

ANÁLISE DA CORROSÃO DO CONCRETO PROTEGIDO COM TINTA ACRÍLICA ¹

Joana D. Silva ²
Carmen C. Ribeiro ³
G. Cristina Godoy ⁴
J. K. Morais ⁵

Resumo

Este trabalho tem como objetivo verificar a influência da deposição de uma tinta acrílica na superfície de um concreto como proteção contra a corrosão, em meio ácido, através de uma análise de absorção e de abordagem topográfica. Foi verificado também, a influência de um complemento de proteção, selador como base para a tinta acrílica, a fim de aumentar a durabilidade do concreto. O concreto avaliado foi produzido com uma resistência à compressão de 30 MPa, protegido com tinta acrílica e atacado durante 7 dias, em meio agressivo ácido (H₂SO₄ a 2,5%). O desempenho da tinta acrílica na resistência à corrosão, foi avaliado por ensaios de absorção do concreto por imersão, imersão após fervura, índices de vazios e através da produção de imagens 3D geradas por perfilometria. Os ensaios de absorção confirmam que a aplicação da tinta acrílica diminui a penetração de água, aumentando a durabilidade do concreto. A análise perfilométrica, feita a partir de parâmetros de amplitude do perfil de ondulação com filtro de 0,25mm e de histogramas obtidos pela inversão destes perfis, permite verificar que a variação dos parâmetros de amplitude foi maior para o concreto sem proteção, seguida do concreto com tinta acrílica e concreto com selador e tinta acrílica, demonstrando a eficiência destas camadas protetoras na minimização da corrosão do concreto. Os histogramas corroboram esta análise.

Palavras-chave: Durabilidade do concreto; Perfilometria; Superfície protetora.

ANALYSIS OF CORROSION OF CONCRETE PROTECTED WITH ACRYLIC INK

Abstracts

This work has as objective to verify the influence of the application of acrylic ink in the surface of a concrete as a protection against corrosion, in acid environment, through absorption analysis and topographical approach. It was also verified, the influence of a protecting complement, sealer as base for the acrylic ink, in order to increase the durability of concrete. The appraised concrete was produced with a resistance to compression of 30MPa, protected with acrylic ink and attacked for 7 days, in acid aggressive environment (H₂SO₄ to 2,5%). The performance of acrylic ink in the resistance to corrosion was evaluated by tests of absorption of concrete by immersion, immersion after ebullition, indexes of emptiness and through the production of 3D images, generated by profilemetry. The absorption tests confirm that the application of acrylic ink reduces water penetration, increasing the durability of concrete. The profilemetric analysis, which was done starting from parameters of amplitude of the undulation profile with 0,25mm filter and from histograms obtained by the inversion of these profiles, allows to verify that the variation of the amplitude parameters were larger for concrete without protection, followed by concrete with acrylic ink and concrete with sealer and acrylic ink, demonstrating the efficiency of these protecting layers to minimize the corrosion of concrete. The histograms corroborate this analysis.

Key words: Concrete durability; Profilemetry; Surface coating.

¹ *Contribuição técnica apresentada na 61º Congresso Anual da ABM, de 24 a 27 de julho de 2006, Rio de Janeiro – RJ*

² *Eng^a Civil, Prof^a PUC.MG, doutoranda do CPGEM;*

³ *Eng^a Civil, Prof^a UFMG, Doutora pela École Nationale des Ponts et Chaussées;*

⁴ *Física, Prof^a UFMG, Doutora pela UFMG;*

⁵ *Eng^a Química, mestre pela UFMG, Doutoranda CPGEM.*

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo verificar a influência da deposição de uma tinta acrílica na superfície de um concreto submetido à degradação, em meio ácido, através de uma análise de absorção e de uma abordagem topográfica. Foi verificada também, a influência de um complemento de proteção, selador, como base para a tinta acrílica, a fim de aumentar a durabilidade do concreto.

A durabilidade do concreto é um parâmetro fundamental para garantir que o material resista às condições para o qual foi projetado, sem deterioração, por muitos anos. Os problemas que afetam a durabilidade podem ser decorrentes de causas internas inerentes ao próprio concreto, ou do ambiente em que está inserido, sendo que o concreto, mesmo de excelente qualidade, fica com a sua durabilidade comprometida em ambientes muito agressivos.

