (UR) $> 90\%$. A outra foi realizada com ciclos de calor, na qual uma parte da amostra ficava exposta a variações de temperatura semelhantes às encontradas em um dia típico da cidade de Porto Alegre. Tais variações, entre 10° e 35°C , representaram o estresse térmico característico da cidade, que pode ser de até 20°C no mesmo dia.

Decorridos 28 dias da moldagem, os corpos de prova foram divididos em dois grupos. O primeiro passou por análise de microscopia ótica, e o segundo foi submetido aos ensaios de corrosão acelerada.

2.1 ENSAIO DE MICROSCOPIA ÓTICA

A fim de analisar o comportamento da interação entre os materiais dos espaçadores e o concreto, foi utilizado um microscópio estereoscópio modelo SteREO Discovery.V12 da marca ZEISS para a visualização da interface entre os materiais. Os corpos de prova passaram por dois tipos de cura: a cura úmida e a cura por ciclos de calor.

Após a cura dos corpos de prova, estes eram posicionados no microscópio, observando a existência de fissuras e possíveis perdas de aderência entre os materiais. A utilização desse equipamento permitiu um detalhamento da região estudada, pela obtenção de imagens digitais com auxílio de softwares, por conta dos dois caminhos óticos separados do microscópio que proporcionam ângulos de visão diferentes da amostra. O lote de amostras utilizado nessa etapa da pesquisa não foi submetido a corrosão, já que a análise a ser feita se limitava à observação da interface entre o concreto e os espaçadores utilizados após as duas diferentes curas.

2.2 ENSAIO COLORIMÉTRICO

Após os corpos de provas passarem pelo processo de iniciação da corrosão, com a aplicação da tensão constante com uma ddp de 10V, estes foram rompidos axialmente em uma prensa hidráulica. A seguir, foram submetidos ao ensaio de aspersão de nitrato de prata.

O método de Aspersão de Solução de Nitrato de Prata no concreto foi desenvolvido na década de 1970 no intuito de determinar a frente de penetração de cloretos em estruturas inseridas em ambiente marinho. É uma alternativa menos dispendiosa em relação ao ensaio realizado em laboratório. Essa técnica mostra-se válida para a determinação do processo de fixação dos cloretos livres na matriz cimentícia (FRANÇA, 2011).

A solução preparada em laboratório era aspergida nos corpos de prova e, após alguns minutos, eram feitas leituras da profundidade de penetração de cloretos ou mesmo da existência de cloretos, conforme a Figura 03.

Figura 03 – Aspersão de Nitrato de Prata



Fonte: Acervo da pesquisa.

A Tabela 01 relaciona a coloração da superfície de concreto com a presença ou ausência de cloretos livres. Essa tabela serviu de parâmetro para a análise dos resultados encontrados.

Tabela 01 – Designação dos cloretos em relação à superfície do concreto

Coloração da Superfície do Concreto	Designação
Branco	Presença de Cloretos Livres
Marrom	Ausência de Cloretos Livres

Fonte: França, 2011, p. 45.

Após cerca de 10 minutos, os corpos de prova eram fotografados perpendicularmente, com o cuidado de mantê-los sempre na mesma posição. Para isso, usou-se um tripé fotográfico, a fim de facilitar as comparações. Essa imagem era inserida no software Digimazer 4.3.0 e passava por um tratamento de imagem. Após, foi calculada a área da ascensão dos cloretos no corpo de prova para o posterior cálculo da média dessa área. Isso pode ser observado na Figura 04:

Figura 04 – Cálculo da área de ascensão dos cloretos


Fonte: Acervo da pesquisa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A fim de facilitar o entendimento dos resultados, definiu-se aqui que corpos de prova que foram submetidos à cura úmida serão designados como frios, enquanto corpos de prova que passaram pela cura por ciclos de calor serão chamados de quentes.

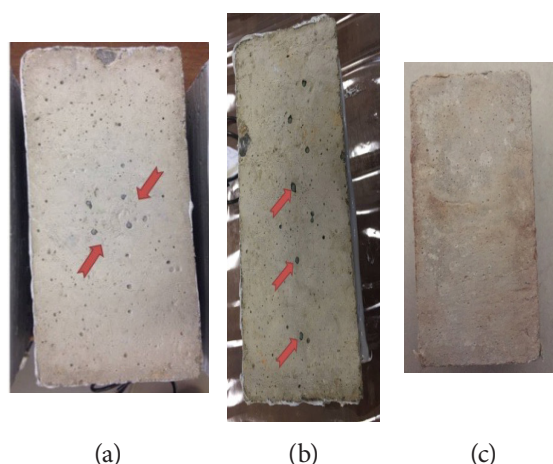
A nomenclatura dos espaçadores seguiu conforme a Figura 05:

