

Modalidade do trabalho: Ensaio teórico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

AJUSTE DE CURVA DA VARIAÇÃO DA MASSA DO AGREGADO GRAÚDO (PEDRA BRITA) SUBMERSO NA ÁGUA EM FUNÇÃO DO TEMPO¹

Fernanda Maria Jaskulski².

¹ Projeto de pesquisa realizado no curso de engenharia civil da Unijui

² Aluna do curso de Engenharia Civil da Unijui.

INTRODUÇÃO

Os agregados desempenham grande influência nos estudos para o aprimoramento de misturas para concreto e argamassas. Segundo a ABNT NBR 7211:2005 um dos critérios utilizados para a divisão dos agregados se refere ao tamanho dos grãos, que os dividem em agregados graúdos (todo agregado que passa pela peneira 75mm e fica retida na peneira 4,75mm) e agregados miúdos (todo agregado que atravessa a peneira de malha 4,75m). Além disso, são classificados quanto ao seu processamento, sendo divididos em naturais ou artificiais. Outras divisões são: agregados leves, médios e pesados, que levam em consideração a massa específica do material.

A absorção de água pelo agregado é uma propriedade muito importante pois interfere na dosagem de água no concreto. O objetivo deste ensaio é determinar tais valores. A partir da coleta de dados como massa seca, e massa submersa de uma amostra de pedra brita, será calculada a absorção de água pela pedra brita. O ensaio foi embasado na NBR NM 53/2003.

O tema deste trabalho diz respeito à construção de um modelo matemático, através de um ajuste de curva, para determinar a variação da massa do agregado graúdo (pedra brita) submersa em água em função do tempo que fica submerso. O experimento foi feito variando em um intervalo de tempo de 300 segundos, realizando-se a medição da variação de sua massa de 30 em 30 segundos partindo de um instante de tempo zero.

O escopo do trabalho tem o objetivo de verificar as características da pedra brita disposta à umidade anexando à ideia de uma curva que consiga representar de forma significativa a relação de dependência entre essas duas variáveis.

METODOLOGIA

Inicialmente, o corpo de prova escolhido para esse ensaio foi totalmente lavado, para retirada de impurezas e secado em estufa pelo período de 24 horas atingindo assim, um teor de umidade zero. Com isso chegou-se a uma massa M1 de 208.31 g para a massa de pedra brita enxuta, como observado na imagem a seguir.

Modalidade do trabalho: Ensaio teórico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica



Figura 01 – Pesagem do material seco

Na sequência a pedra brita foi imersa em uma certa quantidade de água como pode ser observado na imagem abaixo:



Figura 02 – Imersão da pedra brita em água

A cada 30 segundos foram feitas as medições em massa da pedra brita. Retirou-se a amostra da água e a mesma foi envolvida em um pano absorvente até que a água visível fosse eliminada, ainda que a superfície se apresentasse úmida, sendo necessário evitar a evaporação da água dos poros do agregado durante a operação de enxugamento da amostra, obtendo-se assim a massa do material em seu aspecto saturado.

Modalidade do trabalho: Ensaio teórico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

Na figura abaixo observamos o material passando pelo processo de secagem superficial:



Figura 03 – Retirada da umidade superficial

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro abaixo nos informa os resultados obtidos para a massa da pedra brita nos respectivos intervalos de tempo:

Tempo(s)	Massa(g)
0	208.31
30	210.53
60	212.05
90	212,56
120	214,2
150	215,69
180	215,63
210	215,77
240	215,99
270	216,07
300	216,09

Quadro 01 – Variação da massa da pedra brita submersa em água.

Os resultados obtidos nos tempos de 90 segundos e 150 segundos apresentaram uma discrepância com os demais, devido a erros provenientes da realização dos experimentos assim, os mesmos foram retirados e consequentemente não foram usados na obtenção da curva e cálculo da absorção da água.

Quadro após a retirada dos dados mencionados anteriormente.

Modalidade do trabalho: Ensaio teórico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

Tempo (s)	Massa (g)
0	208.31
30	210.53
60	212.56
120	214.20
180	215.63
210	215.77
240	215.99
270	216.07
300	216.09

Quadro 02 – Variação da massa da pedra brita submersa em água.

