



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

XI Seminário de Extensão e Inovação
XXVI Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica
08 a 12 de Novembro - Guarapuava/PR



ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA MUSCOVITA NA TRANSMISSÃO DE CALOR DAS ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF MUSCOVITE ON THE HEAT TRANSMISSION OF COATING MORTARS

Renato Augusto do Carmo Turone*, João Roberto Sartori Moreno†,
Celso Alves Correa‡, Guilherme Sasson Goldberg§

RESUMO

As empresas têm buscado a melhoria contínua de seus processos a fim de aumentar a qualidade do produto final, e o revestimento de argamassas é fundamental em edificações para que se possa proteger e dar uma aparência de qualidade com o máximo desempenho. A utilização de novos materiais para que se possa ter um desempenho térmico satisfatório é fundamental, e a muscovita tem esta característica com baixa condutividade térmica e elétrica. O objetivo deste trabalho foi adicionar a muscovita em teores de 10%, 20% e 30% do total do peso da argamassa de revestimento, e também variar a relação água/cimento em 10, 15, 20 e 25%. No corpo de prova sem a adição da muscovita, a condutividade térmica média foi de 0,58W/m.K, e nas adições de 10% e 20% de muscovita com 15% e 20% de água, os resultados foram de 0,40W/m.K e 0,41 W/m.K respectivamente. Com a adição de 30% de muscovita e 25% de água, obteve uma condutividade igual a 0,58 W/m.K. Os resultados obtidos mostram que a adição da muscovita em 10 e 20% diminuíram a condutividade térmica em 45% e possibilitando a redução de temperatura no ambiente, e que na dosagem de 30% não houve ganho de condutividade térmica.

Palavras-chave: Muscovita. Argamassas. Revestimento.

ABSTRACT

Companies have sought to continuously improve their processes in order to increase the quality of the final product, and mortar coating is essential in buildings so that it can protect and give a quality appearance with maximum performance. The use of new materials in order to have a satisfactory thermal performance is essential, and muscovite has this characteristic with low thermal and electrical conductivity. The objective of this work was to add muscovite in contents of 10%, 20% and 30% of the total weight of the lining mortar, and also to vary the water/cement ratio by 10, 15, 20 and 25%. In the specimen without the addition of muscovite, the average thermal conductivity was 0.58W/mK, and in the additions of 10% and 20% of muscovite with 15% and 20% of water, the results were of 0.40W/mK and 0.41 W/mK respectively. With the addition of 30% muscovite and 25% water, it obtained a conductivity equal to 0.58 W/m.K. The results obtained show that the addition of muscovite at 10 and 20% reduced the thermal conductivity by 45%, allowing for a reduction in ambient temperature, and that at the dosage of 30% there was no gain in thermal conductivity.

Keywords: Muscovite. Mortars. Coating.

* DAMEC, Coordenação, Engenharia Mecânica; ✉ renatoturone@alunos.utfpr.edu.br.

† DAMEC, Coordenação, Engenharia Mecânica; ✉ joaosartori@utfpr.edu.br; <https://orcid.org/0000-0002-0820-496X>.

‡ DAMEC, Coordenação, Engenharia Mecânica; ✉ cacorrea@professores.utfpr.edu.br.

§ DAMEC, Coordenação, Engenharia Mecânica; ✉ gui_goldberg@hotmail.com.



1 INTRODUÇÃO

A construção civil passa por grandes transformações, em questões políticas e econômicas, e mudança de exigências do consumidor, em um mercado mais competitivo com concorrência entre as empresas construtoras e ampliação da oferta de imóveis. As empresas têm buscado a melhoria contínua de seus processos a fim de aumentar a qualidade do seu produto final, e a sociedade e o mercado passaram a ter mais consciência sobre as questões ambientais.

