

AValiação DA INFLUÊNCIA DO REUSO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS NAS PROPRIEDADES TERMOMEcÂNICAS DE TIJOLO SOLO-CIMENTO

Gabriela Pataca Alves^{1*}, Carla F.S Rombaldo², A.R Coutinho², Manoel O. A. Méndez³

1. Estudante de IC da Fac.de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Química da UNIMEP
2. Pesquisador da Faculdade Engenharia Arquitetura e Urbanismo da UNIMEP
3. Laboratório de Materiais Carbonosos - UNIMEP/Orientador

Resumo:

O grande crescimento da construção civil no Brasil trouxe consigo a preocupação com o meio ambiente, visto que grande parte de sua matéria prima é limitada e produzida com grande quantidade de energia e altas temperaturas. Pensando na sustentabilidade, construção eficiente e em resíduos industriais, este projeto procura unir esses fatores em um material para construção civil utilizando matéria-prima alternativa, o solo, além de inserir resíduos gerados na indústria aeronáutica nacional (fibra de carbono) e que seja um material eficiente no conceito de conforto térmico do ser humano, tornando o ambiente construído mais agradável.

O objetivo da pesquisa foi produzir tijolos solo-cimento adicionando fibra de carbono e formando uma parede composta tijolo/fibra de carbono e com o auxílio de uma montagem experimental avaliar as propriedades termomecânicas do material, sendo possível uma comparação com diferentes tijolos para determinar se a fibra de carbono pode melhorar o conforto térmico do ambiente.

Palavras-chave: Resíduos industriais; propriedades térmicas; tijolo solo-cimento.

Apoio financeiro: PIBIC - CNPq

Trabalho selecionado para a JNIC pela instituição: UNIMEP

Introdução:

A construção civil é uma das economias mais crescentes no Brasil e no mundo, e por esse crescimento, aumenta a procura por pesquisadores visando novos materiais e novas técnicas de construção. Estudos vêm sendo realizados com a preocupação pelo meio ambiente, economia de recursos e materiais acessíveis à população de baixa renda (JANNOT *et al*, 2009).

Uma das grandes influências das edificações, quanto à sua ocupação humana é o conforto térmico que, segundo a ASHRAE (2004, p.49), é definido como "o contentamento humano de estar e permanecer num

determinado local se sentindo termicamente confortável". Para obter um conforto térmico ideal nas edificações em nossa localização é necessário o uso constante de condicionadores de ar, tendo um elevado consumo de energia, ou ter conhecimento da resistência térmica do material antes de usá-lo na edificação, podendo ser, assim, escolher materiais que proporcionam maior isolamento térmico do ambiente a ser ocupado, diminuindo as trocas de calor com o meio externo (JANNOT *et al*, 2009).

Contudo, a preocupação atual não é só com o ambiente construído, mas também com a sustentabilidade, visando a utilização de novas tecnologias, recursos disponíveis e diminuição dos custos do processo construtivo. Os resíduos gerados por atividades industriais, tais como as cinzas, óleos, lodo, vidro, plástico, borracha, papel etc., geralmente são descartados por incapacidade de reutilização, e estes devem ter disposição adequada para a preservação ambiental, tornando necessário o desenvolvimento de tecnologia que minimize o impacto ambiental decorrente da disposição destes resíduos no ambiente. Segundo a ABNT (2004), um dos principais causadores de impactos ambientais são os chamados resíduos sólidos que se encontram no estado sólido ou semissólido e resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial ou agrícola. A construção civil pode ser um cenário importante na reutilização destes materiais, podendo incorporar esses resíduos em artefatos para a construção de novas edificações (MESHGIN, 2012).

Metodologia:

A matéria prima do tijolo de solo-cimento é o solo arenoso do tipo vermelho, areia grossa, cimento CII E32 e água. Para determinar a tipologia do solo e da areia, foi realizado um ensaio de peneiramento e separação em função do tamanho do grão, obtendo um solo e areia ideal para a análise.

Para a produção do tijolo foram empregados 24 litros do solo do tipo vermelho, 6 litros de areia, um litro de cimento, e em torno de 2,4 litros de água. Os materiais secos

foram inicialmente misturados e homogêneos, e água adicionada aos poucos até obter o resultado desejado de consistência. Em seguida a mistura foi levada à uma prensa manual e comprimida em formato de tijolo, e posta em uma câmara úmida por quinze dias para o cimento realizar sua cura e criar resistência.

Após cura e secagem dos tijolos, foi realizado ensaio de compressão. O ensaio foi realizado no laboratório LMCM (Laboratório de Materiais de Construção Mecânica) – UNIMEP/SBO.

