



APLICAÇÃO DO REPOLHO ROXO NA ANÁLISE DA FRENTE DE CARBONATAÇÃO DE CONCRETOS

Maria I. CANDIDO¹; Yasmim A. PEREIRA²; Régis M. de SOUZA³; Elgte E. B. de PAULA⁴

RESUMO

Este trabalho analisa a possibilidade da utilização do repolho roxo como indicador de potencial hidrogeniônico (pH) do concreto com foco na identificação da frente de carbonatação. A carbonatação é uma importante causa de deterioração de estruturas de concreto armado pela corrosão das armaduras, e a identificação da frente carbonatada é um dos principais ensaios da área de patologias das construções. O objetivo deste estudo é avaliar a viabilidade do uso do repolho roxo como uma nova alternativa de indicador colorimétrico para determinação da frente de carbonatação de concretos. Este propósito foi conseguido mediante o estudo de caso realizado em corpos de prova rompidos minutos antes da aspersão do extrato de repolho roxo, simulando um ensaio destrutivo. O estudo comprovou a eficiência da solução do repolho roxo para a identificação da frente de carbonatação, apresentando-se como uma excelente alternativa para os ensaios em virtude do seu baixo custo e, principalmente, da facilidade da sua obtenção pelo próprio profissional pouco antes de um ensaio destrutivo.

Palavras-chave: Durabilidade do concreto; Dióxido de Carbono; Corrosão; Indicador de pH; Antocianinas.

1. INTRODUÇÃO

O cobrimento de concreto atua como uma barreira protetora para as armaduras. Bolina, Tutikian e Helene (2019) descrevem que o concreto é um material básico, com potencial hidrogeniônico (pH) entre 12,5 e 13,5, sendo esse cenário responsável por preservar a estabilidade das barras de aço. Segundo os autores, a carbonatação consiste na reação do dióxido de carbono (CO_2), presente no ar, dissolvido no interior da fase aquosa dos poros do concreto, com o hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), resultando no carbonato de cálcio (CaCO_3), o qual acidifica o concreto, reduzindo o pH para valores abaixo de 9,0, o que compromete a camada passivadora das armaduras, tornando-as susceptíveis à corrosão.

Para a determinação da frente de carbonatação, utiliza-se o processo de visualização colorimétrica da alteração do pH do concreto. Por sua vez, o repolho roxo é um indicador natural, devido à presença de antocianinas, pigmentos que mudam de cor em diferentes faixas de acidez ou alcalinidade. De acordo com Silva et. al. (2019), em meios levemente ácidos com pH próximo de seis, este indicador exibe uma coloração lilás, em meio fortemente ácido com pH próximo de dois a coloração é vermelha e em meio alcalino, a coloração varia de azul claro para verde.

¹Aluno, IFSULDEMINAS – Campus Pouso Alegre. E-mail: maria.candido@alunos.ifsuldeminas.edu.br

²Aluno, IFSULDEMINAS – Campus Pouso Alegre. E-mail: yasmim.pereira@alunos.ifsuldeminas.edu.br

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

⁴Orientador, IFSULDEMINAS – Campus Pouso Alegre. E-mail: elgte.paula@ifsuldeminas.edu.br

Segundo Olivier e Vichot (2014), a técnica mais simples é o emprego fenolftaleína, a qual apresenta o ponto de viragem representativo de um valor de pH da ordem de 9,5. Como será mostrado no presente estudo, a principal diferença entre a fenolftaleína e o indicador de repolho roxo é que ele não possui ponto de viragem, permitindo a observação de diferentes níveis de pH. Portanto, este trabalho buscou estudar a viabilidade do uso do indicador de repolho roxo como uma solução eficiente e de fácil acesso para a identificação da frente de carbonatação de concretos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Bolina, Tutikian e Helene (2019) apresentam como a aspersão de fenolftaleína é utilizada para a definição da profundidade de carbonatação do concreto. Primeiramente é necessária a remoção de uma camada do concreto. Ao ser esborrifada no meio básico, a solução apresenta coloração vermelho-carmim e, se aplicada em meio ácido, permanece incolor. Segundo Olivier e Vichot (2014), para esse indicador colorimétrico em função do pH a zona vermelho carmim representa um concreto não carbonatado onde não ocorreu a viragem da fenolftaleína, portanto $\text{pH} > 9,5$, enquanto a zona incolor representa o concreto carbonatado, pois não houve indicação de cor.