As mudanças climáticas são responsáveis pelo aumento da temperatura na Terra. Os humanos têm a necessidade de permanecer em uma área de conforto térmico para desempenhar melhor suas atividades rotineiras. Para isso, são utilizados sistemas de ventilação e ar condicionado, e a demanda por esses equipamentos está aumentando. Quanto maior o uso dos sistemas de refrigeração, maior o consumo de energia (RIBAS et al., 2016)

A arquitetura desenvolve projetos com materiais de diferentes formas e tamanhos, otimizando a economia de energia e melhorando o bem estar dos moradores (FIGUEIREDO, 2007). Com o estudo e desenvolvimento de técnicas para climatização natural e uso de materiais que auxiliem ainda mais esse fim, poderemos diminuir o consumo de energia e, conseqüentemente a degradação do meio ambiente.

A muscovita é do grupo dos filossilicatos (grupo das micas) tem a composição $KAl_2[Si_3AlO_{10}](OH,F)_2$. As variáveis esfoliáveis e limpas são principalmente empregadas na construção de aparelhos elétricos, por não conduzir eletricidade e seu baixo coeficiente de condutibilidade térmica, por resistir a altas temperaturas e choques térmicos, por seu baixo coeficiente de dilatação, etc. Também pode ser utilizada em tintas e pigmentos como agente de brilho e dispersão da luz (NAVARRO et al., 2017).

Nesta pesquisa o objetivo foi incorporar o mineral muscovita à argamassa de revestimento com cimento, areia e cal para diminuir a transmissão de calor do revestimento, fazendo com que os sistemas de refrigeração sejam menos exigidos e por consequência tendo um menor consumo de energia, associando a questão econômica e ambiental das construções.

2 MÉTODO

Neste trabalho foi estudada a de reboco (massa fina), que é a camada final da textura da parede para receber pintura. Esta camada deve ter entre 20 e 30mm de espessura nas paredes externas e nas paredes internas espessura entre 5 e 20mm (NBR13749, 2013). Foram confeccionados moldes em chapas de madeiras montadas para a argamassa, e para evitar a aderência da argamassa à madeira, os moldes foram revestidos com lona preta de 0,1mm de espessura.

Os corpos de prova foram feitos conforme a norma (ANSI/ASTMC177-76, 1976), e para cada condição da argamassa foram feitas duas amostras de 30,0 cm x 30,0 cm com 3,0 cm de espessura. A proporção utilizada na argamassa foi 1:2:10 (uma unidade de cimento, duas unidades de cal hidratada em pó, dez unidades de areia fina). Foram confeccionados oito corpos de prova variando a quantidade de muscovita e a porcentagem da relação água/cimento, de acordo com a Tabela 1.

O cimento utilizado foi Portland de Alto-Forno (CP III) com até 70% de escória granulada de alto forno, a cal utilizada foi hidratada CH-I de acordo com a norma (NBR6473, 2003), com elevado teor de óxidos totais e a areia utilizada foi a fina com granulometria entre 0,06 mm e 0,2 mm, norma (NBR7211, 2009) na proporção de uma areia natural e quatro areias de britagem.

Todos os materiais foram pesados em uma balança calibrada digital Urano modelo UDC 50000/20 com



capacidade de 50kg com precisão de 20 gramas. Após a pesagem foram misturados em uma masseira até obter uma mistura homogênea para colocar no molde. Após 28 dias as placas foram retiradas e colocadas num dessecador por 24 horas, antes de serem realizados os testes de transmissão de calor.

Tabela 1 – Ensaios e níveis utilizados de muscovita e água

CP	% MUSCOVITA	% RELAÇÃO ÁGUA/CIMENTO
1 e 2	0	10
3 e 4	10	15
5 e 6	20	20
7 e 8	30	25

Fonte: A autoria própria (2021).

Os testes de transmissão de calor foram realizados no Laboratório de Transferência de Calor e Massa da Área de Ciências Térmicas e Mecânicas dos Fluidos da UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus Ilha Solteira. Todas as amostras foram aquecidas a uma temperatura de 350°C para obter o equilíbrio térmico.