O concreto de qualidade é aquele que tem uma resistência à compressão compatível com os esforços a que será submetido e que apresenta baixa permeabilidade. Estas características podem ser obtidas por um alto consumo de cimento e/ou uma baixa relação água-cimento, trabalhabilidade requerida, assim como operações adequadas em relação à mistura, ao lançamento, ao adensamento e à cura do concreto.

O concreto pode ter sua durabilidade comprometida quando submetido a meios agressivos, sendo que a amplitude dos danos ao concreto é diretamente proporcional à sua qualidade. Inúmeros resultados de pesquisas demonstram que o concreto, mesmo de alta qualidade, quando submetido a ataques importantes, tem sua textura atingida, demandando uma proteção adicional. Este estudo analisa o desempenho de uma camada protetora acrílica, visando à minimização da corrosão do concreto ao ser submetido a um meio ácido.

METODOLOGIA

O concreto foi produzido com um consumo de cimento de 370 Kg/m^3 , fator água-cimento de 0,45 e aditivo superplastificante, visando a obtenção de uma resistência à compressão de 30MPa. A resistência foi avaliada em corpos de prova cilíndricos de dimensões 10x20 cm, curados em câmara úmida durante 28 dias.

A impermeabilidade do concreto foi estudada através de ensaio de absorção, por imersão em água à temperatura de 23°C , absorção após fervura e pelo cálculo do índice de vazios, relação entre os volumes de poros permeáveis e o volume total.

A corrosão do concreto em contato com meio agressivo, foi avaliada através de um ataque por imersão em solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 2,5%, durante 7 dias. Este ensaio permite comparar uma ação intensa num prazo pequeno com os efeitos decorrentes de meios agressivos a longo prazo.

A técnica de perfilometria em 3D foi utilizada na avaliação da textura superficial do concreto. Foram feitas varreduras nos topos dos corpos de prova, gerando imagens topográficas. A partir destas imagens foram obtidos os perfis de ondulação e histogramas de densidade de picos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resistência à Compressão do Concreto: Evolução das Tensões de Ruptura

Tabela 1. Resultados da resistência à compressão

CP nº	Idade (dias)	Carga (kg)	Tensão média (MPa)
1	1	5.500	7,0
2	3	15.220	19,4
3	7	20.800	26,5
4	21	24.100	30,7
5	28	30.700	39,1

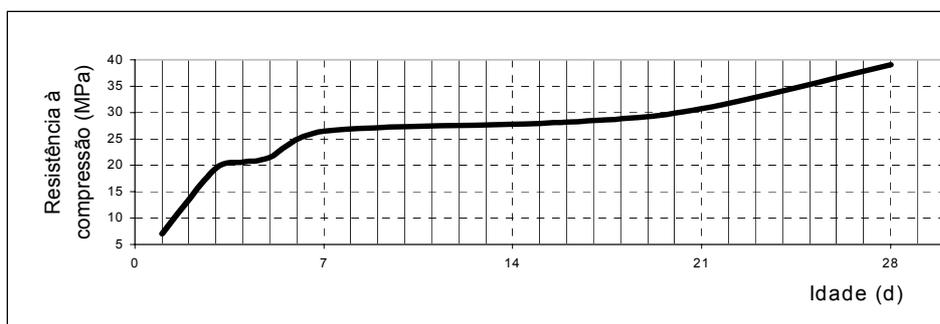


Figura 1. Evolução da resistência do concreto em função das idades de ruptura.

Os ensaios realizados permitem verificar que a resistência à compressão atingida foi maior do que a projetada inicialmente de 30MPa.

Absorção de Água por Imersão

Tabela 2. Ensaio de absorção de água em corpos de prova

Concreto	Absorção após imersão (%)	Absorção após fervura (%)	Índices de vazios (%)	Massa específica (kg/m ³)
Sem proteção	4,54	4,65	9,52	2.318
Proteção acrílica	3,95	4,78	9,03	2.513
Selador e Proteção acrílica	3,77	5,14	8,39	2.432

Os resultados de absorção por imersão em água, abaixo de 10%, permitem situar o concreto em estudo como de baixa absorção, uma característica primordial para um concreto de qualidade, sendo que o concreto sem proteção teve uma absorção de 4,5% e os concretos protegidos apresentaram uma absorção da ordem de 4,0%. A vulnerabilidade do concreto, que pode ser avaliada, também, através do índice de vazios, apresentou os seguintes valores: concreto sem proteção 9,5% e concreto com proteção da ordem de 9%.

