



IDENTIFICAÇÃO DE VAZIOS DE CONCRETAGEM UTILIZANDO ENSAIOS DE ULTRASSOM

Ramon Ribeiro da Silva; Gisleiva Cristina S. Ferreira; Marinara Andrade do Nascimento Moura

1. Introdução

A baixa trabalhabilidade do concreto, juntamente aos elementos estruturais de concreto armado, dimensionados com armadura densa, podem provocar a segregação dos materiais constituintes do concreto, tornando a mistura não homogênea (NAVARRETE e LOPES, 2017).

A identificação de regiões não homogêneas, chamadas de vazios de concretagem, quando não visualizados na superfície dos elementos estruturais, pode ser realizada através de ensaios não destrutivos, por exemplo, os ensaios de ultrassom. O uso deste ensaio tem apresentado excelentes resultados em relação à determinação da não homogeneidade no interior do concreto (RAMÍREZ, 2015; PERLIN, 2015; PERLIN e PINTO, 2013). Entretanto, ainda há necessidade de estudos sobre os aspectos metodológicos deste ensaio para cada situação de inspeção. Esses aspectos podem estar relacionados ao método de ensaio (tipo de transmissão do pulso ultrassônico) ou ao material (resistência mecânica do concreto).

O ensaio de ultrassom no concreto é prescrito pela norma brasileira NBR 8802 (ABNT, 2019), a qual determina a velocidade do pulso ultrassônico (VPU).

2. Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é identificar a presença de vazios de concretagem em corpos de provas de concreto, utilizando ensaios de ultrassom.

3. Materiais e Métodos

Para a pesquisa foi utilizado um concreto com resistência à compressão média de 30 MPa para a moldagem de corpos de prova prismáticos (15x15x55cm). Para simular a existência de vazios de concretagem, utilizou-se pedaços de tubos de PVC, inseridos nas formas durante a concretagem dos prismas.

Foram moldados 6 corpos de prova prismáticos (Tabela 1), três destes receberam tubos de PVC para representar os vazios de concretagem. A transmissão direta foi aplicada na seção transversal (A-B) e na seção longitudinal (C-D) dos prismas, conforme Figura 1-a. A transmissão indireta foi realizada nas faces A, B e E, ambas as medições foram realizadas com os transdutores planos (Pundit - Proceq, Suíça) em uma malha com 3 linhas e espaçadas como visto na figura 1.b.

Tabela 1. Identificação e características dos corpos de prova prismáticos.

Sigla dos prismas	Descrição	Dimensão (cm)
CP - 1	Sem defeito (referência)	15 x 15 x 55
CP - 2	Sem defeito (referência)	15 x 15 x 55
CP - 3	Sem defeito (referência)	15 x 15 x 55
CP - 4	Tubos grandes	15 x 15 x 55
CP - 5	Tubos pequenos	15 x 15 x 55
CP - 6	Tubos pequenos	15 x 15 x 55

Fonte: Autoria própria

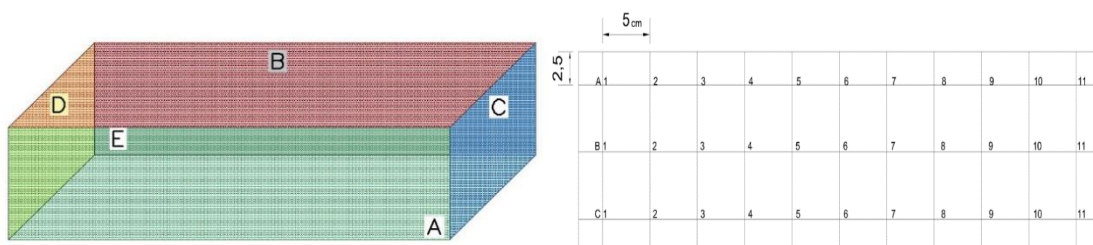


Figura 1.a Identificação das faces dos prismas Figura 1.b Malha 1, utilizada para as leituras da VPU nos prismas.

Além dos corpos de prova prismáticos, foram moldados 6 corpos de prova cilíndricos:

- (10cm x 20cm) com a inserção de dois tubos de PVC com diâmetro e comprimento de 25mm e 50mm, respectivamente.
- (15cm x 30cm) com um tubo de PVC de 50 mm de diâmetro e 150 mm de comprimento.