O experimento para medição da transmissão de calor em regime permanente é montado em três camadas sendo os corpos de prova montados entre uma placa interna com aquecimento e uma placa externa com refrigeração com fluxo de água. A placa interna tem uma resistência elétrica no interior com temperatura controlada através da tensão imposta nesta resistência. Para compensar a perda de calor lateral nas placas de amostra, a placa aquecedora é dividida em duas partes: um núcleo e em um anel externo com seu próprio aquecedor independente. Na placa externa há serpentinas internas com passagem da água reduzindo sua temperatura, e a distribuição simétrica de temperatura é obtida com controle da vazão de água em cada serpentina, utilizando-se um banho termostático [Figura 1](#).

Os corpos de prova são montados entre a placa aquecida e a placa fria, e com termopares calibrados calcula-se a diferença de temperatura. A condutividade térmica é dimensionada pela medição do fluxo de calor e do gradiente médio de temperatura ao longo da amostra.

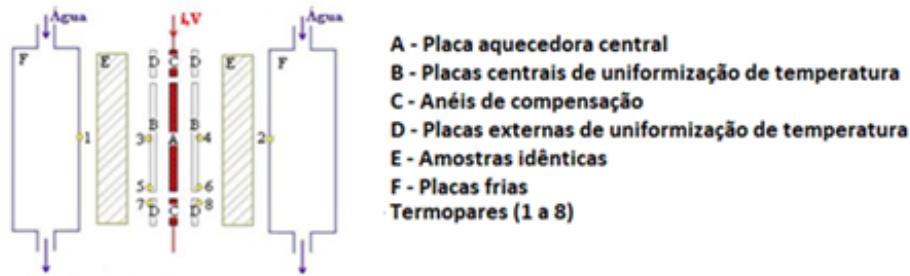
As curvas de calibração dos termopares de cobre-constantan do tipo T foram obtidas utilizando temperaturas de 30 a 950°C variando-se a temperatura de 5 em 5°C, utilizando um banho termostático e um termômetro de bulbo de mercúrio, com resolução de 0,1°C como instrumento de referência.

Oito termopares calibrados foram utilizados para medir as temperaturas dos corpos de prova [Figura 1](#), quatro termopares medem a diferença de temperatura entre o núcleo e o anel, sendo dois de cada lado. Dentre os dois, um localiza-se na periferia da placa aquecedora central e o outro no anel de compensação. Os termopares 3 e 4 medem as temperaturas no centro das placas de sustentação e uniformização de temperatura. Os termopares 1 e 2 medem a temperatura na parte externa da amostra e das placas frias, e os termopares 5, 6, 7 e 8 são utilizados para calcular a diferença de temperatura entre essas placas. O banho termostático e a serpentina de resfriamento permitem o escoamento e o controle da temperatura da água ao longo das serpentinas de resfriamento das placas frias.

3 RESULTADOS

As temperaturas obtidas nos ensaios, são apresentados na [Tabela 2](#). Esta tabela apresenta as temperaturas obtidas nos ensaios com o respectivo termopar sendo que o lado esquerdo do ensaio são utilizados os termopares

Figura 1 – Desenho esquemático da montagem do dispositivo com placa quente compensada



Fonte: adaptado de Ferrarezi e Seixlack (2005).

1 e 3, e do lado direito os termopares 2 e 4 na Figura 1. A nomenclatura dos ensaios é XXM, onde XX é a porcentagem de muscovita (M), e XXH₂O a porcentagem de água utilizada no experimento.

Na Tabela 2 os termopares 1 e 2 localizados perto das placa frias as temperaturas são menores que os termopares 3 e 4, próximos da placa aquecida. Nesta tabela também notamos que na placa sem adição de muscovita a temperatura é menor do que as placas com muscovita, independentemente da sua quantidade, e que a variação desta temperatura é pequena.