Perfilometria em 3D - Imagens Topográficas das Texturas Superficiais do Concreto

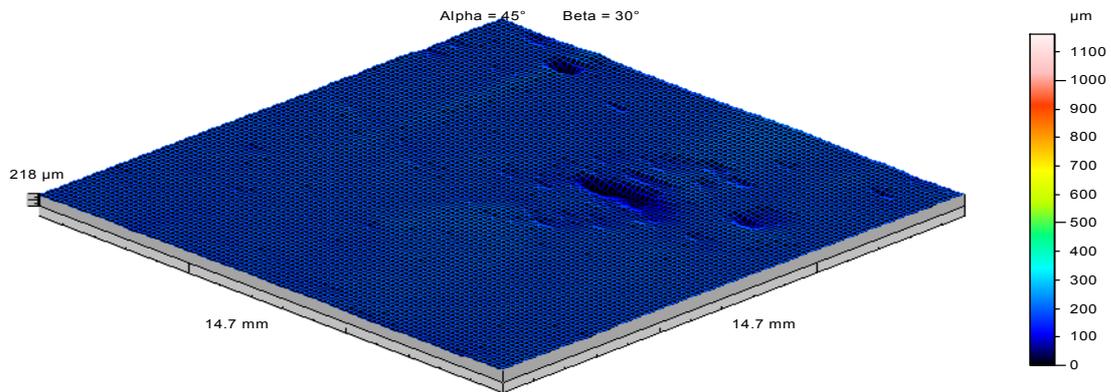


Figura 2. Perfil de ondulação do concreto sem proteção antes do ataque

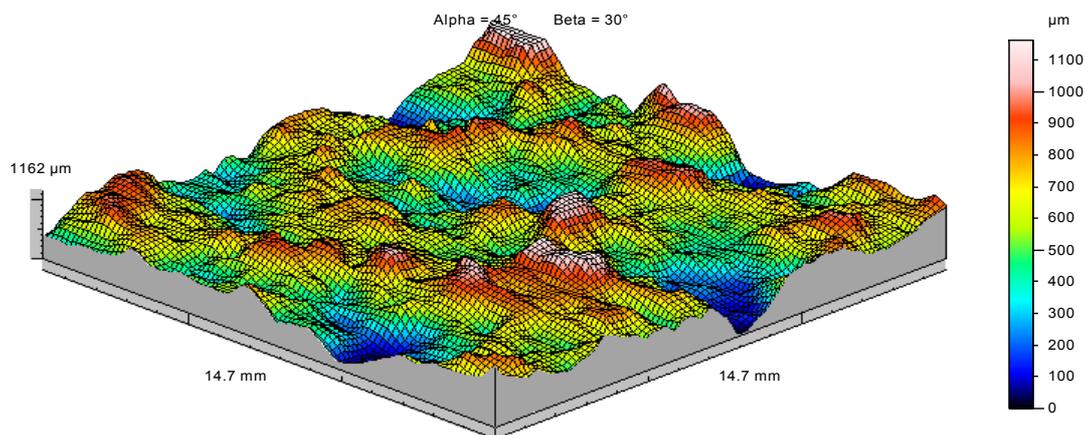


Figura 3. Perfil de ondulação do concreto sem proteção depois do ataque

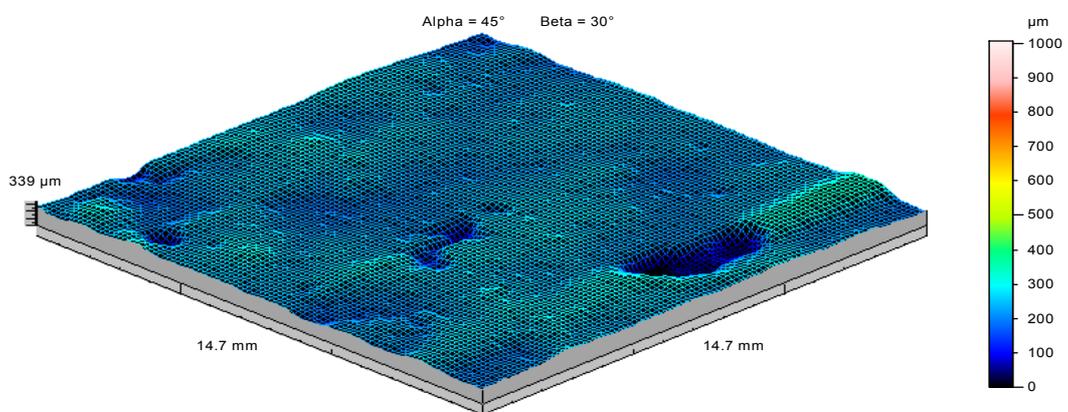


