

A carbonatação nas estruturas de concreto do sistema metroviário

O processo ocorre devido à alta concentração de CO₂ na atmosfera e pode levar à corrosão



O uso do concreto armado na construção nos grandes centros urbanos é uma solução que combina resistência, durabilidade e, conseqüentemente, sustentabilidade, pois a vida útil prolongada é uma maneira de racionalizar o uso de recursos e matérias-primas. Nas estruturas metroviárias, em todo o mundo, a técnica é utilizada, porém é preciso realizar as manutenções e seguir as recomendações necessárias para evitar que patologias como a carbonatação, que é uma reação físico-química que reduz a alcalinidade do concreto favorecendo a oxidação das armaduras, acometam a estrutura e comprometam a usabilidade.

A carbonatação é um fenômeno natural decorrente da combinação do gás carbônico (CO₂) com compostos hidratados da pasta de cimento no concreto, conforme explica o geólogo e diretor da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), Amaldo Battagin. "Permitindo uma analogia é a tendência do concreto, rocha artificial, a voltar a sua situação estável de origem que é a rocha calcária, usada na fabricação do cimento, seu constituinte mais importante", informa Battagin.

"...é a tendência do concreto, rocha artificial, a voltar a sua situação estável de origem que é a rocha calcária, usada na fabricação do cimento, seu constituinte mais importante"

Amaldo Battagin
Geólogo e diretor da ABCP



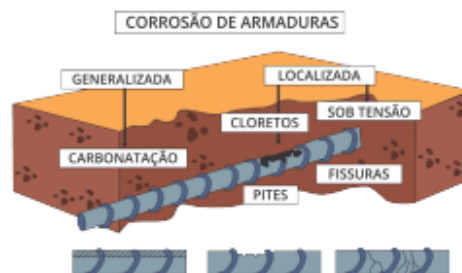


A existência de gás carbônico na atmosfera favorece a carbonatação do concreto. Dados revelam que, em ambientes rurais, a concentração de CO_2 é de cerca de 0,03%, já nas grandes cidades esta porcentagem chega a 0,30%. "A carbonatação em si não é problemática, pois no

concreto simples (sem armaduras) até promove a colmatação dos poros, mas no concreto armado ou protendido, o fenômeno acaba por ocasionar a despassivação das armaduras e, conseqüentemente, a vulnerabilidade à corrosão", revela o geólogo.

Ele explica que, em decorrência da carbonatação, a passivação das armaduras, que é uma camada de óxidos que protege o aço e se forma devido à alta alcalinidade do concreto, sofre uma alteração no pH, fazendo com que a estrutura fique vulnerável à corrosão. "Assim, enfatiza-se que a carbonatação do concreto, geralmente, é uma condição determinante para o início da corrosão das armaduras. Tão logo a frente de carbonatação atinja a espessura correspondente ao cobrimento do aço, começa a despassivação e tem início a oxidação", alerta.

É possível evitar que este processo de carbonatação ocorra nas obras metroviárias. Por isso, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) traz recomendações específicas para aplicações em estruturas de concreto. "Para garantir que a frente de carbonatação não atinja as armaduras, a norma técnica ABNT NBR 6118 (Projeto de Estrutura de Concreto) prescreve cobrimentos adequados em função do tipo de estrutura, já que este processo é dependente de como o concreto foi lançado, adensado e curado, bem como o tipo de cimento, condições ambientais e umidade do ambiente, sendo maior a carbonatação quanto maior for a relação água/cimento" ressalta o diretor da ABCP.



Outras medidas que podem minimizar a carbonatação, aponta Battagin, são a adequada dosagem do concreto com o melhor empacotamento, menor porosidade, maior impermeabilidade e menor relação água-cimento. "Adensamento, processo de cura adequado, e a possibilidade de proteção superficial das peças também são ações a considerar", sublinha.

Um estudo realizado, em 2021, pelos especialistas em Patologia na Construção Civil, Tatiana Cássia Coutinho Silva da Fonseca e Marcelo Gabriel Capacla, analisou os coeficientes de carbonatação (k_{CO_2}) dos concretos em estruturas do Metrô de São Paulo. A pesquisa de foi realizada nas obras Ventilação da linha 1 - Azul (construída entre 1973/1974), Ventilação da linha 2 - Verde (construída no ano de 2005) e na Estação da linha 3 - Vermelha (construída entre 1979 e 1980), a partir de ensaios de campo e laboratoriais.

A pesquisa aponta que a vida útil estimada para as estruturas de concreto analisadas no sistema metroviário paulista atende às especificações atuais exigidas pelo Metrô de São Paulo. Após os testes realizados pelos especialistas, foi verificado que a aplicação de verniz apresentou potencial na inibição do agente agressivo CO_2 no concreto. O estudo foi apresentado na 27ª Semana de Tecnologia Metroferroviária (STMF), promovida pela Associação dos Engenheiros e Arquitetos de Metrô (AEAMESP).

Para promover a difusão de boas práticas e combater este tipo de patologia nas obras de infraestrutura, a ABCP promove atividades como cursos, palestras e publicações sobre o assunto, além de realizar pesquisas em seus laboratórios e prestar serviço à comunidade. "A associação faz, por exemplo, ensaios de carbonatação acelerada para traços específicos de concreto, visando prever a taxa de carbonatação, ou seja, a evolução da profundidade de carbonatação já que esta é um fenômeno lento", exemplifica.