

AVALIAÇÃO PROBABILÍSTICA DA VIDA ÚTIL DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO SUJEITAS À CARBONATAÇÃO

PROBABILISTIC ASSESSMENT OF THE SERVICE LIFE OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES SUBJECT TO CARBONATION

Rafael Aredes Couto¹, Sofia Maria Carrato Diniz²

¹. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas da Universidade Federal de Minas Gerais; rafaelcouth2111@gmail.com

². Professor do Departamento de Engenharia de Estruturas da Universidade Federal de Minas Gerais; diniz_s@yahoo.com

Resumo. Diante dos requisitos da sustentabilidade no ambiente construído, a previsão da vida útil das estruturas de concreto armado (CA) é um assunto de grande relevância. Dentre os mecanismos de degradação das estruturas de CA, a carbonatação é uma das principais causas da deterioração das armaduras. Apesar desta importância, a durabilidade das estruturas de CA é tratada em normas técnicas, como a NBR 6118:2014 e o ACI 318-14 a partir de procedimentos prescritivos, ou seja, especificando a relação água/cimento, a espessura do cobrimento, dentre outros, como função das condições ambientais em que a estrutura está inserida. Diversos fatores influenciam no mecanismo da carbonatação estando relacionados aos materiais (relação água/cimento, tipo de cimento, aditivos, cura e compactação) e às condições ambientais (concentração de CO₂ na atmosfera, teor de umidade, temperatura e fator de proteção da chuva). Dadas as incertezas associadas a estes parâmetros, a vida útil de uma estrutura de CA submetida aos efeitos da carbonatação só pode ser estabelecida em termos probabilísticos. A simulação de Monte Carlo (SMC), que é um processo de replicação do mundo real através de métodos computacionais, tem sido utilizada na previsão de vida útil de estruturas de CA. Para o problema específico das estruturas sujeitas à carbonatação, são requeridos para a sua implementação as equações determinísticas que definem a profundidade da carbonatação e a descrição estatística das variáveis intervenientes no processo. Com isso, os objetivos desta pesquisa são: (i) discutir os modelos existentes para o cálculo da profundidade de carbonatação; (ii) descrever estatisticamente as variáveis intervenientes; e (iii) simular a vida útil de estruturas sujeitas à carbonatação a partir das ferramentas da Confiabilidade Estrutural.

Palavras-chave: Carbonatação, Concreto Armado, Durabilidade, Avaliação Probabilística, Simulação de Monte Carlo.

Abstract. In face of the sustainability requirements for the built environment, the service life prediction of reinforced concrete (RC) structures is a matter of great importance. Among the degradation mechanisms affecting RC structures, carbonation is one of the main causes of deterioration of the steel reinforcement. In spite of the significance of this topic, durability of RC structures is treated in technical codes (e.g. NBR 6118: 2014 and ACI 318-14) via prescriptive procedures, by specifying water/cement ratio, cover thickness, among others, as a function of the exposure of the structure. Several factors influence the carbonation mechanism, being related to materials (water/cement ratio, cement type, chemical and mineral admixtures, placement, and curing) and environmental conditions (CO₂ concentration in the atmosphere, moisture content, temperature and rain protection factor). Given the uncertainties associated to these parameters, the service life of a RC structure subjected to carbonation can be established in probabilistic terms only. Monte Carlo simulation (MCS), which is a probabilistic method using computational tools, has been used for service life prediction of RC structures. For the specific problem of structures subject to carbonation, MCS requires the deterministic equations that define the depth of carbonation and the statistical description of the variables involved in the process. Thus, the objectives of this research are: (i) discuss the existing models for the calculation of the depth of carbonation; (ii) provide the statistical description of the attendant variables; and (iii) predict the service life of structures subjected to carbonation using Structural Reliability tools.

Keywords: Carbonation, Reinforced Concrete, Durability, Probabilistic Assessment, Monte Carlo Simulation.