Figura 05 – Nomenclatura dos Espaçadores


3.1 MICROSCOPIA ÓTICA

Anteriormente aos ensaios de microscopia ótica, foi feita uma análise visual, sem auxílio de qualquer equipamento na visualização. Na Figura 06, podemos observar os corpos de prova, logo após a retirada da forma e antes de serem ensaiados. A face que ficou em contato com a forma muitas vezes expôs o espaçador de plástico, como pode ser visto nas imagens (a) e (b). Esses pequenos orifícios na superfície de concreto – que ficam sem a proteção da pasta de cimento – deixam espaços para a entrada de agentes agressivos, como os íons cloreto, facilitando assim sua ascensão. Na imagem (c), observamos um corpo de prova com a utilização de espaçador de concreto; logo, ocorre uma fusão praticamente perfeita entre os dois elementos. Essa primeira análise visual, sem a aplicação da metodologia proposta, já apresenta fortes indícios de que a utilização de certos modelos de espaçadores diminui a vida útil das estruturas, uma vez que é evidente a presença de poros na face.

Figura 06 – Corpos de prova após serem desformados: (a) Uso do espaçador Torre Plástico; (b) Uso do espaçador Centopeia; (c) Uso do espaçador Torre Concreto



A microscopia ótica foi uma fase preliminar do estudo, uma vez que os resultados encontrados podem servir como respostas aos dados e resultados obtidos nos ensaios subsequentes. Foi utilizado um zoom de 30 vezes para que os resultados fossem melhor observados.

Na Figura 07, podemos observar como o corpo de prova com a utilização do espaçador centopeia se comportou frente à cura com ciclo de calor. Foram realizadas medidas do tamanho da abertura das fissuras, as quais ficaram entre 0,12 mm e 0,52 mm. Existem algumas classificações quanto ao tamanho da abertura de fissuras. Segundo a norma de impermeabilização (NBR 9575:2010), as microfissuras têm abertura inferior a 0,05 mm. As aberturas com até 0,5 mm são chamadas de fissuras e, por fim, as maiores de 0,5 mm e menores de 1,0 mm são chamadas de trincas.