O ensaio foi realizado através da transmissão direta com transdutores exponenciais (USLab - Agricef Brasil).

Resultados e Discussões

Os gráficos 1a e 1b apresentam os resultados para transmissão direta do pulso ultrassônico, obtidos para os prismas.

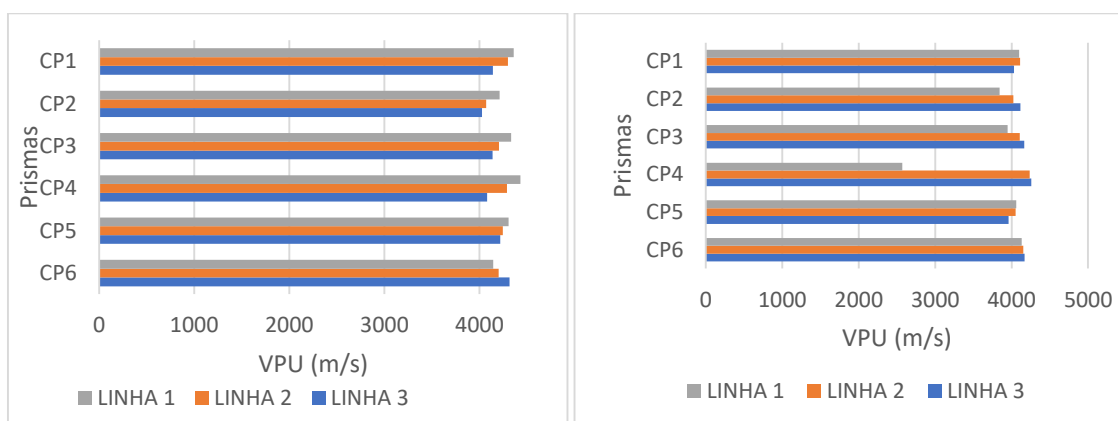


Gráfico 1. Médias da VPU em corpos de prova prismáticos, através da transmissão direta. A) Medida Transversal- Faces A-E. b) Medida Longitudinal - Faces C-D

A análise dos resultados indicou que a transmissão longitudinal do pulso ultrassônico pelo concreto conseguiu identificar os vazios de concretagem existentes no prisma 4 (tubos de PVC grandes), através da variação significativa da VPU. A linha 1 do prisma 4 apresentou VPU de 4430 m/s, ou seja, 340 m/s maior do que a VPU da linha 3. Portanto, o tubo de PVC ficou localizado mais próximo à borda inferior do prisma 4. Já os prismas 5 e 6 (ambos com tubos pequenos de PVC), não apresentaram variações significativas da VPU. Portanto, a análise geral dos resultados de VPU, obtidos pela transmissão direta e na direção longitudinal dos prismas, indica que as dimensões dos tubos de PVC, inseridos no concreto para simular vazios de concretagem, inferiu alterações significativas na VPU.

Já para os corpos de prova cilíndricos, devido ao formato, foram obtidas apenas medidas pelo método de transmissão direta. Os resultados para os cilindros 10cm x 20cm e 15cm x 30cm estão apresentados nos gráficos 4 e 5, respectivamente.

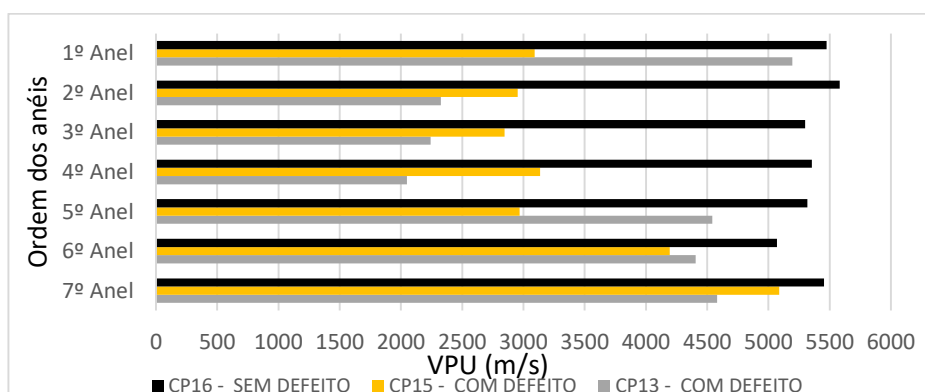


Gráfico 4 – Médias da VPU em corpos de prova cilíndricos (10x20cm)