Figura 4. Perfil de ondulação do concreto com proteção de tinta acrílica antes do ataque

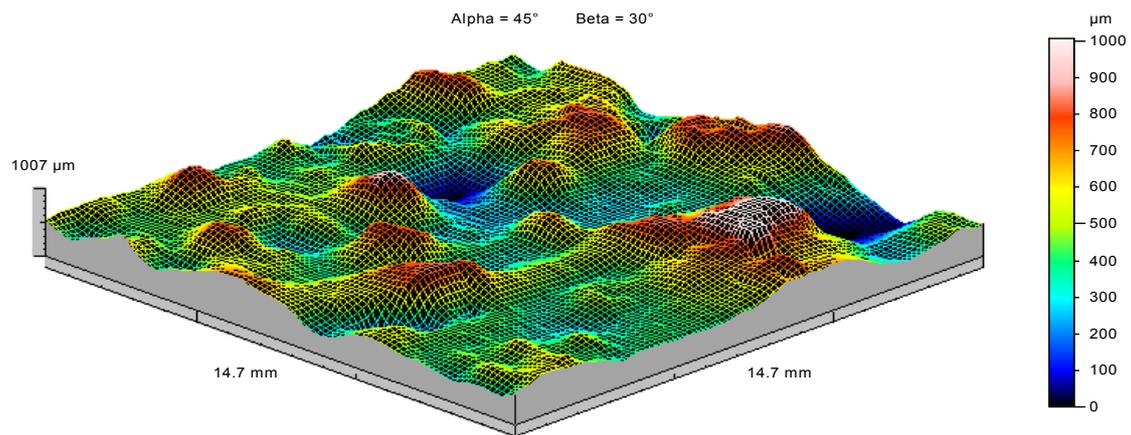


Figura 5. Perfil de ondulação do concreto com proteção de tinta acrílica após ataque

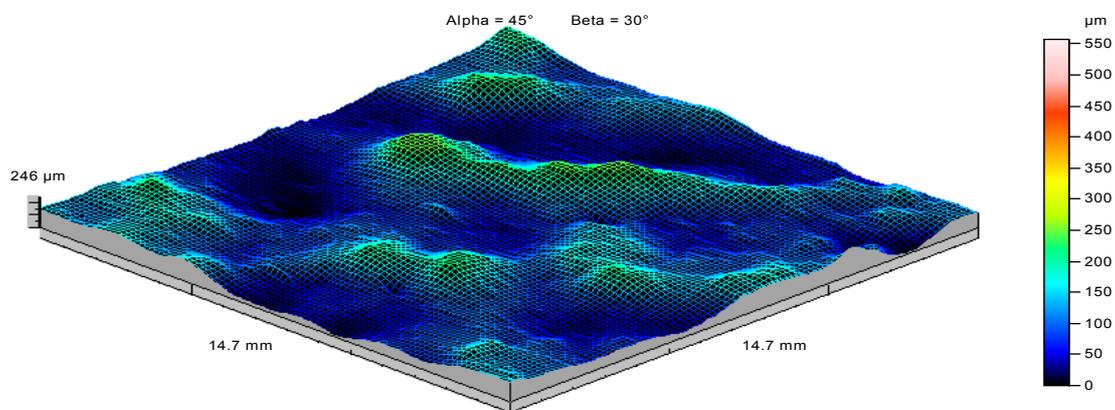


Figura 6. Perfil de ondulação do concreto com proteção de selador e tinta acrílica antes do ataque

