

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** XXVI Seminário de Iniciação Científica

**ANÁLISE DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA EM BLOCOS DE ALVENARIA  
ATRAVÉS DO MÉTODO DE AJUSTE DE CURVAS<sup>1</sup>  
ANALYSIS OF TEMPERATURE VARIATION IN MASONRY BLOCKS  
THROUGH CURVE ADJUSTMENT METHOD**

**Gabrielli Tápia De Oliveira<sup>2</sup>, Eric Renã Zavitzki Schimanowski<sup>3</sup>, Cássia Regina Jung<sup>4</sup>, Peterson Cleyton Avi<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Projeto de iniciação científica realizado no curso de Engenharia Civil da Unijuí

<sup>2</sup> Aluna do curso de Engenharia Civil da Unijuí, [tapia.gaby@hotmail.com](mailto:tapia.gaby@hotmail.com).

<sup>3</sup> Aluno do curso de Engenharia Civil da Unijuí, [ezschimanowski@gmail.com](mailto:ezschimanowski@gmail.com).

<sup>4</sup> Aluna do curso de Engenharia Civil da Unijuí, [cassia.jung1@hotmail.com](mailto:cassia.jung1@hotmail.com).

<sup>5</sup> Professor Mestre e Coordenador do Núcleo Comum das Engenharias na Unijuí, [peterson.avi@unijui.edu.br](mailto:peterson.avi@unijui.edu.br).

#### **INTRODUÇÃO**

A determinação do tema ocorreu com o intuito de surtir relevância na futura vida profissional de um estudante de engenharia civil permitindo que esse seja capaz de optar pelo material mais adequado para cada situação. Para a realização do trabalho, dentre a ampla gama de materiais disponíveis no mercado, a escolha dos blocos de concreto e cerâmico se deu, pois esses estão presentes no cotidiano e são de fácil acesso. A argila expandida foi utilizada com o intuito de testar suas propriedades de isolamento térmico e avaliar seu impacto na variação de temperatura dos blocos. O principal objetivo da pesquisa é relacionar os conteúdos abordados na disciplina de cálculo numérico computacional, mais especificamente ajuste de curvas, com materiais constantemente utilizados no ambiente da construção civil.

#### **METODOLOGIA**

Visando obter dados experimentais, utilizou-se dois blocos, de concreto e cerâmico, um pacote de 1,2kg de argila expandida, termômetro a laser, isopor, um refletor e uma lâmpada incandescente de 100w e 220v. Primeiramente, com o intuito de avaliar de forma mais minuciosa a transferência de calor em ambos os blocos, nomeou-se e definiu-se que seriam medidas as temperaturas referentes a quatro paredes, conforme a colagem de figuras a seguir:

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica

Figura 01 – Colagem referente às paredes do bloco cerâmico e do bloco de concreto, respectivamente



Fonte: Autoria Própria

Em seguida, os blocos foram isolados - revestidos - com isopor e expostos ao refletor com a luz incandescente acesa. As temperaturas foram colhidas com o uso do termômetro a laser a cada dez minutos, durante uma hora e trinta minutos. Tal procedimento foi realizado com o interior dos blocos vazio e preenchido por argila expandida. Por fim realizou-se o ajuste de curvas, que consiste na escolha de uma função que mais se encaixe no grupo de dados obtidos e que permita uma “extrapolação”. De acordo com RUGGIERO (1996, p.282) dada a tabela de pontos, deve-se, em primeiro lugar, colocar estes pontos num gráfico cartesiano. Tal gráfico é denominado diagrama de dispersão e através desse pode-se avaliar qual a curva que melhor se ajusta aos dados, tal avaliação se dá a partir da observação do parâmetro R2 que deve ser um valor entre 0 e 1. Para o presente trabalho utilizou-se os métodos explanados a seguir:

**Método de Procura em Rede Modificado:** 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, de acordo com AVI (2011, p.60 apud SILVA NETO e MOURA NETO, 2005; BORGES, 2008), “[...] não há garantia de que a solução ótima pertença aos intervalos pré-definidos e não há um critério de convergência”. Portanto, o método é exaustivo, pois é necessário combinar cada subdivisão dos intervalos com as demais. O método foi aplicado computacionalmente através do software MatLab, utilizando o código de autoria do Professor Msc. Peterson Cleyton Avi.

**Método dos Mínimos Quadrados:** utilizado para o ajuste polinomial de 2ª e 3ª ordem. RUGGIERO (1996, p.272) aponta que o método consiste em obter os coeficientes para a função polinomial, de forma que a soma dos quadrados dos desvios seja a menor encontrada. Nesse sentido utiliza-se o conceito de taxa de variação, através das derivadas parciais, para determinar a menor distância entre os pontos obtidos experimentalmente e a função a ser encontrada pelo ajuste.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas e os gráficos a seguir referem-se aos dados experimentais obtidos para os blocos

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica

cerâmico e de concreto e seus respectivos ajustes de curva realizados.

