

AValiação DE UMA OBRA DE ARTE ESPECIAL UTILIZANDO ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS

JÉSSICA PETER REICHOW¹; JORGE RODRIGUES²

¹Universidade Federal de Pelotas – jessicapeter22@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – jorger@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

No presente trabalho apresentam-se os ensaios e análises que constituíram um trabalho de conclusão de curso (REICHOW, 2024), desenvolvido no âmbito da linha de pesquisa “Avaliação e Monitoração da Condição Estrutural das Obras de Engenharia Civil”, do grupo de pesquisa “Inovação em Estruturas e Materiais para um Ambiente Construído Sustentável”, promovido no Centro de Engenharias da UFPel.

As pontes são também designadas por obras de arte especiais (OAE's) devido à necessidade de mão de obra especializada na sua construção, à atenção durante as etapas construtivas e à manutenção especializada periódica. No entanto, na maioria das vezes, os devidos cuidados não são tomados, sendo frequente a existência de situações de deterioração deste tipo de obras de engenharia civil (VASCONCELOS, 2018).

Assim como em outras estruturas, nas OAE's surgem problemas devido aos mecanismos que degradam o concreto com o passar do tempo, provocando alterações nas suas propriedades e consequentemente no desempenho da estrutura. É por causa dessa degradação que é importante ter o devido cuidado com os aspectos relacionados com a durabilidade dessas estruturas na fase de projeto e execução. A falta deste cuidado, pode fazer com que as estruturas deixem de apresentar as condições de segurança que devem ter durante a sua vida útil.

Entre os problemas mais recorrentes em pontes, estão as fissuras, corrosão das armaduras, e a degradação interna, sendo necessário inspecionar essas estruturas com regularidade, a fim de detectar os problemas em sua fase inicial, corrigi-los e deter a sua evolução.

A corrosão das armaduras é uma das manifestações patológicas mais frequentes em estruturas de concreto armado e protendido. As pontes apresentam uma pré-disposição natural à deterioração por meio da corrosão das armaduras, que ocorre por estarem situadas muitas vezes em locais com alto grau de agressividade ambiental e serem obras cujos elementos estruturais estão expostos ao meio ambiente.

A utilização de métodos não destrutivos em pontes desempenha um papel importante na garantia da segurança pública, na preservação das infraestruturas e na gestão eficaz dos recursos. Eles permitem que os problemas sejam identificados precocemente, contribuindo para a segurança, eficiência e durabilidade das pontes e, por consequência, para a sociedade como um todo.

O uso de técnicas não destrutivas para avaliar a qualidade do concreto em obras de arte especiais tem se mostrado cada vez mais importante para garantir a durabilidade e segurança das estruturas. No presente trabalho aplicaram-se duas metodologias comumente utilizadas em obras de engenharia civil para estimar a resistência e a homogeneidade do concreto, o ensaio de esclerometria e os ensaios de ultrassons. A pesquisa foi efetuada em uma ponte, que constituiu o caso de

estudo do trabalho, tendo sido realizadas medições, com os dois tipos de ensaios, em elementos estruturais da obra a que foi possível aceder com segurança, localizados nas suas extremidades.

2. METODOLOGIA

A ponte, que constitui o caso de estudo deste trabalho, está localizada na cidade de Pedro Osório, na região sul do estado do Rio Grande do Sul. Denominada Ponte da Orqueta, esta obra é um acesso direto do município de Pedro Osório à zona rural de um dos municípios limítrofes, Piratini. Na Figura 1 apresenta-se uma vista geral da Ponte da Orqueta.



Figura 1 – Vista geral da Ponte da Orqueta.

A Ponte da Orqueta é utilizada por veículos leves, carroças, bem como por veículos pesados que transportam a produção agrícola da região e madeira. Esse tráfego de veículos pesados motivou o interesse da população que utiliza a ponte em saber a real condição da estrutura, pois havia algum receio em relação à sua capacidade resistente para suportar essas cargas. Assim, foi efetuada uma inspeção visual da obra no âmbito de um trabalho de conclusão de curso (CORREIA, 2018), o qual foi a motivação do presente trabalho onde se pretendeu inspecionar a ponte utilizando ensaios não destrutivos, a fim de procurar estimar, de forma quantitativa, algumas características do concreto da estrutura, o que não é possível fazer apenas com uma inspeção visual.

A Ponte da Orqueta possui 72 m de comprimento total, subdivididos em 4 vãos intermediários com 16 m cada um e 2 vãos com 4 m em balanço nas extremidades. O tabuleiro tem 5,6 m de largura, sendo 3,6 m de pista e 1 m de passeio nos dois lados da pista.

Na ponte referida, foram realizados os seguintes ensaios: determinação da dureza superficial com o ensaio de esclerometria, conforme a NBR 7584 (ABNT, 2012), e medição da velocidade de pulso ultrassônico conforme a NBR 8802 (ABNT, 2019).

Os elementos da ponte ensaiados foram escolhidos considerando a possibilidade de acesso aos mesmos. Em uma visita prévia à obra, constatou-se que o nível da água no rio estava muito alto, em virtude do grande volume de chuva ocorrido em outubro de 2023. Nessa situação, os ensaios foram planejados para serem realizados somente nos elementos de extremidade da ponte.