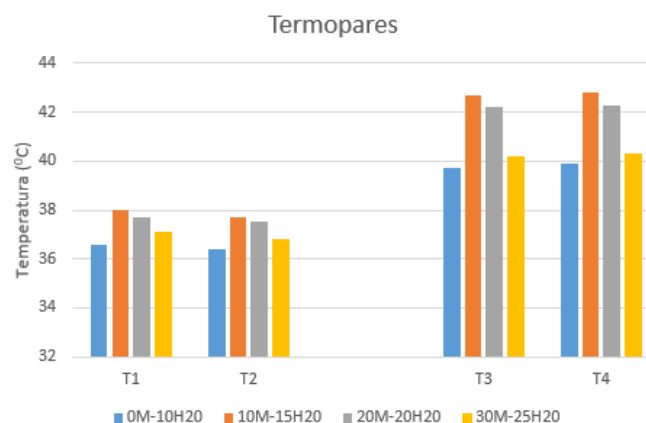
Os resultados da Tabela 2 são apresentados na Figura 2, e a temperatura dos corpos de prova sem muscovita foi menor. Os termopares 1 e 2 próximos a placa com fluxo de água tem variação de temperatura menor, em relação aos termopares 3 e 4 que estão perto da placa aquecida. Com o aumento da quantidade de muscovita na argamassa há uma queda de temperatura de 2,5 graus nos termopares 3 e 4.

Tabela 2 – Temperaturas nos termopares nos ensaios

ENSAIO / TEMPERATURA (°C)	T1	T2	T3	T4
0M - 10H ₂ O	36,6	36,4	39,7	39,9
10M - 15H ₂ O	38,0	37,7	42,7	42,8
20M - 20H ₂ O	37,7	37,5	42,2	42,3
30M - 25H ₂ O	37,1	36,8	40,2	40,3

Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 2 – Temperatura nos termopares



Fonte: Autoria própria (2021).

A condutividade térmica (k) das amostras utilizadas nos ensaios são apresentadas na Tabela 3, sendo utilizada



a Equação (1) para seu cálculo, onde Q é o quociente do calor transmitido de uma face para outra, L é a espessura do material, ΔT é o intervalo de tempo, A é a área do material, T_1 e T_2 as temperaturas das faces das placas.

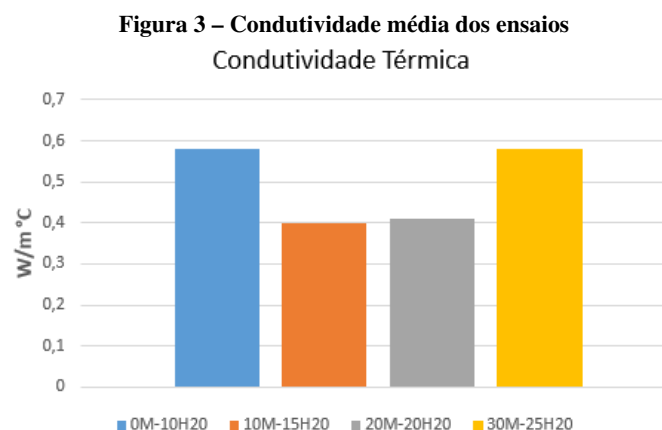
$$k = \frac{QL}{(\Delta t).A.(T_1 - T_2)} \quad (1)$$

Na Figura 1 o lado esquerdo do ensaio é representado pelos termopares 1 e 3, e o lado direito do experimento são os termopares 2 e 4. Na Tabela 3 o valor médio da condutividade térmica ($k=0,58$) ficou igual no ensaio sem muscovita e com 30% de muscovita, já com 10 e 20% de muscovita os valores foram praticamente iguais ($k=0,40$ e $0,41$).

ENSAIO	CONDUTIVIDADE TÉRMICA (W/mK)		
	T3-T1	T4-T2	VALOR MÉDIO
0M - 10H ₂ O	0,61	0,55	0,58
10M - 15H ₂ O	0,41	0,38	0,40
20M - 20H ₂ O	0,43	0,40	0,41
30M - 25H ₂ O	0,61	0,55	0,58

Fonte: Autoria própria (2021).

Os resultados da Tabela 3 são apresentados na Figura 3, e observamos que a condutividade térmica diminuiu quando comparamos o corpo de prova sem muscovita e com adição de muscovita de 10 ou 20%. A variação da condutividade térmica quando comparamos o corpo de prova sem muscovita e com 10% há uma redução e 45% na condutividade, e se este material fosse agregado ao reboco ou massa final proporcionaria uma redução de temperatura interna ou externa do ambiente. Quando observamos que com o aumento da muscovita de 20 para 30% a condutividade térmica aumentou de 0,41 para 0,58.



Fonte: Autoria própria (2021).

4 CONCLUSÕES

A muscovita aplicada na camada final de argamassa apresentou resultados satisfatórios no ensaio de condutividade térmica de acordo com a quantidade adicionada à mistura.

A adição da muscovita em 10 ou 20% na camada final de reboco diminuiu a condutividade térmica em 45%,



possibilitando uma redução de temperatura no ambiente aplicado. Com 30% de muscovita não existe ganho de condutividade térmica.

Os resultados das argamassas desenvolvidas com muscovita nesta pesquisa são promissores quando comparados sem este material, indicando a possibilidade de aplicação das dosagens na construção civil na camada final, ou ainda em outras camadas para verificar se sua aplicação seria confiável na área de conforto térmico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade por me proporcionar esta pesquisa, ao orientador João Roberto Sartori Moreno e ao coorientador Celso Alves Correa pelo apoio e suporte nos momentos de dúvidas, a parceria com o mestrando Guilherme Sasson Goldberg e ao CNPq por financiar esta pesquisa e que pode ser desenvolvido com êxito.

REFERÊNCIAS

- ANSI/ASTMC177-76. **Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded Hot Plate**. West Conshohocken - Pensilvânia, EUA: ASTM, 1976. P. 23.
- FERRAREZI, R.B.; SEIXLACK, A.L. CÁLCULO DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA DE MATERIAIS SÓLIDOS UTILIZANDO UM DISPOSITIVO DE PLACA QUENTE COMPENSADA. XII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica, Paper CRE05-TC20, Ilha Solteira - SP: Universidade Estadual Paulista, p. 30, 2005.
- FIGUEIREDO, C. M. **Ventilação Natural em Edifícios de Escritório na Cidade de São Paulo: Limites e Possibilidades do Ponto de Vista do Conforto Térmico**. 2007. F. 221. Diss. (Mestrado) – São Paulo - SP.
- NAVARRO, G. R. B. et al. Livro de referência de Minerais Comuns e Economicamente Relevantes: **FILOSSILICATOS**. MHE, Museu de Minerais, Minérios e Rochas "Prof. Dr. Heinz Ebert", Rio Claro - SP, p. 5, 2017.
- NBR13749, ABNT. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**: NBR 13749: Revestimento de parede e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação. Rio de Janeiro - RJ: ABNT, 2013. P. 8.
- NBR6473, ABNT. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**: NBR 6473: Cal virgem em cal hidratada - Análise química. Rio de Janeiro - RJ: ABNT, 2003. P. 31.
- NBR7211, ABNT. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**: NBR 7211: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro - RJ: ABNT, 2009. P. 9.
- RIBAS, G. F. et al. THERMAL PAINT PRODUCTION: TECHNO-ECONOMIC EVALIATION OF MUSCOVITE AS AN INSULATING ADDITIVE. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, INDEPENDENT JOURNAL OF MANAGEMENT PRODUCTION (IJMP), p. 975–988, 2016.