

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ANDRÉ RICK GONÇALVES DIAS

**CARBONATAÇÃO E DUREZA SUPERFICIAL DO CONCRETO: UM ESTUDO DE  
CASO NO ELEVADO ALCIONE NAZARÉ – SÃO LUÍS/MA**

SÃO LUÍS

2019

ANDRÉ RICK GONÇALVES DIAS

**CARBONATAÇÃO E DUREZA SUPERFICIAL DO CONCRETO: UM ESTUDO DE  
CASO NO ELEVADO ALCIONE NAZARÉ – SÃO LUÍS/MA**

Artigo apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para aprovação na atividade acadêmica Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Maria Luiza Lopes de Oliveira Santos.

SÃO LUÍS

2019

ANDRÉ RICK GONÇALVES DIAS

**CARBONATAÇÃO E DUREZA SUPERFICIAL DO CONCRETO: UM ESTUDO DE CASO NO ELEVADO ALCIONE NAZARÉ – SÃO LUÍS/MA**

Artigo apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para aprovação na atividade acadêmica Trabalho de Conclusão de Curso II.

Aprovado em: 06/12/2019.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Luiza Lopes de Oliveira Santos  
Universidade Federal do Maranhão

---

Prof. Me. Mikhail Luczynski  
Universidade Federal do Maranhão

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Solange da Silva Nunes Boni  
Universidade Federal do Maranhão

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Gonçalves Dias, André Rick.

Carbonatação e dureza superficial do concreto: um estudo de caso no Elevado Alcione Nazaré - São Luís/MA / André Rick Gonçalves Dias. - 2019.

12 p.

Orientador(a): Maria Luiza Lopes de Oliveira Santos.  
Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.

1. Carbonatação. 2. Concreto. 3. Dureza Superficial.  
4. Pilares. I. Lopes de Oliveira Santos, Maria Luiza.  
II. Título.

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a situação dos pilares de concreto armado de um viaduto na cidade de São Luís/MA quanto a carbonatação e a dureza superficial, gerando informações relevantes que ajudem na tomada de decisão e elaboração de programas de inspeção e manutenção. Para tanto, utilizou-se o método de aspersão de solução a base de fenolftaleína para verificação da carbonatação e o ensaio de esclerometria para verificação da dureza superficial, onde se obteve a profundidade da frente de carbonatação e o índice esclerométrico médio efetivo para cada elemento estrutural analisado. A carbonatação ainda está na superfície do concreto e, segundo o método de cálculo adotado, a estimativa é que a vida útil do concreto, no que tange a carbonatação, seja muito maior do que o mínimo preconizado por normas internacionais e autores brasileiros. Quanto a dureza superficial, as áreas de ensaio dos elementos apresentaram uma boa qualidade da cobertura de concreto e uma resistência à compressão entre 350 a 500 kgf/cm<sup>2</sup> ou maior que 500 kgf/cm<sup>2</sup>.

**Palavras-chave:** Concreto. Pilares. Carbonatação. Dureza Superficial.

## ABSTRACT

This work aimed to evaluate the situation of reinforced concrete pillars of a viaduct in the city of São Luís/MA regarding carbonation and surface hardness, generating relevant information to aid in decision making and the design of inspection and maintenance programs. For this purpose, the phenolphthalein-based solution spraying method was used to verify carbonation and the sclerometry test to verify surface hardness, which obtained the depth of the carbonation front and the effective average sclerometric index for each structural element analyzed. Carbonation is still on the concrete surface and, according to the calculation method adopted, it is estimated that the life of the concrete, regarding carbonation, is much longer than the minimum recommended by international standards and brazilian authors. As for surface hardness, the test areas of the elements showed a good quality of concrete cover and a compressive strength between 350 and 500 kgf/cm<sup>2</sup> or greater than 500 kgf/cm<sup>2</sup>.

**Keywords:** Concrete. Columns. Carbonation. Surface hardness.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
2.1 Carbonatação do concreto.....	2
2.2 Fatores que influenciam na carbonatação.....	2
2.2.1 Concentração de $CO_2$ .....	3
2.2.2 Umidade relativa do ar.....	3
2.2.3 Proteção à chuva.....	3
2.2.4 Cobrimento nominal.....	3
2.2.5 Quantidade e tipo de cimento.....	4
2.2.6 Relação água/cimento.....	4
2.3 Método de aspersão de fenolftaleína.....	4
2.4 Cálculo da profundidade carbonatada.....	4
2.5 Esclerometria.....	5
3 METODOLOGIA.....	6
3.1 Elevado Alcione Nazaré.....	6
3.2 Materiais e métodos.....	6
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	8
5 CONCLUSÕES.....	11
REFERÊNCIAS.....	11