Figura 07 – Corpo de prova após a cura com ciclo de calor

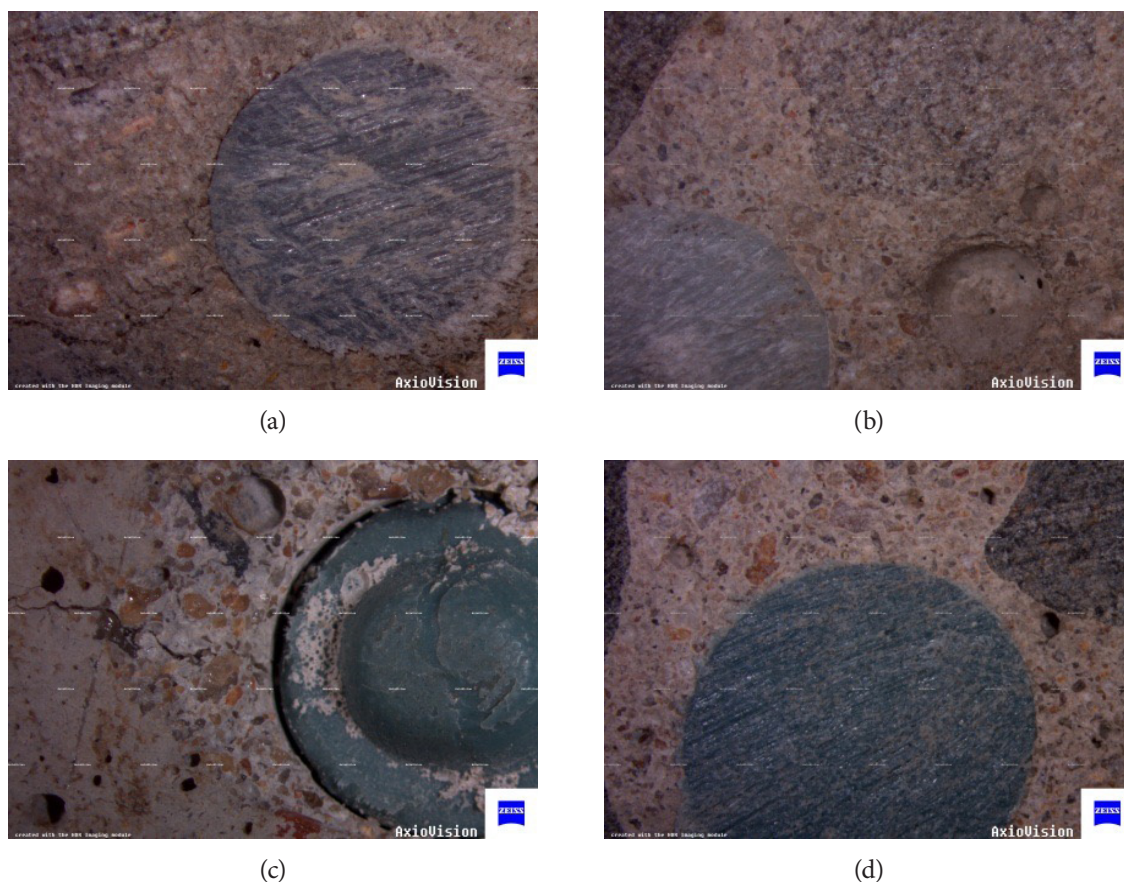


As fissuras encontradas são de origem térmica, e relacionadas com as propriedades físicas do material e com a intensidade da variação da temperatura. Essas falhas surgem graças a movimentações entre os diferentes componentes de um mesmo elemento. Nesse caso, quando utilizado o espaçador de plástico, este possui coeficiente de dilatação térmico diferente do concreto; logo, quando um elemento constituído por esses dois materiais é submetido a variações de temperatura, apresenta dilatações e contrações diferenciadas, auxiliando no aparecimento de falhas. Em uma situação real, a principal fonte de calor que atua sobre os elementos é o sol, e os principais fatores responsáveis por esses ciclos são a diminuição ou o aumento da incidência solar, e até mesmo a vazão das chuvas.

Na Figura 08, podemos observar as imagens dos corpos de prova quando submetidos à microscopia ótica. Na imagem (a), foi utilizado o espaçador centopeia, com cura com ciclos de calor. Nesse caso, foi observada uma fissura com abertura de 0,4 mm, causada pela dilatação térmica dos materiais concreto e plástico. Na imagem (b), também foi utilizado o espaçador centopeia, porém esse corpo de prova foi submetido à cura úmida; assim, não houve dilatação entre os materiais, deixando íntegra a interface entre concreto e plástico.

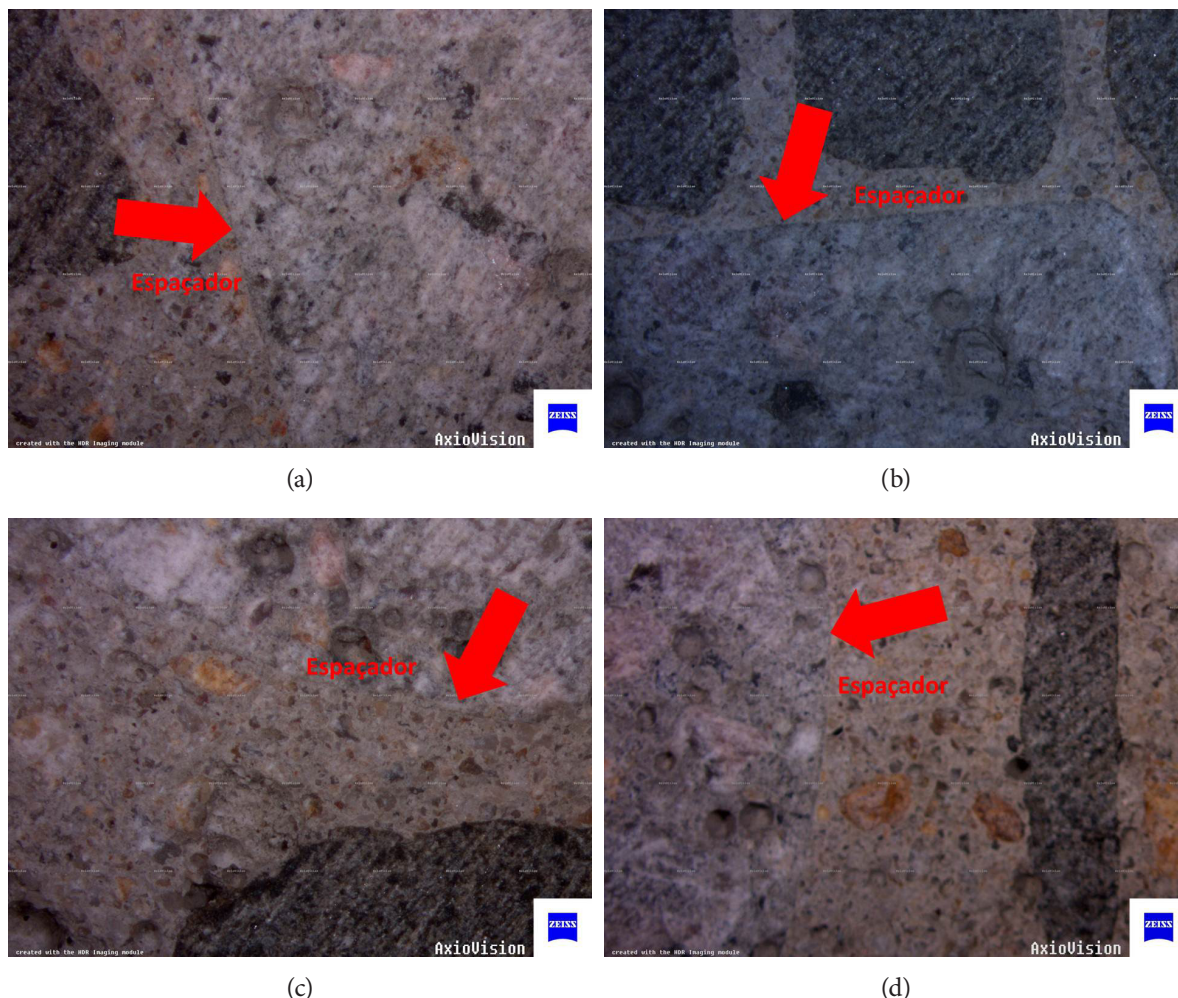
Nas imagens (c) e (d), foi utilizado o espaçador torre de plástico. No corpo de prova que passou pela cura com ciclos de calor, surgiu uma fissura no tamanho de 0,5 mm. Na imagem (d), com a utilização de cura úmida, não houve nenhuma dilatação entre concreto e plástico.