Com os dados referentes a variação da massa no período de tempo coletados, usamos a fórmula para o cálculo da absorção de água pela pedra brita segundo a NBR NM 53/2003. Temos que esta é dada pela diferença percentual entre o valor da massa saturada e a massa seca do corpo de prova multiplicada por 100% e dividida pelo valor da massa seca, corresponde ao valor de sua absorção em porcentagem. Como é observado no Quadro 02, os primeiros valores encontrados para a absorção crescem rapidamente e após seguem crescendo, porém com uma tendência de estabilidade o que nos leva a interpretar uma relação de dependência exponencial entre as variáveis. Os valores individuais de absorção de água para os corpos de prova foram obtidos utilizando a equação a seguir e a média foi determinada pela média aritmética para 9 repetições. O Quadro 03 mostra o aumento da absorção:

$$A = (M2 - M1) / M1 \cdot 100\%$$

Onde:

M1= Massa do corpo de prova seco (g)

M2= Massa do corpo de prova úmido (g)

A= Absorção de água (%).

Modalidade do trabalho: Ensaio teórico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

Tempo (s)	Absorção (%)
0	0
30	1,0657
60	1,7954
90	2,8275
120	3,514
150	3,5812
180	3,6868
210	3,7252
240	3,7348
Média=	2,66%

Quadro 03 – Variação da absorção da pedra brita submersa em água

O concreto, para adquirir as propriedades que precisa para o caso específico em que for ser usado, precisa ter boa dosagem. O cimento necessita da água para promover a sua hidratação. Uma dosagem de concreto é composta por cimento, água, agregado miúdos e graúdos e eventualmente aditivo. A única reação química que se processa com esses materiais é a reação do cimento com a água, portanto tem que ter água suficiente para que a reação se processe. (CURTI, 2015)

O índice de absorção permite definir a quantidade de água que certa quantidade de pedra brita é capaz de absorver e serve como um indicador para a correção de água durante a dosagem (NBR NM 53/2003).

O índice representa a proporção de água, em relação a sua massa, que a brita é capaz de absorver. É um importante indicador pois, quanto a absorção de água pode-se concluir que o valor relacionado a massa saturada, superfície seca, influi diretamente na determinação desse índice.

Assim, a absorção de água pelo agregado graúdo pode alterar a dosagem do concreto pois, a quantidade de água utilizada na mistura, o chamado fator água/cimento, influi diretamente na resistência, e esta, por sua vez, em excesso, causa queda na resistência do material.

“A água de mistura do concreto é, possivelmente, o seu componente menos dispendioso, mas também é, seguramente, um dos mais importantes” (SOUZA e RIPPER, 1998).

Assim, se não for considerada a absorção de água pela pedra brita, não será somente a resistência do concreto que será afetada mas também, a durabilidade do concreto pois, pode interferir na formação de vazios no mesmo, ou seja, a pedra brita irá absorver a água que seria utilizada para a hidratação do cimento, deixando mais fraca a zona de transição (região entre as partículas de agregado graúdo e a pasta) assim, o concreto ficara mais poroso e conseqüentemente mais favorável ao ataques de sulfatos, cloretos e carbonatação, isso poderá levar a várias patologias como fissuras do concreto, destacamento do cobrimento do aço, corrosão, redução da seção da armadura, perda de aderência desta com o concreto, deterioração entre outros.

A partir dos dados experimentais identificamos que a função que atenderia melhor o comportamento dos pontos seria uma função exponencial, que é dada da seguinte forma:

Modalidade do trabalho: Ensaio teórico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

$f(x)=Ae^{Bx}+C$. Para determinar os parâmetros A, B e C, foi desenvolvido um programa em Matlab para o Problema Inverso baseado no Método de Procura em Rede Modificado.

Problema Inverso (PI) consiste na estimação de parâmetros desconhecidos, que neste caso seriam os coeficientes A, B e C, em um modelo matemático, a partir de dados experimentais conhecidos, que neste caso é a variação da massa submersa na água em relação ao tempo (VELHO, 2008).

