

AVALIAÇÃO DA CORRELAÇÃO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE DINÂMICO COM A RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO

Gabriel lecher (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Carlos Humberto Martins (Orientador), e-mail:
gabrieliecher@gmail.com.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia/Maringá, PR.

Engenharia Civil- Materiais e componentes de construção

Palavras-chave: Módulo de elasticidade dinâmico, resistência a compressão, excitação por impulso.

Resumo

O concreto é atualmente o material mais manufaturado do mundo por volume, e também o principal material utilizado na construção civil. Desta forma o estudo contínuo de novos métodos e melhorias na averiguação das características deste material se faz de extrema importância visto que o concreto não apresenta o mesmo controle de qualidade em sua confecção que outros materiais da construção como o aço. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a correlação entre duas características do concreto endurecido, o modo de elasticidade dinâmico obtido através da excitação por impulso e a resistência a compressão. O módulo de elasticidade foi obtido através da frequência principal de vibração do corpo de prova que é obtida como resposta a uma excitação por impulso (pancada) imposta no material, suas dimensões físicas e sua massa. A resistência a compressão foi obtida de maneira tradicional de acordo com a ABNT NBR 5739:2018. Foram moldados corpos de prova para traços de concreto com resistência a compressão estimada aos 28 dias em 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50 MPa. Nos corpos de prova foram realizados os ensaios descritos acima obtendo resultados que comprovam a correlação entre as duas grandezas.

Introdução

Durante os últimos cem anos, a população mundial cresceu de 1,5 para 6 bilhões e quase 3 bilhões de pessoas agora vivem dentro e ao redor das cidades. Dezesete das 20 megacidades, cada uma com uma população de 10 milhões ou mais, estão situadas em países em desenvolvimento. Países onde enormes quantidades de materiais são necessárias para a construção de habitação, fábricas, edifícios comerciais, água potável e saneamento, instalações, barragens e canais, estradas, pontes, túneis e outras infraestruturas. E o principal material de construção é o cimento Portland. Por volume, o maior produto manufaturado no mundo hoje é concreto. Naturalmente, design e engenheiros de construção precisam saber mais sobre concreto do que sobre outros materiais de construção, (MEHTA; MONTEIRO, 2005).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a correlação entre a resistência a compressão e o módulo de elasticidade dinâmico do concreto.

Tendo em vista a dificuldade observada na correlação entre o módulo de elasticidade estático e a resistência a compressão devido a heterogeneidade do concreto as microfissuras e a fluência. É válida a tentativa de correlação com o módulo dinâmico pois este é imediato e em um estágio aonde as microfissuras não foram ainda formadas.

O módulo de elasticidade dinâmico é obtido por meio de ondas sonoras com o equipamento Sonelastic® e não resulta no rompimento do corpo de prova. Ele é proveniente de uma excitação por impulso que resulta em uma resposta na frequência principal de vibração do corpo de prova.

Materiais e métodos

Materiais

Os materiais utilizados foram: cimento Portland, agregados naturais (areia e pedra britada) e água. A seguir, tem-se a descrição de cada material.

O cimento foi o cimento Portland do tipo CP-V-ARI-RS. A escolha deste material se justifica pelo fato de que, entre as opções de cimento comercializadas em Maringá-PR, este é o que menos contém substituições como fillers calcários, escória de alto forno e pozolanas.

O agregado miúdo a ser utilizado, areia fina quartzosa, foi obtida de fornecedores da região de Maringá – PR.

O agregado graúdo utilizado foi a pedra britada com diâmetro entre 4,8 e 12,5 mm, ou seja, uma mistura de brita zero (B0) com brita 1 (B1), proveniente de fornecedores da região de Maringá – PR.

A água adicionada na mistura de concreto foi a água potável proveniente do abastecimento de água da cidade de Maringá, fornecida pela Companhia de Abastecimento de Água do Paraná – SANEPAR.

Métodos

Para a Dosagem dos traços de concreto foi utilizado o ábaco de dosagem feito por Assunção (2002). Foram calculados traços com resistências estimadas aos 28 dias de 15,20,25,30,35,40,45 e 50 Mpa.

Foram moldados 4 corpos de prova para cada traço no laboratório P02 e após 28 dias foram realizados no concreto endurecido ensaios de resistência a compressão e módulo de elasticidade dinâmico no concreto.

Para os ensaios de módulo de elasticidade foi utilizado o equipamento Sonelastic® ilustrado na figura abaixo, com este equipamento por meio de uma técnica de excitação por impulso é possível calcular o módulo dinâmico dos corpos de prova cilíndricos dos respectivos traços. Esta técnica é descrita pela norma ASTM E1876 e correlatas.

Na Técnica de Excitação por Impulso os módulos elásticos são caracterizados a partir da resposta acústica emitida pela amostra após receber um leve impulso mecânico. Esta resposta acústica contém as frequências naturais de vibração, que são proporcionais aos módulos de elasticidade. Para geometrias regulares, tais como barras, cilindros, discos e anéis, existem equações analíticas que relacionam

os módulos elásticos e as frequências naturais de vibração, dimensões e massa da amostra. Uma vez conhecida as frequências naturais de vibração, as dimensões e a massa, é possível calcular os módulos de elasticidade com precisão.

Para o ensaio de resistência a compressão do concreto foi utilizado como base na norma ABNT NBR 5739:2018, em uma prensa hidráulica de capacidade de carga de 100 toneladas, para os concretos na idade de 28 dias.