Figura 08 – (a) Esp. Centopeia Quente; (b) Esp. Centopeia Frio; (c) Torre Plástico Quente; (d) Torre Plástico Frio;



É apresentado na Figura 09 um conjunto de imagens referentes à utilização dos espaçadores de composto cimentício. Nas imagens, pode-se observar que mesmo com a utilização de dois tipos de cura (com ciclos de calor e com cura úmida), a interface não apresentou qualquer interferência significativa para a análise. Assim, ela não compromete a aderência entre os dois materiais, o que comprova que os dois materiais apresentam semelhante coeficiente de dilatação, fazendo uma fusão perfeita entre o espaçador e o concreto.

Figura 09 – (a) Esp. Prisma Concreto Frio (b) Esp. Prisma Concreto Quente; (c) Esp. Torre Concreto quente; (d) Esp. Torre Concreto Frio



A partir dessa análise preliminar, pode-se concluir que o tipo de cura utilizado nos corpos de prova se tornou ponto de grande estudo. Em estruturas reais, que são construídas em dias de calor, frio, chuva, ventania, essas fissuras podem surgir pela dilatação dos diferentes materiais utilizados.

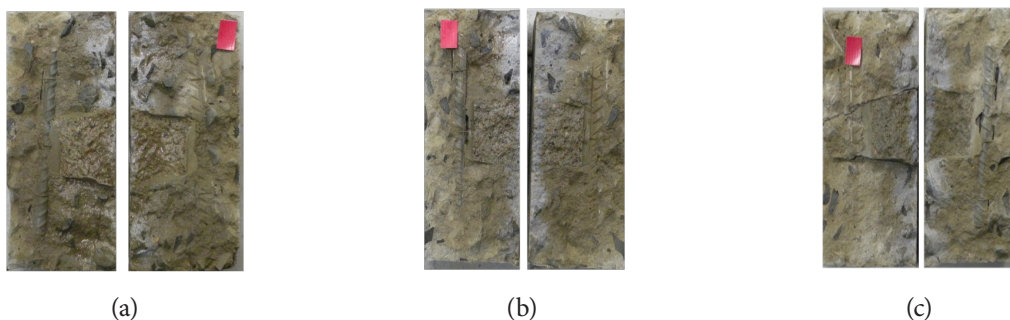
3.2 ENSAIO COLORIMÉTRICO

Depois de definida a ddp a ser utilizada, iniciou-se o processo de aceleração da corrosão, com a aplicação da voltagem constante. Após o tempo determinado de corrosão, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio colorimétrico.

As figuras abaixo apresentam os resultados da análise qualitativa dos corpos de prova. Serão apresentadas as imagens dos corpos de prova com 2 dias, 6 dias e 10 dias de aceleração da corrosão.