O método colorimétrico também pode ser realizado a partir de indicadores naturais. Para Terci e Rossi (2002), os primeiros indicadores de pH naturais foram obtidos por volta do século XVII, quando Robert Boyle percebeu mudanças de cor num licor de pétalas de violeta, o qual em soluções básicas era verde, mas com algumas gotas de ácido acético, passava a ser vermelho. Esses compostos químicos do licor foram denominados antocianinas. “Entre as fontes de antocianinas, o repolho roxo se destaca não apenas pela alta concentração de substrato ou pela coloração intensa, mas principalmente pela estabilidade química do corante.” (CARVALHO et al., 2019).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo do indicador de pH para avaliação da carbonatação foi realizado em três corpos de prova (10x20cm), produzidos a cerca de cinco anos e rompidos minutos antes, simulando um ensaio destrutivo. Parte da proposta foi avaliar a composição do extrato que mais favorece sua absorção na superfície do concreto. Para isso, preparou-se o indicador com diferentes solventes: água, álcool etílico 99% e acetona 99,5%. Para esse procedimento foram utilizados os solventes citados, repolho roxo, funil, filtro de papel, béquer e liquidificador. Confeccionou-se o extrato, batendo uma folha de repolho com 75 ml de solvente. O primeiro solvente analisado foi a água. Com o auxílio de um béquer e um funil, filtrou-se a solução com um filtro de papel e posteriormente, aplicou-se o extrato no corpo de prova, com uma pipeta. Repetiu-se o processo para os outros dois solventes. Para fins

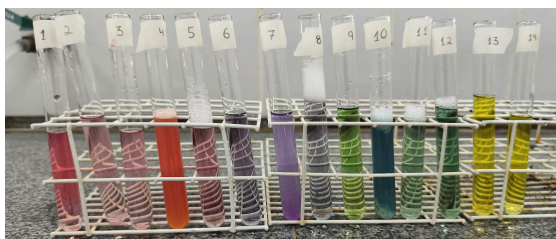
comparativos também aplicou-se a solução de fenolftaleína em um corpo de prova (Figura 2-A).

Posteriormente, para avaliar a funcionalidade do extrato como indicador de pH, foram preparadas quatorze soluções tamponadas a partir de ácido clorídrico, vinagre, limão, detergente, limpador multiuso e hidróxido de sódio, com pH variando de 1 a 14, verificado com auxílio de papel indicador de pH 0-14. Em seguida, a cada solução, adicionou-se cinco gotas do extrato do repolho roxo preparado em álcool etílico. Após a agitação das soluções, obteve-se a escala colorimétrica do potencial hidrogeniônico do extrato de repolho roxo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com 75 ml de solvente, rapidamente obteve-se entre 20 e 25 ml de extrato, quantidade suficiente para um ensaio e a outra parte ficou retida no filtro com os resíduos. A partir do extrato, elaborou-se a escala com diferentes soluções de pH, conforme a Figura 1.

Figura 1: Escala de pH utilizando repolho roxo como indicador.



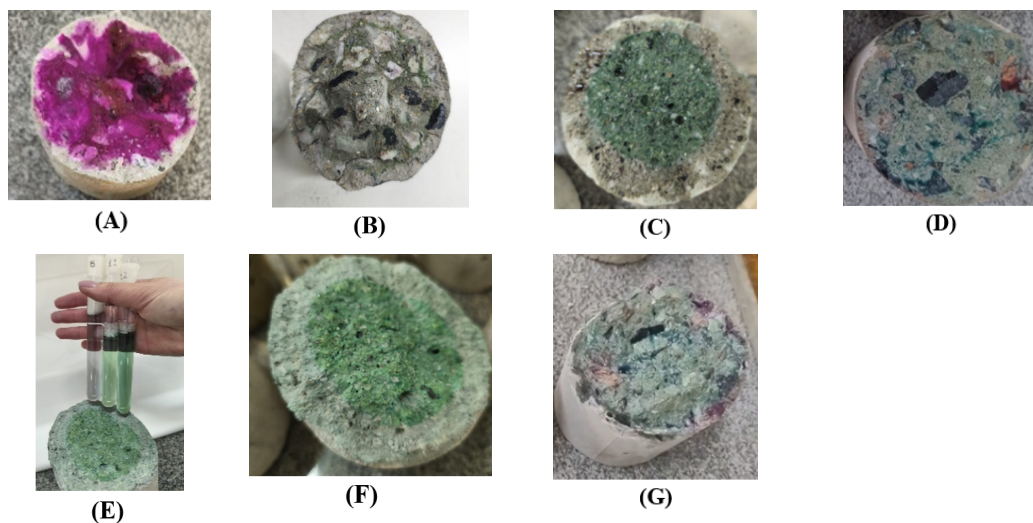
Fonte: Produção própria.