Tabela 01 – Temperaturas referentes às paredes do bloco cerâmico sem o uso de argila

Tempo (min)	Parede exposta (°C)	Parede interna 1 (°C)	Parede interna 2 (°C)	Parede externa (°C)
0	16	16	16	16
10	55,1	22	17	16,6
20	68,2	29,2	18,2	16,9
30	69,5	31,4	18,5	17,2
40	74,1	35,2	20	18
50	82	40,8	25,6	21
60	83,2	43,5	27,4	22,7
70	85	44	28,4	23,1
80	86,2	44,7	29,5	24,4
90	87,5	45,1	30,1	25

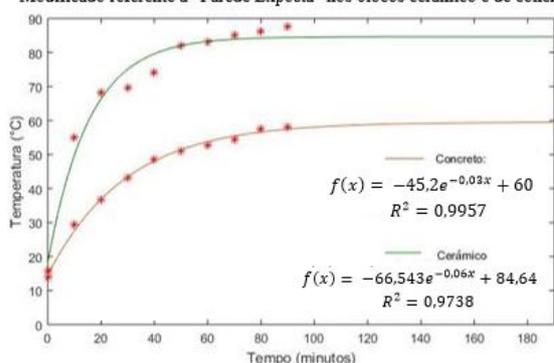
Fonte: Autoria própria através do aplicativo Excel

Tabela 02 – Temperaturas referentes às paredes do bloco de concreto sem o uso de argila

Tempo (min)	Parede exposta (°C)	Parede interna 1 (°C)	Parede interna 2 (°C)	Parede externa (°C)
0	13,9	13,9	13,9	13,9
10	29,4	17,7	14	13,9
20	36,6	24	14,6	14,1
30	43,2	30,1	16,2	15,3
40	48,4	34,8	18,2	16,9
50	51	37,8	19,1	17,7
60	52,6	40,3	20,3	18,8
70	54,5	40,9	20,7	19
80	57,5	44,5	22,2	19,9
90	58,1	45	23,1	21

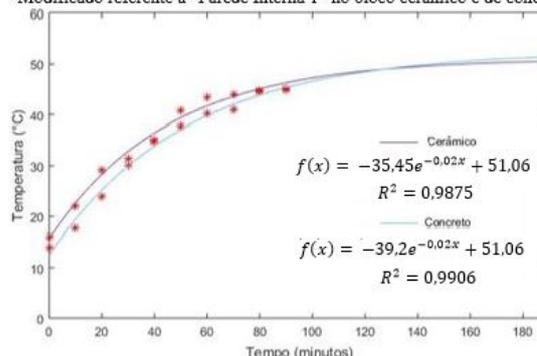
Fonte: Autoria própria através do aplicativo Excel

Figura 02 – Ajuste exponencial através do Método da Procura em Rede Modificado referente à “Parede Exposta” nos blocos cerâmico e de concreto



Fonte: Autoria própria através do software MatLab

Figura 03 – Ajuste exponencial através do Método da Procura em Rede Modificado referente à “Parede Interna 1” no bloco cerâmico e de concreto



Fonte: Autoria própria através do software MatLab

As tabelas a seguir apresentam os dados experimentais com a presença de argila expandida. É válido ressaltar que as curvas relativas à “Parede Exposta” e à “Parede Interna 1” são iguais (ou extremamente semelhantes) às curvas obtidas no experimento sem argila, logo, essas não serão novamente exibidas.

Tabela 03 – Temperaturas referentes às paredes do bloco de concreto com o uso de argila

Tempo (min)	Parede exposta (°C)	Parede interna 1 (°C)	Parede interna 2 (°C)	Parede externa (°C)
0	23,1	23,1	23,1	23,1
10	52,4	25,1	23,8	23,3
20	60,9	27,6	23,9	23,7
30	79	34,2	24,8	24,3
40	84,5	41,3	27,8	24,9
50	89,8	44,3	28,7	25,6
60	90,7	45,6	29,2	26
70	92,5	46,3	29,7	26,6
80	93,5	47	30,9	27,8
90	94,4	49,5	31,2	28

Fonte: Autoria própria através do software MatLab

Tabela 04 – Temperaturas referentes às paredes do bloco cerâmico com o uso de argila

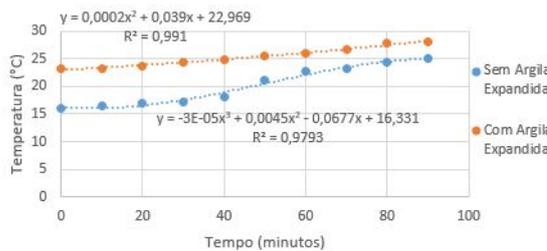
Tempo (min)	Parede exposta (°C)	Parede interna 1 (°C)	Parede interna 2 (°C)	Parede externa (°C)
0	18,4	18,4	18,4	18,4
10	42	20,9	18,4	18,4
20	50,5	28,2	18,7	18,4
30	58	34,3	21,2	19,2
40	60,4	37,9	21,6	19,6
50	62,9	41,1	22,7	19,6
60	65,4	42,2	23,1	19,9
70	66,5	43,6	23,4	20,8
80	67,7	45,6	23,9	21,4
90	68,7	47,3	24,6	21,8