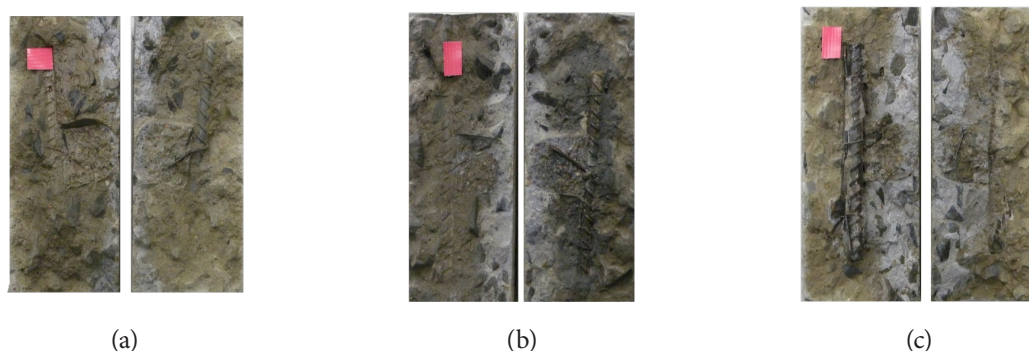
A partir da Figura 10, temos os corpos de prova que foram submetidos à cura com ciclos de calor (marcados em uma das faces por uma etiqueta vermelha, para fins de facilitar a identificação). Nas imagens da Figura 10, são apresentados os corpos de prova com a utilização do espaçador Torre Concreto. Observamos o início da entrada de cloretos na área mais clara, onde acontece a maior concentração dos íons. Nessa sequência de imagens, notamos que, por ser utilizado o espaçador de composto cimentício, a maior entrada de cloretos se deu pelas extremidades do espaçador. Os cloretos demoram mais tempo para penetrar no espaçador, por ele apresentar uma absorção de água menor em relação ao concreto utilizado.

Figura 10 – (a) Torre Concreto 2 dias; (b) Torre Concreto 6 dias; (c) Torre Concreto 10 dias



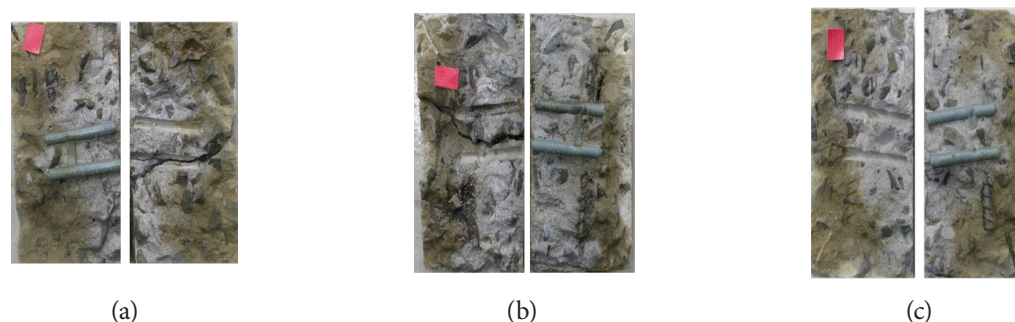
Podem-se ver na Figura 11 os corpos de prova com a utilização do espaçador Prisma. Percebemos uma semelhança com o caso anterior, ou seja, uma maior ascensão na área do concreto do que na do espaçador. Visualizamos, na imagem (c), a grande diferença entre a ascensão de cloretos no concreto e na superfície do espaçador.

Figura 11 – (a) Prisma 2 dias (b) Prisma 6 dias (c) Prisma 10 dias



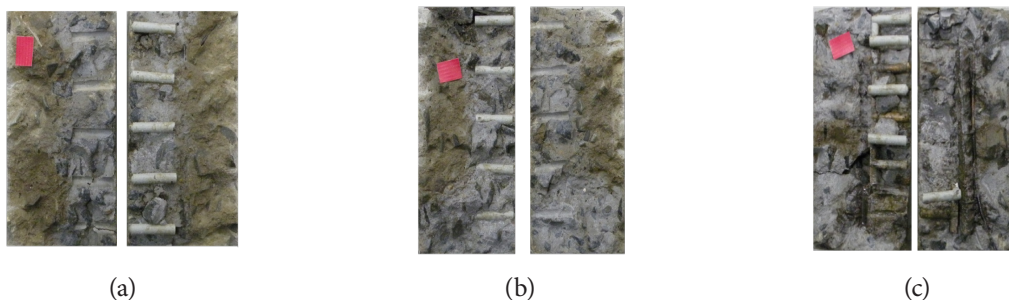
A Figura 12 mostra a utilização dos espaçadores de plástico, modelo torre. Podemos notar que, com dois dias de aceleração da corrosão, os cloretos já atingiram a barra, apresentando um ponto mais alto no local em que se encontra o espaçador de plástico. Isso evidencia a maior entrada de cloretos através do espaçador, comprovando assim o que foi visto na análise microscópica: fissuras e pequenos vazios entre os dois materiais, que facilitam a entrada de cloretos.

Figura 12 – (a) Torre Plástico 2 dias; (b) Torre Plástico 6 dias; (c) Torre Plástico 10 dias



A utilização do espaçador centopeia é exibida na Figura 13. Aqui temos um caso semelhante ao da figura anterior, porém muito mais agressivo. O espaçador utilizado, também de plástico, possui uma superfície de contato muito grande com o meio externo, propiciando o aparecimento de muitas falhas durante a confecção do corpo de prova. É possível observar que a ascensão de cloretos se deu muito rapidamente; o corpo de prova está totalmente coberto de cloretos ao término do ensaio.

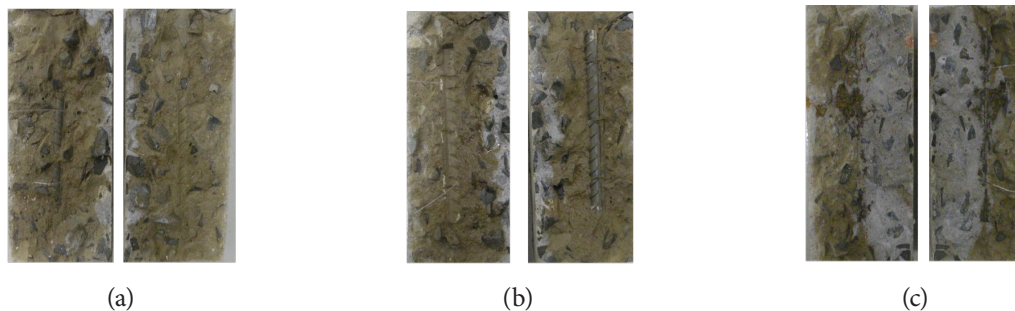
Figura 13 – (a) Centopeia 2 dias; (b) Centopeia 6 dias; (c) Centopeia 10 dias



As figuras a seguir mostram os resultados da análise qualitativa dos corpos de prova com espaçadores submetidos a cura em câmara úmida.

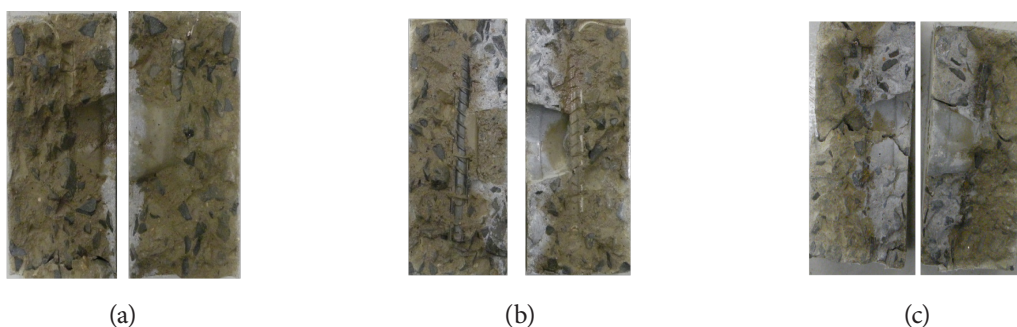
Na Figura 14, temos as imagens dos corpos de prova referência, nos quais não foi utilizado nenhum tipo de espaçador. Podemos perceber que a ascensão de cloretos foi uniforme ao longo dos dias em que os corpos de provas eram observados, conforme esperado.

Figura 14 – (a) Referência 2 Dias; (b) Referência 6 dias; (c) Referência 10 Dias



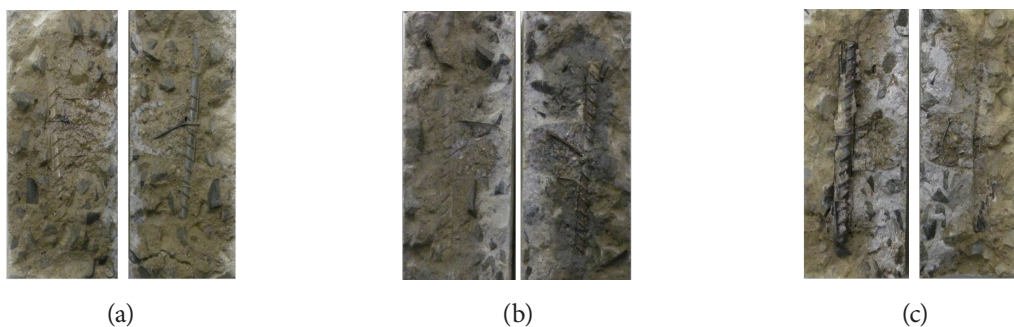
Na Figura 15, são apresentados os corpos de prova com a utilização do espaçador Torre Concreto. Podemos ver, na imagem (b), que os cloretos ascendem em direção à barra, mas que no interior do espaçador essa penetração se torna mais difícil.