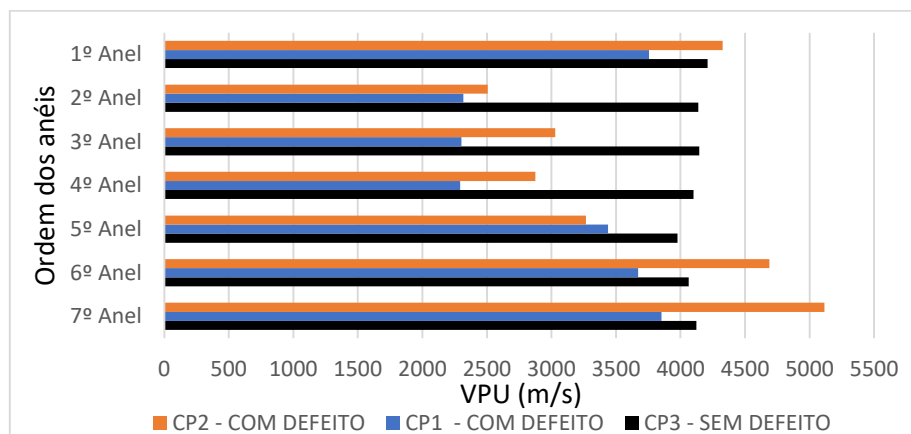


Gráfico 5 - Médias da VPU em corpos de provas cilíndricos (15x30cm)

Conforme o Gráfico 4, foi possível identificar a presença de vazios nos corpos de provas CP13 e CP15 nos anéis 2, 3 e 4, em virtude disso, pode-se confirmar que o ensaio de ultrassom conseguiu identificar o posicionamento dos tubos de PVC. Além disso, deve-se destacar que os valores médios de VPU no CP15, especificamente nos anéis 6 e 7, foram maiores do que no anel 1 por conta da tensão provocada pelo próprio peso do concreto.

Pelo Gráfico 5 percebe-se um comportamento semelhante aos corpos de prova cilíndricos (10cm x 20cm), a diferença significativa de VPU nos anéis 1 e 7 pode ser explicada em função do posicionamento dos transdutores exponenciais sobre os grãos de agregado graúdo que ficam expostos na superfície do corpo de prova.

Conclusões

Com os resultados obtidos, conclui-se que o ensaio de ultrassom é eficaz para a identificação de vazios de concretagem, onde foi constatado mudanças de velocidades nos corpos de prova que continham defeitos.

No sentido longitudinal do prisma 4 foi possível identificar o vazio de concretagem, por outro lado, os resultados não foram significativos para malha utilizada nos prismas 5 e 6 nos dois sentidos de medição (transversal e longitudinal).

Nos corpos de provas cilíndricos (10x20cm), os resultados de VPU representaram uma redução de VPU significativa nos anéis 2, 3 e 4 (corpos de prova com defeito) o que significa que há uma descontinuidade (vazio) naquela região. Nos corpos de prova

cilíndricos (15x30cm) os valores de VPU também foram menores para os corpos de prova com defeitos, confirmando a não homogeneidade do concreto naquela região.

Referências Bibliográficas

_____. *NBR 8802 - Concreto Endurecido – Determinação da Velocidade de propagação da onda ultrassônica*. Rio de Janeiro, 2019.

NAVARRETE, Ivan; LOPEZ, Mauricio. **Understanding the relationship between the segregation of concrete and coarse aggregate density and size**. *Construction and Building Materials*, v. 149, p. 741-748, 2017.

RAMÍREZ, F. C. **Deteção de danos em estruturas de concreto por meio de tomografia ultrassônica**. 2015. Dissertação (Mestrado em Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

PERLIN, L. P. **Tomografia ultrassônica em concreto e madeira: desenvolvimento de ferramenta computacional**. 2015. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2015.

PERLIN, L. P.; PINTO, R. C. A.. **Tomografia ultrassônica em concreto**. *Rev. IBRACON Estrut. Mater.*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 246-269, Apr.2013.