Resultados e Discussão

Com os resultados dos ensaios de resistência a compressão e módulo de elasticidade realizados foi possível efetuar uma correlação entre as variáveis através de uma linha de tendência exponencial.

No gráfico 1 é possível observar os dados correlacionados a linha de tendência exponencial assim como sua equação e o coeficiente de correlação R^2 .

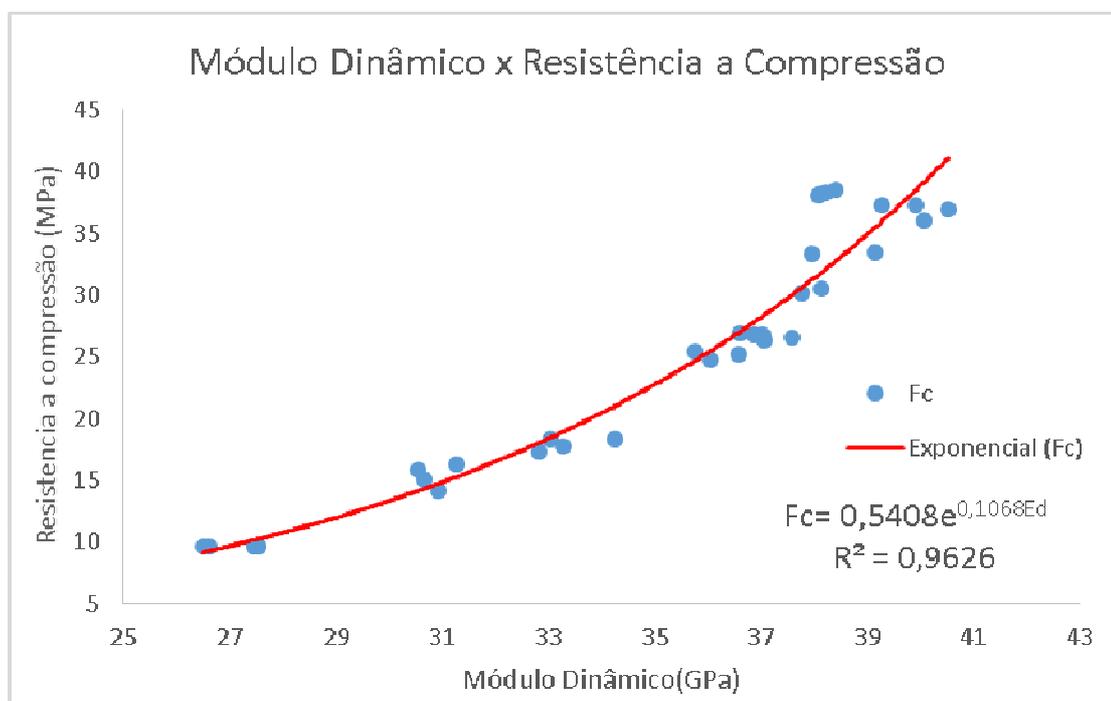


Figura 1 – Módulo Dinâmico x Resistência compressão. Fonte: Autor (2019).

No gráfico 1 é possível observar que a curva exponencial se ajusta bem ao modelo, sendo assim esta é bastante representativa para os dados analisados. Comprovando isto temos um coeficiente de correlação de 0,96 aproximadamente, o que significa uma correlação muito alta entre as variáveis neste modelo.

A equação da linha de ajuste exponencial é dada por:

$$F_c = 0,5408 * e^{0,1068E_d}$$

Onde F_c é a resistência a compressão e E_d o módulo de elasticidade dinâmico.

Conclusões

Os resultados do projeto se mostraram promissores já que o alto índice de correlação entre as variáveis dos ensaios mostra que para concretos produzidos utilizando os mesmos tipos de agregados e fixando a medida realizada pelo ensaio do tronco de cone (Slump test) é possível obter correlações elevadas entre os dados de ambos os ensaios realizados no concreto endurecido feitos ao longo deste projeto.

Visto que em variadas ocasiões é necessária a realização do ensaio de resistência a compressão em corpos de prova em diferentes idades 3, 7 e 28 dias, a realização de estimativas por meio de correlações entre o módulo de elasticidade medido pelo método impulsivo e a resistência a compressão podem deixar este procedimento mais preciso e menos custoso, pelo motivo que os ensaios podem ser realizados no mesmo corpo de prova em todas as idades requisitadas o que não é verdadeiro no caso da resistência a compressão obtida através do rompimento dos corpos de prova em prensas hidráulicas.

A continuação dos estudos na área pode levar a substituição ou diversificação do método tradicional de averiguação da resistência a compressão do concreto, evoluindo para uma forma de aquisição moderna mais precisa e mais sustentável.

Agradecimentos

Agradeço ao meu professor orientador Carlos Humberto Martins por sempre me ajudar e estar sempre disponível para me orientar e auxiliar no desenvolvimento da pesquisa, e a Fundação Araucária do Estado do Paraná pela concessão da bolsa de estudos.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 67:1998: **Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 5738:2008: **Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova**. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 5739:2018: **Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2018.

ASTM International. **Standard Test Method for Dynamic Young's Modulus, Shear Modulus, and Poisson's Ratio by Impulse Excitation of Vibration**. ASTM E1876. 2009. 16 p.

MEHTA, Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M.. **Concrete: Microstructure, Properties, and Materials**. 3. ed. Berkeley: Mcgraw-hill Professional, 2005. 684 p.