

## Aplicação do método de ajuste de curvas na análise do isolamento térmico da argila expandida

Eric R. Z. Schimanowski<sup>1</sup>

Discente de Engenharia Civil - UNIJUÍ, Ijuí, RS

Gabrielli T. de Oliveira<sup>2</sup>

Discente de Engenharia Civil - UNIJUÍ, Ijuí, RS

Peterson C. Avi<sup>3</sup>

Docente do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias - UNIJUÍ, Ijuí, RS

### Introdução e Metodologia

A construção civil busca projetar edificações cada vez mais sustentáveis e, também, que garantam o conforto e a segurança do usuário. Nesse sentido, dentre os inúmeros fatores que influenciam essas características, pode-se citar a melhora do desempenho térmico. Essa pode ser atingida através do emprego de materiais termicamente isolantes nos sistemas de vedação, por exemplo.

Nesse contexto, a argila expandida surge como um agregado alternativo que pode ser utilizado na fabricação de concreto ou, ainda, solta sobre lajes, dentro de blocos de alvenaria ou sob pisos. Esse material é produzido a partir da queima de argilas piroexpansivas, tem formato arredondado e baixa massa específica devido à sua alta porosidade [1]. Sendo assim, o objetivo principal deste estudo é compreender o comportamento do material através da determinação de uma curva matemática que represente os dados adequadamente e, ainda, verificar se há o isolamento.

Quanto aos procedimentos metodológicos, foi utilizado um bloco cerâmico revestido por isopor e submetido à uma fonte de calor. Após, foram medidas as temperaturas da face exposta à fonte (simulando o efeito do sol sobre uma parede) e da face oposta (simulando a parte interna de uma parede de edificação). As leituras foram realizadas a cada 10 minutos durante 90 minutos e o ensaio foi executado duas vezes, uma com o interior do bloco vazio e outra com esse preenchido por argila expandida solta.

Com o objetivo de encontrar as curvas características para o ensaio realizado, utilizou-se o Método dos Mínimos Quadrados para o ajuste polinomial na representação dos dados referentes à face oposta, devido à sua menor variação de temperatura. Para tanto, foi utilizado o software Excel. O método consiste em obter os coeficientes para a função polinomial, de forma que a soma dos quadrados dos desvios seja a menor encontrada [3]. Ainda assim, é necessário verificar o quão representativa é a curva a partir do parâmetro  $R^2$ .

Entretanto, verificou-se que essas curvas, apesar de possuírem  $R^2$  adequado, tendem ao infinito, o que não ocorre experimentalmente já que a temperatura tende a crescer inicialmente e depois se torna constante. Logo, é válido ressaltar que as equações não permitem extrapolar os dados.

---

<sup>1</sup>eric.schimanowski@sou.unijui.edu.br

<sup>2</sup>gabrielli.oliveira@sou.unijui.edu.br

<sup>3</sup>peterson.avi@unijui.edu.br

Já para encontrar a melhor curva para os dados obtidos sobre a face exposta, utilizou-se o método de Procura em Rede Modificado tendo em vista que o experimento gerava um Problema Inverso. Ou seja, a partir dos efeitos de determinado fenômeno, procura-se suas causas [2].

Ademais, o método em questão consiste em definir intervalos para cada parâmetro a ser encontrado na função, dividi-los em  $N$  partições e estimar a melhor combinação de valores para o que se procura. Dessa forma, o método possui soluções subótimas já que não há como ter certeza de que a solução ótima pertença aos intervalos inicialmente escolhidos e, ainda, não há um critério de convergência [2]. Portanto, o método é exaustivo, pois é necessário combinar cada subdivisão dos intervalos com as demais. Para esse trabalho o método foi aplicado computacionalmente através do software MatLab, utilizando o programa desenvolvido na disciplina de cálculo numérico computacional da UNIJUÍ. As curvas ajustadas foram funções logarítmicas com 3 variáveis.

## Resultados e Conclusões

Ao realizar o experimento, foi percebido que a maior variação de temperatura na face exposta à fonte de calor ocorre nos primeiros minutos do experimento e, em seguida, tende a diminuir até que se torne constante nas temperaturas entre 80°C e 90°C. Dessa forma, fica evidente que o comportamento da curva obtida para os dados é exponencial e, assim, foi utilizado o Método da Procura em Rede Modificado que resultou na equação (1).

$$f(x) = -66,54e^{(-0,06x)} + 84,64, \quad \text{com } R^2 = 0,97 \quad (1)$$

Já quanto à face oposta a variação de temperatura foi pequena no intervalo de coleta de dados e uma curva exponencial não seria tão representativa quanto uma polinomial, logo foi adotado o Método dos Mínimos Quadrados. Quando não foi utilizada a argila expandida, os dados foram melhor representados por um polinômio de 3° grau, de acordo com a equação (2). Ademais, quando foi utilizada a argila expandida no interior do bloco o crescimento da temperatura foi menor, sendo que os dados foram melhor representados por um polinômio de 2° grau conforme a equação (3)

$$f(x) = -3.10^{-5}x^3 + 4,5.10^{-3}x^2 - 6,77.10^{-2}x + 16,33, \quad \text{com } R^2 = 0,98 \quad (2)$$

$$f(x) = 2.10^{-4}x^2 + 3,9.10^{-2}x + 22,97, \quad \text{com } R^2 = 0,99 \quad (3)$$

Outrossim, os resultados obtidos estavam dentro das expectativas, provando que a argila expandida possui características isolantes diminuindo a variação da temperatura. Isso pode ser observado no valor das derivadas em determinados pontos. Para a face externa do bloco cerâmico a taxa de variação em 30 minutos foi 0,1064 °C/min sem a utilização da argila expandida e 0,0322 °C/min com sua utilização, já aos 60 minutos a diferença nas variações foi ainda maior; com o isolante a taxa foi 0,0502°C/min superando o valor encontrado sem seu uso, 0,1514°C/min.

## Referências

- [1] Ambrozewicz, P. H. L. *Materiais de Construção: normas, especificações, aplicação e ensaios de laboratório, 1a. edição*. PINI, São Paulo, 2012.
- [2] Avi, P. C. Modelo semi-empírico para modelagem da transferência simultânea de calor e água no solo, Dissertação de Mestrado, Unijuí, 2011.
- [3] Ruggiero, M. A. G.; Lopes, V. L. R. *Cálculo Numérico: Aspectos teóricos e computacionais, 2a. edição*. Pearson Makron Books, São Paulo, 2014.