Figura 15 – (a) Torre Concreto 2 dias; (b) Torre Concreto 6 dias; (c) Torre Concreto 10 dias



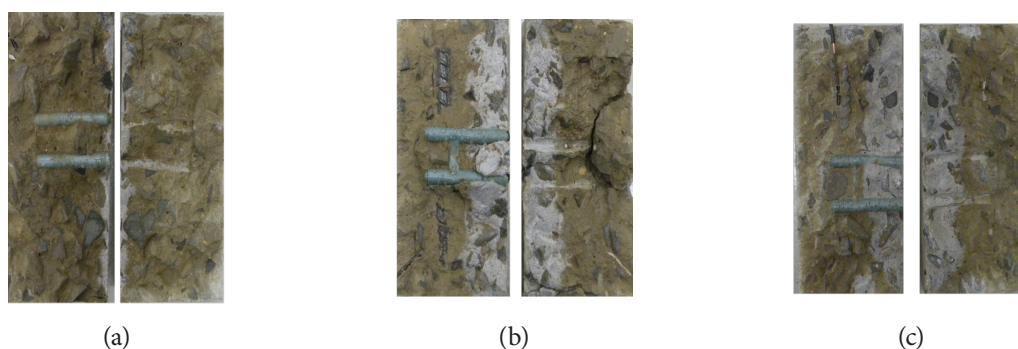
O mesmo se comprova na Figura 16, na qual são exibidos os corpos de prova com a utilização do espaçador Prisma. Nesse caso, os cloretos demoram mais para penetrar o interior do espaçador.

Figura 16 – (a) Prisma 2 dias; (b) Prisma 6 dias; (c) Prisma 10 dias



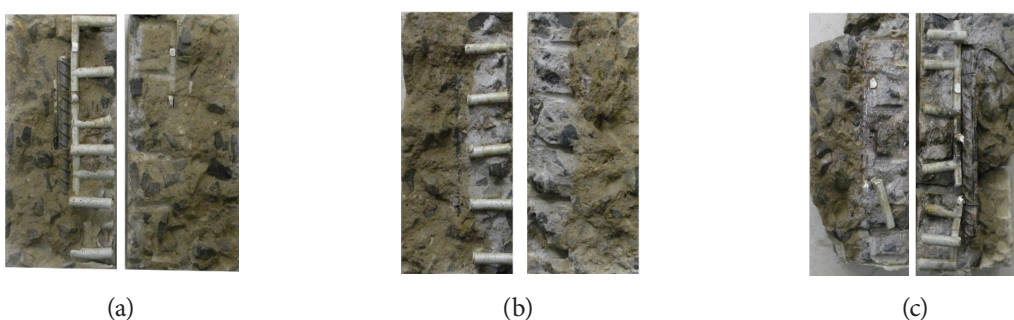
Podemos observar, na Figura 17, a utilização do espaçador de plástico, modelo torre. Se compararmos os dois tipos de cura utilizados, essa ascensão foi mais lenta, chegando à barra ao término do ensaio, próximo aos 10 dias. No outro caso (com ciclos de calor), já se observou os cloretos chegando até a barra no segundo dia de ensaio.

Figura 17 – (a) Torre Plástico 2 dias; (b) Torre Plástico 6 dias; (c) Torre Plástico 10 dias



A mesma evidência se comprovou com a utilização do espaçador centopeia, quando a cura foi em câmara úmida; os cloretos nesse caso também demoraram mais para chegar até a barra, conforme pode ser observado na Figura 18.

Figura 18 – (a) Centopeia 2 dias; (b) Centopeia 6 dias; (c) Centopeia 10 dias



4 CONCLUSÕES

Em uma análise preliminar, sem a aplicação da metodologia proposta, já encontramos resultados interessantes, a respeito do comportamento dos espaçadores, quando são utilizados, já apresenta fortes indícios de que a utilização de certos modelos de espaçadores diminui a vida útil das estruturas, uma vez que é evidente a presença de poros na face.