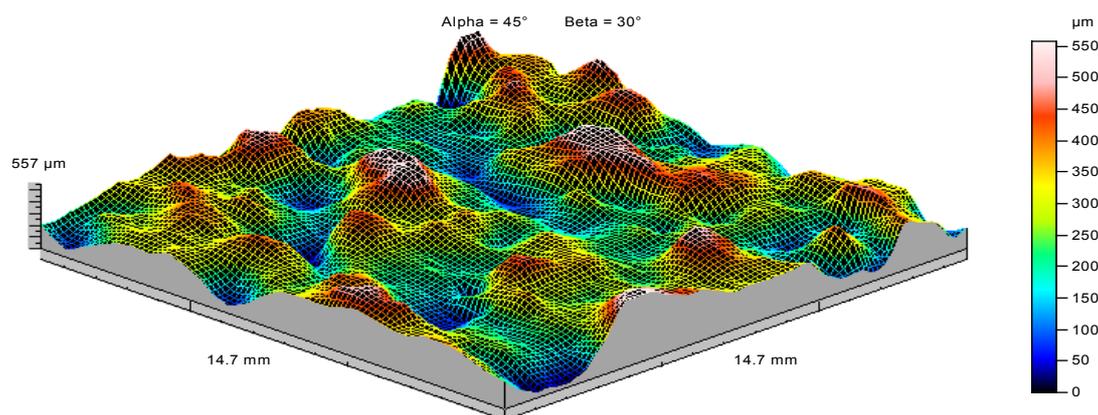


Figura 7. Perfil de ondulação do concreto com proteção de selador e tinta acrílica após ataque

Perfilometria - Parâmetros Correspondentes às Texturas Superficiais do Concreto

Tabela 3. Parâmetro do perfil de ondulação do concreto sem proteção

Parâmetro ondulação	Concreto antes do ataque	Concreto após ataque	Delta = $\frac{ Inicial - Final }{Inicial} \times 100$
Sa (μm)	7,26	154	2.021
Sq (μm)	15,0	197	1.213
Sp (μm)	29,6	547	1.748
Sv (μm)	188	615	227
St (μm)	218	1162	433
Sz (μm)	139	952	585

Tabela 4. Parâmetro do perfil de ondulação do concreto com proteção de tinta acrílica

Parâmetro Ondulação F:0,25mm	Concreto com proteção antes do ataque	Concreto com proteção após ataque (7d)	Delta = $\frac{ Inicial - Final }{Inicial} \times 100$
Sa (μm)	24,2	125	417
Sq (μm)	37,6	163	334
Sp (μm)	96	529	451
Sv (μm)	243	479	97
St (μm)	339	1007	197
Sz (μm)	228	792	247

Tabela 5. Parâmetro do perfil de ondulação do concreto com proteção de selador e tinta acrílica

Parâmetro ondulação	Concreto com proteção antes do ataque	Concreto com proteção após ataque (7d)	Delta = $\frac{ Inicial - Final }{Inicial} \times 100$
Sa (μm)	39,3	80,6	105
Sq (μm)	48,2	101	110
Sp (μm)	142	283	99
Sv (μm)	104	274	163
St (μm)	246	557	126
Sz (μm)	210	477	127

A avaliação da corrosão foi feita através da técnica de perfilometria em 3D, a partir de parâmetros de amplitude do perfil de ondulação, com filtro de 0,25mm. A deterioração do concreto foi verificada através das imagens e dos parâmetros de amplitude Sa, Sq, Sp, Sv, St e Sz, sendo possível constatar a influência benéfica da proteção, uma vez que, no concreto sem proteção, as variações dos parâmetros foram mais acentuadas que nos concretos com camada protetora acrílica.

Histogramas de Densidade do Perfil de Ondulação Invertido

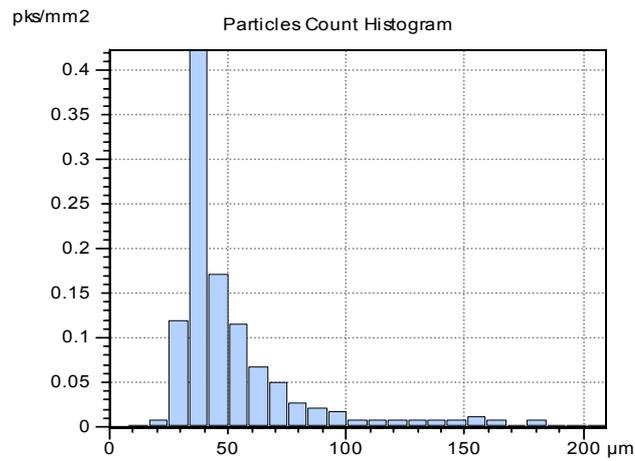


Figura 8. Histograma do perfil invertido de ondulação do concreto sem proteção antes do ataque