De maneira geral, a escala está de acordo com Silva et. al. (2019), apresentando tons de vermelho para as soluções ácidas (pH de 1 a 6), roxos para as neutras (pH de 7 a 8), tons de verde para as básicas (pH de 9 a 12) e cor amarela para as altamente alcalinas (pH 13 e 14). Alguns desvios, como nos tubo 4 e 9, são creditados à própria cor do limão e a alguma imprecisão. Em posse da escala, avaliou-se a absorção e a coloração do extrato no concreto (Figura 2-E).

No primeiro teste, o indicador preparado em água, desempenhou sua função, mas não foi bem absorvido, com isso, a região carbonatada não ficou evidente (Figura 2-B). O segundo ensaio, com álcool etílico, proporcionou uma absorção rápida e uma completa visualização da frente de carbonatação, tão notória quanto a proporcionada pela solução de fenolftaleína (Figura 2-A). O extrato foi aplicado em dois corpos de prova. No primeiro (Figura 2-C), observou-se um núcleo verde, com coloração semelhante à do tubo com solução de pH 12, evidenciando o concreto são, em consonância com Bolina, Tutikian e Helene (2019). Ademais, foi possível visualizar uma profundidade de 1 cm de coloração semelhante à do tubo com solução de pH 8, indicando a frente de carbonatação, com pH mais neutro. Em contrapartida, no segundo corpo de prova, toda a superfície tornou-se verde, evidenciando ausência de carbonatação (Figura 2-D). Por fim, o terceiro teste, utilizando a acetona (Figura 2-F e 2-G), apresentou resultados idênticos ao anterior: excelente

absorção e delimitação da região carbonatada. Como desvantagem, observou-se que a acetona é ainda mais volátil do que o álcool, exigindo mais agilidade na obtenção do extrato.

Figura 2: Teste dos indicadores nos corpos de prova.



Fonte: Produção própria.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se com este estudo a viabilidade da utilização do repolho roxo como indicador do pH do concreto para identificação da frente de carbonatação. A análise comprovou a excelente absorção dos extratos preparados em álcool etílico e em acetona, bem como validou sua eficiência em indicar, tanto o pH básico da região de concreto não carbonatado, a qual toma colorações verdes, quanto o neutro da região carbonatada, a qual permanece mais clara. Portanto, este indicador é uma alternativa ao uso da fenolftaleína, com fácil obtenção e desempenho satisfatório.

REFERÊNCIAS

- BOLINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. R. L. **Patologia de estruturas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.
- CARVALHO, V. V. L.; GONÇALVES, J. O.; SILVA, A.; CADAVAL JR, T. R.; PINTO, L. A. A.; LOPES, T. J. **Separation of anthocyanins extracted from red cabbage by adsorption onto chitosan films**. International Journal of Biological Macromolecules, v. 131, p. 905-911, 2019.
- OLIVIER, J. P.; VICHOT, A. **Durabilidade do Concreto: bases científicas para a formulação de concretos duráveis de acordo com o ambiente**. São Paulo: Ibracon, 2014. 606 p.
- SILVA, J. D. *et al.* **Estudo da eficácia do extrato de repolho roxo como indicador ácido-base**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 7, p. 1-4, 2009.
- TERCI, D. B. L.; ROSSI, A. V. **Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução?**. Quím. Nova. 2002, vol.25, n.4, pp.684-688. DOI: 10.1590/S0100- 40422002000400026.