



**11ª Jornada Científica e  
Tecnológica do IFSULDEMINAS**

**& 8º Simpósio de  
Pós-Graduação**

## **ESTADO DA ARTE DO PROCESSO DE CARBONATAÇÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO**

**Júlia R. G. do CARMO<sup>1</sup>; Melina de S. OLIVEIRA<sup>2</sup>; Régis M. de SOUZA<sup>3</sup>**

### **RESUMO**

Este trabalho analisa diversos estudos desenvolvidos sobre o processo de carbonatação, um dos principais fenômenos que levam à corrosão das armaduras contidas no concreto. Tal abordagem se faz necessária, pois há uma demanda cada vez maior do setor da construção civil para a construção acelerada e, com isso, muitos fatores que influenciam na durabilidade das estruturas são ignorados. Dessa forma, a finalidade deste estudo é avaliar, as causas que levam à aceleração do processo de carbonatação, além de destacar diversos estudos realizados ao longo dos anos e a sua contribuição neste âmbito. Este propósito será atingido mediante revisão bibliográfica, desenvolvida por meio de literaturas e artigos científicos de grande relevância sobre este tema. Dessa forma espera-se com esse estudo relatar o estado da arte da carbonatação, os fatores que podem ser significativos para a ocorrência deste tipo de reação química e sua relação com a durabilidade das estruturas em concreto armado.

**Palavras-chave:** Concreto; Corrosão; Durabilidade.

### **1. INTRODUÇÃO**

Atualmente, o concreto é um dos materiais da construção civil mais utilizado em obras de pequeno e grande porte, para fins estruturais. Apesar de apresentar uma longa vida útil, está sujeito a fenômenos químicos e físicos, entre eles a carbonatação que, quando atinge as armaduras podem provocar corrosão, sendo uma das condições patológicas que mais afetam a integridade de estruturas de concreto armado podendo provocar a disgregação, perda da funcionalidade e segurança da estrutura.

Em estruturas de concreto a carbonatação passa a se tornar um fenômeno preocupante para a estabilidade das estruturas a partir do momento em que oferece condições para a ocorrência de corrosão de armaduras. Isto se deve ao fato de que o aço inserido no concreto permanece passivo em ambientes de elevada alcalinidade, porém, com a carbonatação esta é reduzida, afetando assim a durabilidade das estruturas em concreto armado.

Tal abordagem é necessária, pois, o concreto é um material poroso e a velocidade com que a frente de carbonatação avança, depende de diversos fatores como umidade, concentração de  $CO_2$ , relação água – cimento, entre outros. Portanto, este trabalho tem por finalidade avaliar os fatores intercorrentes da carbonatação e os estudos que contribuíram para este fim, sendo estas análises de

---

<sup>1</sup> Aluno, IFSULDEMINAS – Campus Pouso Alegre. E-mail: juliarayaneengenharia@gmail.com

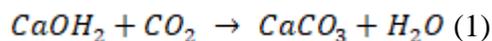
<sup>2</sup> Aluno, IFSULDEMINAS – Campus Pouso Alegre. E-mail: melinadesouzaoliveira1997@gmail.com

<sup>3</sup> Orientador, IFSULDEMINAS – Campus Pouso Alegre. E-mail: regis.souza@ifsuldeminas.edu.br

muita relevância para evitar que as estruturas sejam acometidas por manifestações patológicas oriundas do processo de carbonatação.

## 2. ESTADO DA ARTE DO PROCESSO DE CARBONATAÇÃO

Segundo Helene (1993), o processo de transformação, por ação do gás carbônico -  $CO_2$ , compostos do cimento hidratados em carbonatos, denominado carbonatação do concreto, ocorre lentamente segundo a reação principal:



Inicialmente as armaduras inseridas nas estruturas de concreto, estão protegidas por uma camada de óxido passivo contra corrosão, proteção esta, proporcionada pela camada de concreto de cobrimento, gerando um obstáculo ao contato de agentes externos à estrutura e pela proteção química devido à alta alcalinidade da solução intersticial do concreto. A perda ou ruptura desta proteção, ainda que localizada, pode desencadear o processo de deterioração (HELENE, 1993).

O fenômeno da carbonatação ocorre segundo vários fatores, de acordo com Souza et al (1998), quanto maior for a concentração de  $CO_2$  presente, menor será o pH, ou, por outro lado, mais espessa será a camada de concreto carbonatada.

Neville (2016) ainda destaca em relação à concentração de  $CO_2$ , que em zonas pouco povoadas e/ou rurais ele está ao redor de 0,03% de volume e em ambientes como em laboratório não ventilado esse teor pode ser maior que 0,1%. Porém, estruturas localizadas em ambientes mais agressivos, como por exemplo, em grandes centros urbanos, essa concentração pode variar entre 0,3 e 1%.

Já para Helene (1993), os valores para concentração de  $CO_2$  podem variar de 0,03 até 0,05% em atmosferas rurais e de 0,1 até 0,2% e, em locais de tráfego pesado e em ambientes de atmosfera viciada (como garagens), este índice pode atingir até 1,8%.

Já para Helene (1993), os valores para concentração de  $CO_2$  podem variar de 0,03 até 0,05% em atmosferas rurais e de 0,1 até 0,2% e, em locais de tráfego pesado e em ambientes de atmosfera viciada (como garagens), este índice pode atingir até 1,8%.