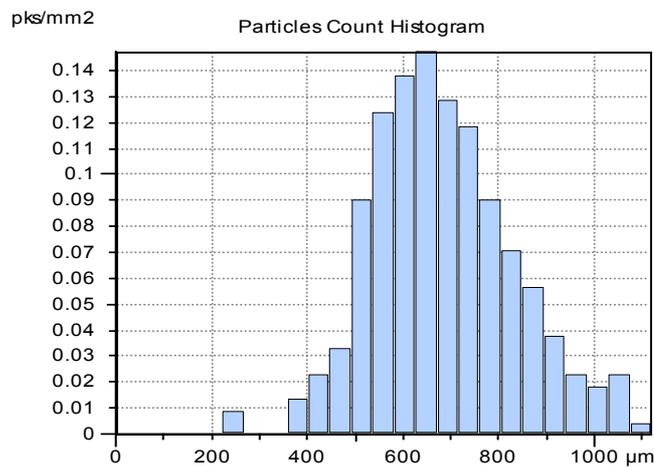


Figura 9. Histograma do perfil invertido de ondulação do concreto sem proteção após o ataque

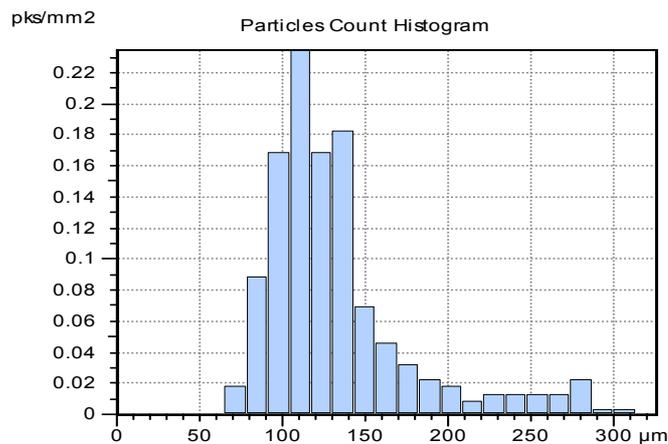


Figura 10. Histograma do perfil invertido de ondulação com proteção tinta acrílica antes do ataque

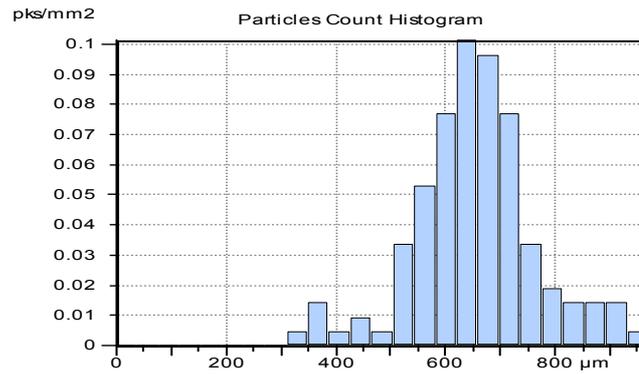


Figura 11. Histograma do perfil invertido de ondulação com proteção tinta acrílica após o ataque.

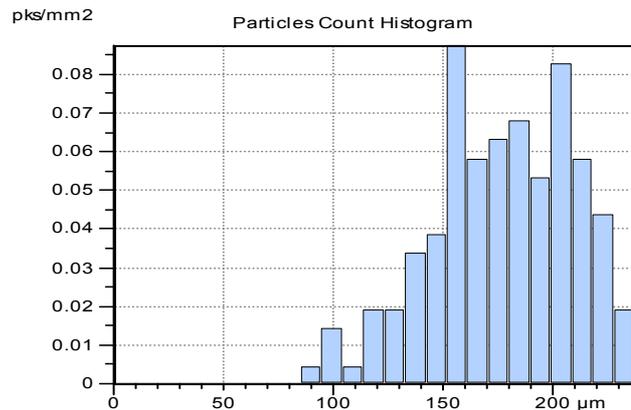


Figura 12. Histograma do perfil invertido de ondulação com proteção de selador e tinta acrílica antes do ataque