O método de Procura em rede Modificado (RPM) é uma extensão do método do problema Direto (PD), e consiste em definir para cada parâmetro a ser estimado um intervalo com um valor mínimo e máximo que possivelmente contenha o melhor valor para o parâmetro considerado, construindo assim uma rede de intervalos. Através dessa rede, o problema é resolvido com todas as combinações possíveis que compõe a rede e resultando os valores ótimos para cada parâmetro. (AVI, 2011)

Assim, com todos os dados coletados e executando o programa chegamos a seguinte função $f(x)=-8.3393e^{(-0.6356x)}+ 216,6036$ cujo gráfico é:

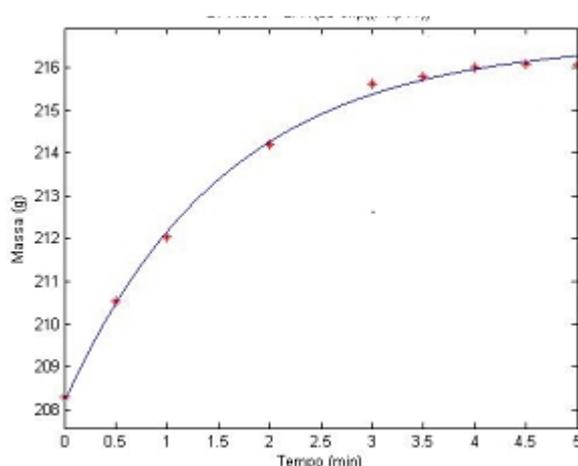


Figura 04 – Curva exponencial ajustada no Matlab para os dados experimentais

Para a curva encontrada foi determinado o coeficiente de determinação (R2) que quantifica em porcentagem a qualidade do ajuste executado. O valor do R2 resultou em 0,9980, ou seja, a curva encontrada representa os dados com uma qualidade de 99,80%.

CONCLUSÃO

A absorção de água pelo agregado graúdo (pedra brita) é com certeza um fator muito importante no que diz respeito a dosagem do concreto, sendo assim, buscou se através de ensaios, obter dados experimentais para determinarmos quanto seria a absorção de água pela pedra brita. A partir de um programa computacional desenvolvido na disciplina de Cálculo Numérico Computacional e com os dados experimentais foi encontrada a curva que relaciona a dependência da massa em função do tempo, com base na função exponencial, $f(x)=Ae^{Bx}+C$, para assim, termos conhecimento e controle do comportamento da curva da absorção de água pela pedra brita.

Modalidade do trabalho: Ensaio teórico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

O programa desenvolvido em MATLAB se baseou no Problema Inverso (PI), que consiste em determinar os parâmetros A, B, e C a partir do Método de Procura em Rede Modificado (RPM). Assim, através do programa estruturado e dos dados obtidos experimentalmente, obteve-se a seguinte função exponencial $f(x) = -8.3393e^{(-0.6356x)} + 216,6036$.

Percebe-se assim, que o experimento realizado e a estruturação do programa em MATLAB mostraram-se satisfatórios, visto que o programa conseguiu otimizar os parâmetros para a curva desejada. Assim, podemos determinar o quanto a pedra brita absorve de água em relação à sua massa em qualquer instante de tempo desejado, pois a curva encontrada apresentou um coeficiente de determinação de 99,80%.

Além disso, podemos perceber a importância da absorção de água pelo agregado graúdo no que diz respeito à dosagem e como essa absorção de água pode interferir nas propriedades do concreto, como resistência e durabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 53: informação e documentação: referência – elaboração. 1. ed. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211: informação e documentação: referência – elaboração. 3.ed. Rio de Janeiro, 2009.

AVI, P. C. Modelo semi-empírico para a modelagem da transferência simultânea de calor e água no solo. Matemática UNIJUI. Ijuí, 2011.p. 55-70.

CURTI, R. A cura do concreto e sua importância. [200-?].

GONÇALVES, E. A. B. Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações. Engenharia Civil UFRJ. Rio de Janeiro, 2015.

VELHO, H. F. C. Introdução aos Problemas Inversos: Aplicações em Pesquisa Espacial. LAC-INPE. São Paulo, 2008.