Quanto os corpos de prova são submetidos ao ensaio microscopia ótica, fica mais claro ainda, a visualização de abertura de fissuras, nas amostras onde foram utilizados espaçadores de plástico e a

cura foi realizada com ciclos de calor. Nas amostras com a utilização de cura úmida, não houve nenhuma dilatação entre concreto e plástico.

A partir desses resultados obtidos, pode-se concluir que o tipo de cura utilizado nos corpos de prova se tornou ponto de grande estudo.

Nos ensaios colorimétricos, também se observou que os corpos de prova que foi utilizado os espaçadores de plástico e com a utilização da cura com ciclos de calor, apresentaram uma área maior de contaminação de cloretos, enquanto os com cura úmida, essa ascensão se deu mais lentamente.

Fazendo-se uma análise conjunta dos métodos de avaliação, podemos concluir que a utilização de espaçadores de plástico, apresente fortes indícios, que pode ser um facilitador para entrada de íons cloreto nas estruturas de concreto armado, uma vez que em condições reais, o clima encontrado em muitas regiões não é como se fosse uma cura úmida, muito mais parecido com a cura com ciclos de calor, em muitas regiões do país, encontramos uma variação térmica durante o dia de até 20 graus.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14931: *Execução De Estruturas De Concreto: Procedimento*. 30 de abril de 2004.

ABNT. NBR 5738:2015. *Concreto: Procedimentos para moldagem e cura de corpos de prova*. ABNT, 2015.

ABNT. NBR 6118:2014. *Projeto de estruturas de concreto — Procedimento*. ABNT, 2014.

ABNT. NBR 9575:2010. *Impermeabilização - Seleção e projeto*. ABNT, 2010.

ANDRADE, J. J. O. *Contribuição à previsão da vida útil das estruturas de concreto armado atacadas pela corrosão de armaduras: iniciação por cloretos*. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre. 256f

ARANHA, P.M.S. *Contribuição ao Estudo das Manifestações Patológicas nas Estruturas de Concreto Armado na Região Amazônica*. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1994. 144 p.

BARRETO, Maria Fernanda Fávaro Menna. *Avaliação Do Desempenho De Espaçadores Plásticos: Proposição E Avanço De Métodos De Avaliação*. 2014. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014

CAETANO, Luciane Fonseca. *Estudo do comportamento da aderência em elementos de concreto armado submetidos à corrosão e elevadas temperaturas*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

DAL MOLIN, D. C. C. *Análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul*. 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre.

FRANÇA, Clério Bezerra. *Avaliação De Cloretos Livres Em Concretos Pelo Método De Aspersão De Solução De Nitrato De Prata*. Dissertação. 2011

GENTIL, V. *Corrosão*. Rio de Janeiro: LTC, 3ª ed., 1996. 345p.

GRAEFF, Ângela Gaio. *Avaliação Experimental E Modelagem Dos Efeitos Estruturais Da Propagação Da Corrosão Em Elementos De Concreto Armado*. 2007. 163 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

RIBEIRO, DANIEL VÉRAS; CUNHA, MANUEL PAULO TEIXEIRA. *Deterioração das estruturas de concreto armado*. IN: RIBEIRO, 2014, P. 87-118.

Performance assessment of concrete-spacer through the corrosion due to chloride ions

ABSTRACT

Reinforced concrete is one of the most used building materials. One of the factors that led to this preference was the durability of the components, if the steel is protected from the external environment by the concrete cover employed / used and therefore an attack is also reduced. However, even considering that an adequately dosed concrete, cast and cured can be durable, cases of premature deterioration of concrete structures might occur. This highlights the importance of control of the factors responsible for the natural degradation of the structure. Among the deterioration factors, the corrosion of the reinforcement is relevant due to its high incidence and damage potential. In the production of concrete reinforced structures, the spacers are widely used in order to ensure the size of the coatings specified in the project and the consequent confinement of the steel. These parameters determine an increased useful life of the structure. However, the spacer-concrete interface becomes a weak point for the entry of aggressive agents, such as chloride ions. This study aims to study the influence of this interface using spacers made from different materials. For the feasibility study, a corrosion acceleration technique was used, based on CAIN assay (Accelerated Corrosion Immersion Modified) with application of constant potential. The specimens were cast in the laboratory, with dimensions established by the accelerated corrosion methodology, the use of two kinds of spacers (concrete and plastic) and coverings laid of 50 mm, and a steel bar with diameter of 12.5 mm, simulating a real situation. There were two kinds of healing: wet and heat cycles. For data analysis, samples were assayed by optical microscopy and colorimetric assay. This study demonstrated that the choice of different materials and spacers for different types of cure is an important factor in order to have greater protection of steel the front of aggressive agents.

Keywords: Reinforced Concrete, Concrete Armor Armed corrosion.