Para as medidas de propriedades térmicas foi utilizado um corpo de prova cilíndrica com propriedades conhecidas, para servir de base para comparações em relação às demais amostras. Foi utilizado um corpo de prova de latão comercial com 36 mm de altura e 51 mm de diâmetro. A partir dos tijolos produzidos foi cortado um corpo de prova de tijolo solo-cimento com medidas semelhantes às do latão comercial e um corpo de prova feito de tijolo solo-cimento intercalado de uma camada de fibra de carbono recuperada a partir de resíduos da indústria aeronáutica.

Para realizar o ensaio de propriedades térmicas foi montado um esquema utilizando placas feitas de cimento refratário aquecido por uma resistência inserida na base, e placas de fibra de vidro isolante com finalidade de isolar o sistema do ambiente. Os corpos de provas eram postas no interior, em contato com a fonte de calor, e permitindo que trocassem calor com a superfície oposta, gerando gradiente de calor unidimensional. Para as medidas do gradiente foram utilizados termopares tipo J conectados a um sistema de aquisição de dados acoplado em um microcomputador para a coleta de dados.

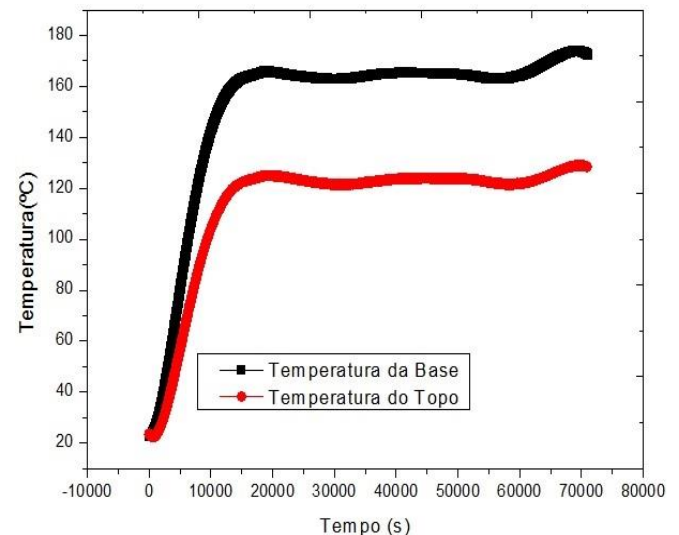
Resultados e Discussão:

Para avaliar se a produção dos tijolos produzia amostras padronizadas, ou seja, com mesmas propriedades mecânicas, foram realizados ensaios de compressão dos tijolos de solo-cimento produzidos. Com base nos resultados do ensaio de compressão pôde-se observar que os tijolos produzidos apresentaram valores de resistência à compressão de 700 lbf com variações em torno de 10%.

No ensaio de propriedades térmicas do latão comercial foram realizadas cinco análises, nas quais se pode observar que há uma estabilização na diferença de temperatura entre base e o topo após vinte e quatro horas, aproximadamente. Os dados obtidos de perfis de temperatura ao longo do tempo na base do

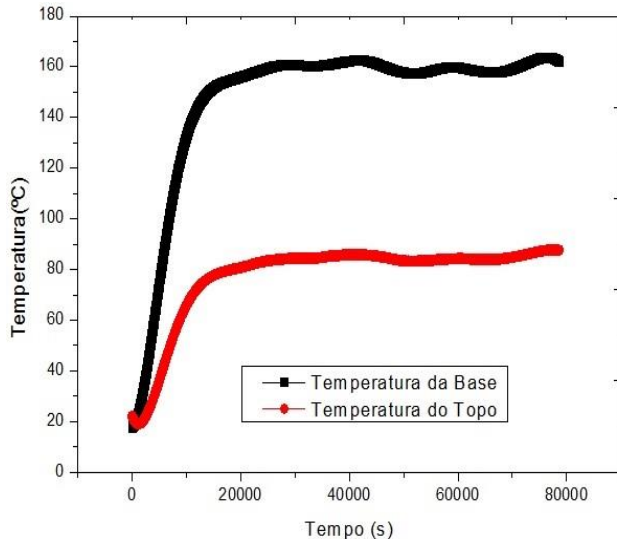
latão são superiores à temperatura do topo, pois está fisicamente mais próxima da resistência, e também pelo fato que o ponto no topo está mais próximo ao ambiente externo, trocando calor com o ar atmosférico. Com os valores obtidos durante o experimento foi determinado o perfil de temperatura do latão comercial em função do tempo como demonstrado através da Figura 1:

Figura 1: Perfil de temperatura em função do tempo de um latão comercial



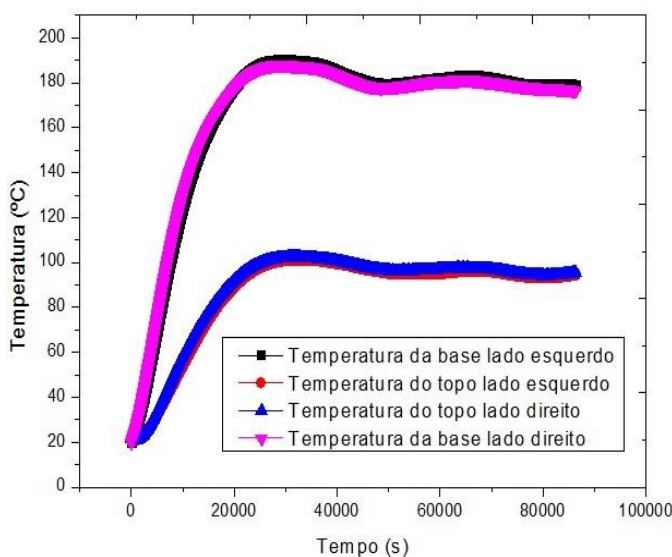
Foram realizadas medidas de propriedades térmicas em tijolo solo-cimento comum com objetivo de avaliar o comportamento do gradiente de temperatura e da possibilidade de uso desta medida para comparação de suas propriedades com o tijolo preenchido com fibra de carbono. Através dos resultados pôde-se observar o aumento da temperatura nas primeiras seis horas e, em seguida mantém-se, constante com alguns picos de oscilação. Isso ocorre, pois não é possível isolar o experimento completamente, havendo a interferência do ambiente. É possível observar uma maior variação entre a temperatura da base e a do topo em relação ao latão comercial devido sua composição, apresentando uma maior resistência térmica. A figura 2 apresenta o perfil de temperatura do aquecimento de uma amostra de tijolo comum em função do tempo.

Figura 2: Perfil de temperatura em função do tempo de um tijolo solo-cimento comum.



Os valores de temperatura para o tijolo preenchido com fibra de carbono apresentam o mesmo padrão que o tijolo comum, com um aumento inicial de temperatura até seis horas de experimento e, posteriormente, apresenta comportamento constante. A variação de temperatura da base em relação ao topo é menor que a variação de temperatura do tijolo comum e maior que a do latão. Com os valores obtidos durante o experimento foi determinado o perfil de temperatura do tijolo preenchido com fibra de carbono em função do tempo de análise.

Figura 3: Perfil de temperatura em função do tempo de uma parede composta por tijolo/fibra de carbono



Conclusões:

Pôde-se concluir com este estudo que o sistema experimental concebido e utilizado obteve coerência nos dados coletados para os

corpos de prova de latão, tijolo solo-cimento e parede composta (tijolo solo-cimento/fibra de carbono).

Pelos resultados da resistência à compressão dos tijolos e análise da massa e medida do tijolo comum é possível afirmar que estes tijolos produzidos para este trabalho apresentam valores padronizados e possuem as mesmas características físicas e térmicas, permitindo uma comparação das medidas analisadas e suas propriedades.

O valor obtido de gradiente de temperatura da parede composta demonstra comportamento semelhante ao tijolo comum e conseqüentemente propriedades termo-mecânicas também semelhantes. Isto indica que o uso de uma parede composta tijolo/fibra de carbono não altera significativamente a condutividade térmica do material, mantendo as propriedades térmicas da parede, porém as propriedades mecânicas são alteradas, visto que a fibra de carbono apresenta elevada resistência à tração e a compressão. Contudo, deve-se ressaltar que neste estudo foi analisada a influência de parede composta com uma única camada de fibra de carbono. Estudos com mais camadas podem afetar as propriedades térmicas do material.

Referências bibliográficas:

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004). **Preparação de amostra de solo para ensaio de compactação e ensaios de caracterização fisicomecânica**, NBR 6457, Rio de Janeiro, 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004). **Classificação de Resíduos Sólidos**, NBR 10004, Rio de Janeiro, 2004.

ASHRAE - AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATION AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. **Fenestration - Handbook of fundamentals**. Atlanta, 2004. Cap 27.

BNH - Banco Nacional da Habitação (1985). **Uniformização das técnicas de aplicação do solo-cimento na construção habitacional**. Rio de Janeiro: DEPEA/BNH. 14 p.

DEWITT, D.P.; INCROPERA, F.P. **Fundamentos de Transferência de Calor**

e de Massa. 5ª Edição. Rio de Janeiro: Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos, 2003. 698 p. Tradução Carlos Alberto Biolchini da Silva. Departamento de Engenharia Mecânica, UERJ. Tradução de: Fundamentals of heat and mass transfer.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. Exigências humanas quanto ao conforto térmico. In: _____. **Manual de conforto térmico**. 5. Ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001. Cap. 1, p. 19-29.

JANNOT, V FELIX, A DEGIOVANNI. **A centered hot plate method for measurement of thermal properties of thin insulating material**. LEMTA, 2009

MESHGIN, P; XI, Y; LI, Y. **Utilization of phase change materials and rubber particles to improve thermal and mechanical properties of mortar**. Construction and Building Materials, v. 28, n. 1, p. 713-721, 2012.

SICHERI, Eduvaldo Paulo. **Materiais de construção civil: e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: Geraldo C. Isaia, 2007. 880 p.