Fonte: Autoria própria através do aplicativo Excel

01 a 04 de outubro de 2018

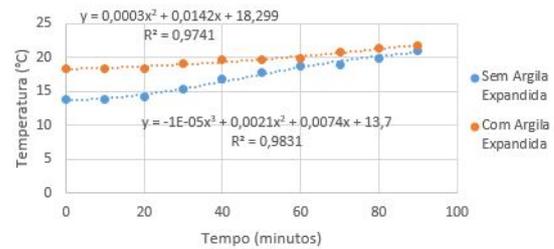
Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica

Figura 04 – Ajuste polinomial através do Método dos Mínimos Quadrados referente à “Parede Externa” do bloco de concreto



Fonte: Autoria própria através do aplicativo Excel

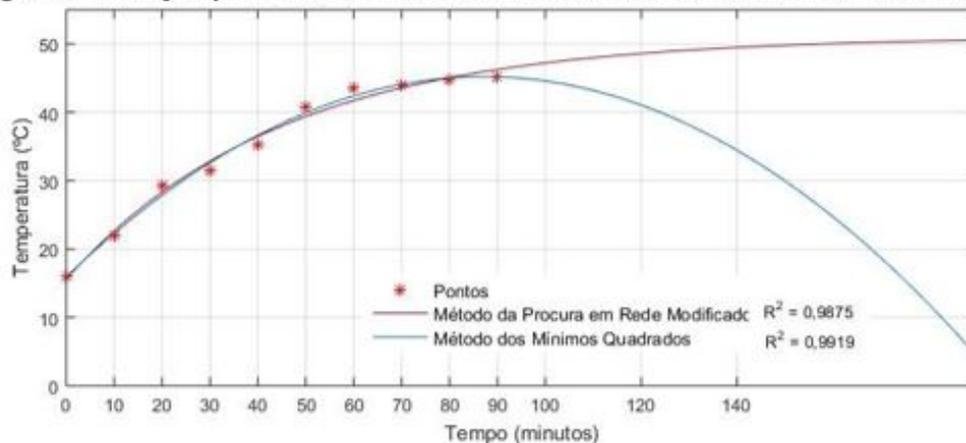
Figura 05 – Ajuste polinomial através do Método dos Mínimos Quadrados referente à “Parede Externa” do bloco cerâmico



Fonte: Autoria própria através do aplicativo Excel

- **Comparação dos Métodos Utilizados:** para análise no intervalo de dados coletados, é notável que o Método dos Mínimos Quadrados gera uma curva polinomial que representa os dados mais adequadamente que o Método da Procura em Rede Modificado, pois o seu valor de R2 é mais próximo de 1. Já para para análise no exterior dos dados o Método dos Mínimos Quadrados não deve ser utilizado, pois com o passar do tempo a função polinomial tende a diminuir os valores da temperatura. A função que envolve trocas de calor é comumente percebida como logarítmica, logo, tende a se tornar constante com o tempo.

Figura 06 – Comparação dos métodos usados referente à “Parede Interna 1” do bloco cerâmico



Fonte: Autoria própria através do software MatLab

## CONCLUSÃO

Tendo em vista que o objetivo do trabalho é a compreensão de conteúdos abordados na disciplina de Cálculo Numérico Computacional a presente atividade foi de fundamental importância para relacionar a teoria com a prática. Os resultados obtidos do experimento com argila expandida estão dentro das expectativas, provando que esse material possui características isolantes e reduz a variação da temperatura dos dois blocos utilizados, o que pode ser observado no valor das

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** XXVI Seminário de Iniciação Científica

derivadas em determinados pontos. Para a parede externa do bloco cerâmico a taxa de variação em 30 minutos foi  $0,1064\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$  sem a utilização da argila expandida e  $0,0322\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$  com sua utilização, já para o bloco de concreto, na mesma parede, a variação em 30 minutos foi  $0,051\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$  com argila expandida e  $0,1213\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$  sem essa.

**Palavras-chave:** bloco de concreto; bloco cerâmico; mínimos quadrados; procura em rede; argila expandida.

**Keywords:** concrete block; ceramic block; least squares; network search; expanded clay.

#### REFERÊNCIAS

SILVA NETO, A. J.; MOURA NETO, F. D. **Problemas Inversos:** Conceitos Fundamentais e Aplicações. UERJ. Rio de Janeiro, 2005.

RUGGIERO, Márcia A. Gomes; LOPES, Vera Lúcia da Rocha. Cálculo numérico: aspectos teóricos e computacionais. São Paulo: Pearson Makron Books, 1988/2014.

AVI, Peterson Cleyton. **Modelo semi-empírico para modelagem da transferência simultânea de calor e água no solo.** 2011. 86f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) - UNIJUI - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, 2011.