Neville (2016), também voltou seus estudos para a análise da influência da temperatura no processo de carbonatação, sendo a difusão do  $CO_2$  o principal fator que rege a velocidade da carbonatação, constatando que pequenas variações de temperatura pouco influenciam na profundidade de carbonatação. Helene (1993) ainda assegura de que a velocidade de carbonatação é pouco visível para temperaturas entre 25 e 30°C.

Como é de conhecimento que para a ocorrência efetiva do processo de carbonatação é necessária a existência de poros parcialmente preenchidos com água, Helene (1993) comenta que a

corrosão das armaduras de aço em presença da umidade pode ser considerada um processo do tipo corrosão eletro-química, então, além do transporte de íons cátodo e ânodo e de dissolver o oxigênio a umidade age na resistividade elétrica do material, facilitando ou retardando as reações de corrosão. Pauletti et al (2007) ainda acrescenta que a umidade relativa afeta a carbonatação, sendo em condições de baixa umidade, inferior a 50%, porque não haverá água para dissolver o  $CO_2$  e em condições de saturação de água nos poros, a carbonatação será menor porque a difusão de  $CO_2$ , será muito pequena.

Pauletti (2004), observa que concretos que possuem adições tendem a carbonatar mais do que os concretos confeccionados com cimentos comuns, o que também foi verificado por Vaghetti (2005), que em seu estudo afirma que as adições minerais influenciam o teor de hidróxido de cálcio formado, uma vez que esta adição, por consequência altera a alcalinidade do concreto.

Para Pauletti (2007), o processo de cura interfere no desenvolvimento da microestrutura do concreto, portanto se ele não for realizado adequadamente o avanço da frente de carbonatação pode ser mais acelerado. Helene (1993) ainda reforça que a profundidade carbonatada poderá ser menor sempre que a cura úmida for mantida por períodos mais longos e será sempre maior quando a cura for inferior a cinco dias havendo ventos e a temperatura for superior a 30°C.

Mehta (2014), também reafirma o fato de que quando a relação água/cimento é alta e o grau de hidratação é baixo, logo, a pasta de cimento terá, por consequência, uma porosidade baixa. Assim, referindo-se à corrosão, uma baixa permeabilidade implicará a maior resistividade do concreto (CASCUDO e HELENE, 2001).

Diante de todos esses fatores, a carbonatação se destaca como um fenômeno de grande relevância que pode ocasionar a corrosão das armaduras, sendo esta uma das manifestações que mais afetam a durabilidade da estrutura.

Dessa forma, a NBR-6118 (ABNT, 2014) assegura que as estruturas de concreto sejam projetadas e construídas de forma que, estando sob as condições ambientais previstas e, quando forem utilizadas segundo a sua função estabelecida em projeto, mantenham a sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante toda a sua vida útil (RIBEIRO, 2014).

### **3. CONCLUSÕES**

Conclui-se com este trabalho que a carbonatação é um dos processos que provoca uma das condições patológicas de maior gravidade nas estruturas de concreto, que é a corrosão das armaduras. Como o objetivo principal foi analisar os diversos fatores intervenientes ao processo de carbonatação, o estudo realizado favoreceu a percepção da importância das análises feitas previamente à concepção e construção de uma estrutura de concreto, considerando a agressividade

do tipo de ambiente a que ela estará inserida de acordo com a NBR-6118:2014, bem como os fatores intervenientes ao processo de carbonatação.

Dessa forma, observou-se que é necessário que se desenvolvam mais estudos nesta área, visando a formação de profissionais melhor capacitados que serão capazes de compreender tal fenômeno, por meio de conhecimento técnico-científico e aplicá-los na prática.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR. 6118 (2014). **Projeto de estruturas de concreto-Procedimento**, 2014, 238p.

CASCUDO, O.; HELENE, PRL. **Resistência à corrosão no concreto dos tipos de armaduras brasileiras para concreto armado**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2001.

CASTELLOTE, M. *et al.* **Chemical Changes and Phase Analysis of OPC Pastes Carbonated at Different CO<sub>2</sub> Concentrations**. *Materials and Structures*, v. 42, n. 4, p. 515-525, 2009.

HELENE, P.R.L. **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado**. 1993. 231p. Tese (Livre Docente), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Civil.

MEHTA, P.K; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. 2º Edição São Paulo: IBRACON, 2014, 742p.

NEVILLE, A.M. **Propriedades do Concreto**. 5º Edição. São Paulo: Editora Bookman, 2016.

PAULETTI, C. **Análise Comparativa de Procedimentos para Ensaios Acelerados de Carbonatação**. 176 f. 2004. Porto Alegre. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

PAULETTI, C.; POSSAN, E.; DAL MOLIN, D. C. C.. **Carbonatação acelerada: estado da arte das pesquisas no Brasil**. Ambiente construído: revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Porto Alegre. vol. 7, n. 4 (Out./Dez. 2007), p. 7-20, 2007.

SOUZA, V. C., RIPPER, T., **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. 1º Edição. São Paulo, Editora: Pini, 1998, 255p.

VAGHETTI, M. A. O.. **Estudo da corrosão do aço, induzida por carbonatação, em concretos com adições minerais**. 2005. 264p. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola de Engenharia da UFRGS, Departamento de Metalurgia.