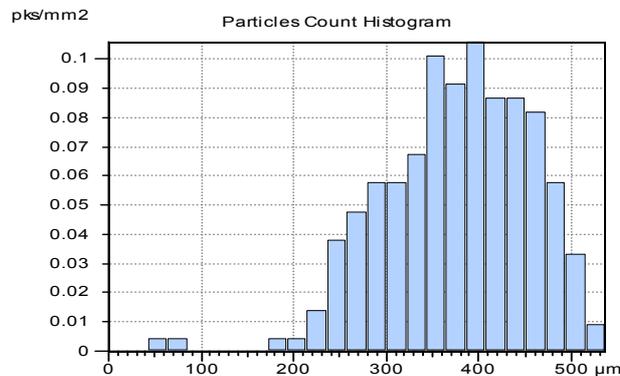


Figura 13. Histograma do perfil invertido de ondulação com proteção de selador e tinta acrílica após o ataque

Uma nova interpretação da degradação do concreto foi feita a partir da utilização de um recurso do software, o qual mede a densidade de vales nos perfis de ondulação, através da inversão dos perfis originais. Com este recurso, os vales passam a ser representados por picos. Os histogramas apresentados nas Figura de 8 a 13 mostram uma variação de concentração de vales maior para o concreto sem proteção, seguida pelo concreto com proteção acrílica e finalmente pelo concreto com selador e proteção acrílica, demonstrando, mais uma vez, que os histogramas permitem avaliar a degradação do concreto submetido a ataques.

CONCLUSÕES

O concreto produzido apresentou resistência à compressão maior do que a inicialmente projetada, demonstrando uma eficiência tanto no que se refere à dosagem estabelecida, quanto das operações de produção e cura, atendendo plenamente às condições requeridas para um concreto durável.

A manutenção da durabilidade, que tem como uma de suas premissas a impermeabilidade do concreto, foi trabalhada através da proposição de uma baixa permeabilidade, a qual foi comprovada pelos ensaios de absorção por imersão e de índices de vazios.

A análise perfilométrica, feita a partir de parâmetros de amplitude do perfil de ondulação e de histogramas obtidos pela inversão destes perfis, permite verificar que a variação dos valores obtidos, apresentada anteriormente, foi maior para o concreto sem proteção, seguida do concreto com tinta acrílica e concreto com selador e tinta acrílica, demonstrando a eficiência de camadas protetoras e ainda de uma minimização da corrosão do concreto, ao se propor um complemento de proteção.

A pesquisa realizada permite demonstrar que a perfilometria é uma ferramenta precisa e eficiente nos estudos de camadas protetoras, podendo contribuir significativamente em pesquisas sobre a durabilidade do concreto.

BIBLIOGRAFIA

- 1 AITCIN, P.C. The durability characteristics of high performance concrete: a review, **Cement & Concrete Composites** 25, P. 409-420, 2003.
- 2 ALMUSALLAM, A.A.; KHAN, F.M.; DULAIJAN, S.U.; B.AL-AMOUDI, O.S. Effectiveness of surface coatings in improving concrete durability. **Cement & Concrete Composites** 25, p.473-481, 2003.
- 3 AMARAL, E. M. F. Concreto de alta resistência, **Revista ABRACON**, ano II, nº4, p. 40-49, 1992.
- 4 MEHTA, P.K. **Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais**. São Paulo: Editora Pini Ltda, 1994.
- 5 MUMMERY, L. **Surface texture analysis, The Hand Book**. West Germany: Hommelwerke GmbH, 1992.
- 6 NBR 6118. **Projeto de estruturas de concreto: procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- 7 NEVILLE, A. **Propriedades do Concreto**. São Paulo: ditora Pini Ltda, 1982.
- 8 RIBEIRO, C. C.; SILVA, J.D.; STARLING, T. **Materiais de Construção Civil**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.
- 9 PINTO, J. D.S.; RIBEIRO, C.C.; GODOY, G.C.; KIZZI, J.M. Abordagem topográfica de superfícies protetoras na durabilidade do concreto, **60º Congresso Anual da ABM**. Julho de 2005. Belo Horizonte.
- 10 VEDACIT, Impermeabilizantes. Manual técnico: Recuperação de estruturas. 2003.