No dia de realização dos ensaios, o nível do rio se encontrava baixo, no entanto, constatou-se que os elementos de fundação tinham a sua superfície muito desgastada pela água do rio, existindo muitos agregados expostos, pelo que se considerou não se iriam obter resultados com significado se fossem feitos ensaios nesses elementos. Ademais, os elementos nos vãos centrais da ponte não foram

ensaiados devido à dificuldade de acesso aos mesmos, sem o auxílio de equipamentos apropriados que permitissem esse acesso com segurança.

Os elementos da ponte escolhidos para os ensaios foram as vigas longitudinais e transversinas do tabuleiro, e os fustes e travessas dos pilares, localizados nas extremidades da obra. Além disso, na superfície superior da laje do tabuleiro da ponte também foram efetuados ensaios de ultrassons pelo método indireto. Na laje não foi utilizado o esclerômetro, devido à sua superfície superior conter alguns agregados expostos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 apresentam-se as estimativas do valor característico da resistência do concreto à compressão (f_{ck}), baseadas nos índices esclerométricos medidos nos ensaios de esclerometria, indicando-se o intervalo de dispersão dessas estimativas. Na Tabela 1 apresenta-se também a classificação da qualidade do concreto, estimada com base nas velocidades de propagação das ondas ultrassônicas medidas nos ensaios de ultrassons.

Tabela 1 – Características estimadas para o concreto.

	Elemento da estrutura	f_{ck} (MPa)	Qualidade
Tabuleiro EE-P1	Viga longitudinal de jusante	39 ($\pm 6,5$)	Bom
	Viga longitudinal de montante	41 ($\pm 6,5$)	Regular
	Transversina na extremidade esquerda EE	37 ($\pm 6,0$)	Ruim
	Transversina sobre o pilar P1	33 ($\pm 6,0$)	Regular
Pilar P1	Fuste	33 ($\pm 6,0$)	Regular
		35 ($\pm 6,0$)	Regular
	Travessa	31 ($\pm 6,0$)	Regular
Tabuleiro P5-ED	Viga longitudinal de jusante	40 ($\pm 6,5$)	Regular
	Viga longitudinal de montante	40 ($\pm 6,5$)	Regular
	Transversina na extremidade direita ED	36 ($\pm 6,0$)	Regular
	Transversina sobre o pilar P5	38 ($\pm 6,0$)	Regular
Pilar P5	Fuste	46 ($\pm 6,5$)	Regular
		46 ($\pm 6,5$)	Regular
	Travessa	35 ($\pm 6,0$)	Regular

Nos resultados apresentados na Tabela 1, pode-se verificar que a resistência do concreto, estimada com base no ensaio com o esclerômetro, não é totalmente concordante e coerente com a classificação da qualidade do concreto avaliada com base nos ensaios de ultrassons.

Conforme se efetuou neste trabalho, com base no índice esclerométrico é possível estimar a resistência à compressão do concreto, contudo, essa estimativa tem uma incerteza grande. Além disso, o ensaio com o esclerômetro incide mais sobre o concreto superficial, sendo pouco sensível a rachaduras internas, falhas ou heterogeneidades presentes no interior dos elementos estruturais. O método do esclerômetro, por ser um ensaio de resistência superficial, permite analisar a

homogeneidade do concreto, confirmar a presença de um nível mínimo de resistência e orientar a decisão sobre a realização de outros ensaios.

4. CONCLUSÕES

Neste trabalho procurou-se explorar a aplicação combinada do esclerômetro e dos ensaios de ultrassons, na avaliação de uma obra de arte especial, visando compreender a qualidade e a condição estrutural do concreto dessa obra.

Os ensaios realizados com o esclerômetro num mesmo elemento estrutural apresentaram resultados consistentes entre si, indicando uma relativa homogeneidade das propriedades do concreto em cada elemento da estrutura. Há, no entanto, diferenças de elemento para elemento. As resistências estimadas a partir dos índices esclerométricos são obtidas com uma dispersão grande, mas apresentaram valores dentro da ordem de grandeza que seria de esperar numa obra de arte especial, correspondendo a concretos, aproximadamente, desde um C30 até um C45.

Os resultados dos ensaios de ultrassons em vários elementos da estrutura revelaram uma classificação da qualidade do concreto, quase sempre, de regular.

O uso de técnicas de ensaio não destrutivas é importante para obter dados, ainda que com incertezas, que ajudem na tomada de decisão em relação à recuperação, reforço ou substituição de elementos de concreto em uma obra de arte especial.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7584: Concreto endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão – Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8802 - Concreto endurecido - Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica**. Rio de Janeiro. 2019.

CORREIA, N. A. C. **Avaliação e inspeção de obras de arte especiais - estudo de caso: Ponte da Orqueta**. 2018. 84f. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pelotas.

REICHOW, J. P. **Avaliação de estrutura utilizando ensaios não destrutivos: estudo de caso - Ponte da Orqueta, Pedro Osório**. 2024. 91f. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pelotas.

VASCONCELOS, F. O. **Análise das manifestações patológicas em pontes de concreto armado – estudo de caso**. 2018. 69f. Monografia – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas.