

METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE DESEMPENHO TÉRMICO DE MATERIAIS UTILIZADOS EM COBERTURAS.

Jardim, Patrícia Rafaella Salgado Abreu, patriciaabreujardim@gmail.com¹
Oliveira, Roberto França, robertofranca2001@yahoo.com.br²
Araújo, Virgínia Maria Dantas, virginia@ufrnet.br¹
Marinho, George Santos, gmarinho@ct.ufrn.br²

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte, CT – PPGAU, Campus Universitário – Natal RN 59078-970

² Universidade Federal do Rio Grande do Norte, CT – DEM, Campus Universitário – Natal RN 59078-970

Resumo: *Em locais de clima quente e úmido, de baixa latitude, como ocorre na região Nordeste do Brasil, a maior contribuição para o aquecimento das habitações se deve à carga térmica proveniente da radiação solar. Neste trabalho foi idealizada e aplicada uma metodologia simples e acessível a qualquer laboratório de ensino de graduação de instituição universitária para se estimar o desempenho térmico de diferentes tipos de telhas. Foram construídas duas câmaras para ensaios em laboratório, com dimensões de 0,50 m x 0,50 m x 0,50 m, dotadas de suportes para fixação das telhas. Com base na disponibilidade do mercado, foram selecionados três tipos de telhas: cerâmica, fibro-cimento e de material reciclado (embalagens acartonadas para armazenagem de alimentos). As telhas foram fixadas sobre os estrados e colocados sobre as câmaras para aquecimento por meio de uma fonte de radiação térmica artificial regulável. Termopares foram inseridos nos seguintes pontos: piso da câmara, meio (ar) do interior da câmara, sob o estrado e na parte interna inferior da telha. Em seguida, foram conectados a um sistema para registro de dados por computador. Com base nas curvas de temperatura x tempo, foi possível comparar os desempenhos térmicos das telhas. A simplicidade e eficiência da metodologia permitem ao projetista dispor de informações para seleção do material a ser utilizado na vedação de coberturas, de modo a obter redução do desconforto térmico em habitações e, conseqüentemente, economia de energia.*

Palavras-chave: *Desempenho térmico, coberturas, telhas*

1. INTRODUÇÃO

Juntamente com o clima, as propriedades físicas dos materiais que compõem os elementos construtivos determinam as condições de conforto térmico no interior das edificações. Segundo Marcaró (1992), quanto maior a capacidade de reflexão da energia que uma cobertura apresenta, menor será o aumento da temperatura do envolvente do edifício. Porém, a maioria dos materiais utilizados em coberturas possui baixa capacidade de reflexão da radiação térmica solar.

Em regiões de baixas latitudes, uma parcela significativa do desconforto térmico nas edificações é oriunda da carga térmica absorvida pelas coberturas. Para Marcaró (1992), em edificações térreas, a parcela de contribuição da cobertura pode chegar a 72,3% da carga térmica total. Parcela significativa dos novos produtos para coberturas chega ao mercado sem que suas propriedades térmicas sejam conhecidas, perdendo-se, desse modo, a oportunidade de utilizá-los adequadamente. Nos últimos anos, vários estudos sobre o comportamento térmico de telhas foram realizados com o mesmo objetivo: classificar os materiais de forma a facilitar a escolha correta para cada tipo de edificação, visando proporcionar conforto térmico e economia de energia (Herrera, 2008; Peralta, 2006; Teixeira, 2006). Porém, esses estudos demandam muito tempo dos pesquisadores e, em alguns casos, os resultados ficam restritos ao meio acadêmico, não chegando ao conhecimento dos profissionais que utilizam os materiais na construção civil.

No presente trabalho, apresenta-se a proposta de uma metodologia simples e rápida para estudo comparativo do desempenho térmico de telhas de diferentes tipos, utilizando-se recursos disponíveis em laboratórios de ensino e pesquisa de universidades públicas.

2. METODOLOGIA

Foram analisadas três amostras de telhas, fabricadas com: cerâmica, fibrocimento (cimento reforçado com fio sintético) e material reciclado, produzida a partir de resíduos de embalagens tipo longa vida (cerca 70% é composta de alumínio e polietileno), conforme se encontra representado na fig.(1). Não foi adotada padronização geométrica para as

telhas, por terem sido utilizadas na forma como adquiridas no comércio. O objetivo desse procedimento foi obter informações sobre as opções de mercado na forma como o material chega ao consumidor.



Figura 1. Amostras de telhas utilizadas nos ensaios.

Para realização das análises de desempenho térmico, construíram-se duas câmaras de ensaios, de madeira (compensado), com as seguintes dimensões: 0,50 m de comprimento, 0,50 m de largura e 0,50 m de altura, com suporte para sustentação de um estrado, destinado ao suporte das telhas. As telhas foram colocadas dentro das câmaras, apoiadas sobre o estrado de madeira que, por sua vez apoiava-se em uma placa de MDF com espessura de 4mm, simulando o forro de uma habitação.

Cada câmara foi instrumentada com termopares (tipo T – cobre-constantan), fabricados e calibrados em bancada do mesmo laboratório em que o presente estudo foi realizado. Um termopar foi fixado na superfície inferior de cada telha e os demais foram fixados na região central do interior da câmara (no ar) e no piso. Em seguida, os termopares foram conectados a um sistema de aquisição de dados ligado a um computador programado para registrar, a cada cinco minutos, a média das dez últimas medições.

Construiu-se um banco de lâmpadas incandescentes, fixadas em um suporte móvel, basculante e com dispositivo para regulagem da distância às câmaras, com 2.400 W de potência, para uso como fonte de radiação térmica destinada ao aquecimento das telhas. Na Figura (2) observa-se o conjunto fonte de radiação térmica / câmaras pronto para experimentação.



Figura 2. Câmaras de ensaios de desempenho térmico de telhas.

Antes dos testes com as telhas, foi realizada a calibração das câmaras de testes cobertas apenas com o forro de MDF. Essa calibração permitiu determinar as diferenças de temperaturas nos pontos de medição no meio e no piso das câmaras. Para realização dos testes, o computador era ligado e a sala de experimentação era climatizada antes do início do aquecimento. Depois de 1 hora, as lâmpadas eram ligadas e a sala lacrada por 18 horas – tempo de duração de cada teste. Após esse período, a sala era aberta, as lâmpadas eram desligadas e o registro em computador era gravado em um pen-drive. Desligava-se o computador e abriam-se todas as portas do laboratório para acelerar o processo de resfriamento das câmaras, procedimento que durava cerca de 1 hora. Trocavam-se as amostras de telhas e repetiam-se os procedimentos anteriores para nova análise.

3. RESULTADOS E ANÁLISES

Na Figura (3) observam-se os valores das diferenças entre as temperaturas nas duas câmaras, respectivamente para os pontos de fixação dos termopares no meio (ar) e no piso.

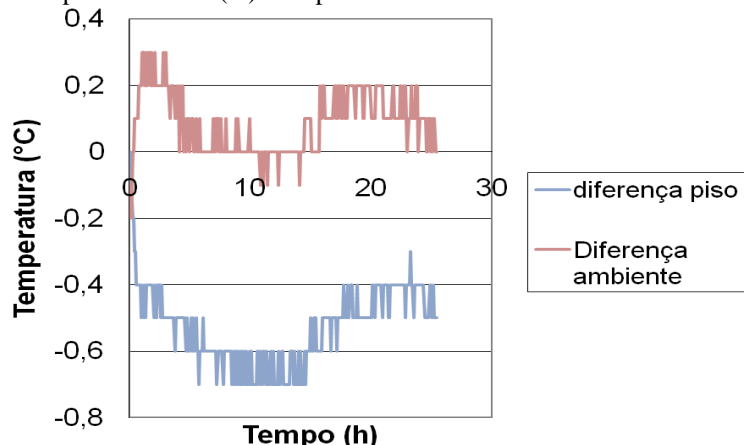


Figura 3. Resultado da calibração das câmaras de testes.

Constatou-se que a máxima diferença entre as temperaturas no meio das câmaras foi de cerca de $0,3^{\circ}\text{C}$, enquanto que com relação ao piso a diferença máxima foi de $0,7^{\circ}\text{C}$. Assim, estando os valores dentro da faixa de incerteza dos termopares, pode-se considerar que as câmaras ofereciam a equivalência de condições necessárias aos objetivos da pesquisa.

Na Figura (4) vêem-se as curvas de temperatura em função do tempo nas superfícies inferiores das telhas. O tempo para se estabelecer o regime permanente foi de cerca de dez horas. São mostrados os resultados para o intervalo entre 12 e 17 horas após a fonte de radiação térmica ter sido ligada.

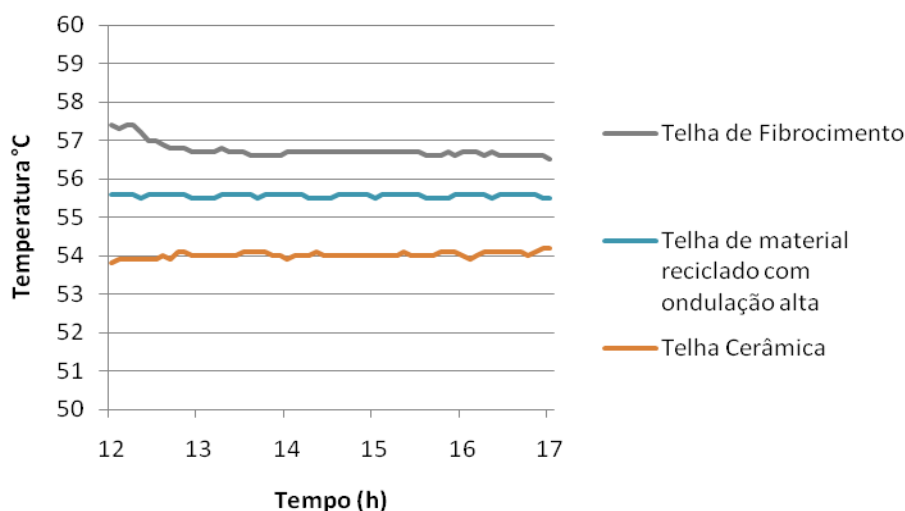


Figura 4. Temperaturas médias determinadas nas superfícies inferiores das telhas.

Observou-se que a telha de fibrocimento apresentou maiores valores de temperatura média em comparação às demais. Isso pode ser atribuído à sua cor, mais opaca em comparação à telha de material reciclado, resultando em maior absorção de energia luminosa. Por conter alumínio em sua composição, a telha de material reciclado reflete mais energia do que a telha de fibrocimento.

Os menores valores de temperatura atingidos pela telha de cerâmica podem ser atribuídos à porosidade e à espessura. Comparando-se à temperatura média da telha cerâmica (considerada, aqui, como valor de referência), as demais telhas apresentaram os seguintes aumentos percentuais de temperatura: 3,7% e 9,1%, respectivamente para câmara coberta com telha de material reciclado e de fibrocimento.

Na Figura (5) apresentam-se os resultados das medições de temperatura no meio das câmaras de ensaios – termopares fixados no ar interno das câmaras.

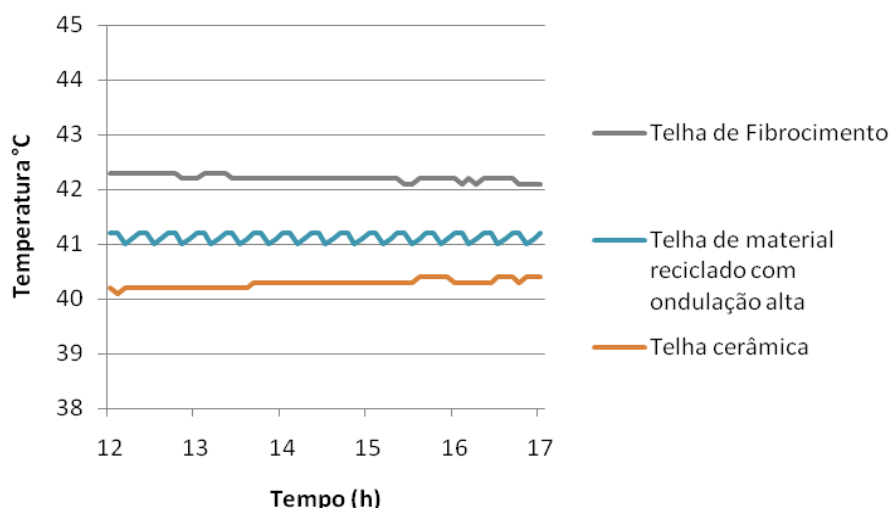


Figura 5. Temperaturas médias determinadas no meio das câmaras de testes.

As temperaturas médias do ar medidas no meio das câmaras seguiram o mesmo padrão das temperaturas medidas nas telhas. Considerando-se a situação da câmara coberta com telha de cerâmica como referência, as temperaturas médias do ar no meio das câmaras cobertas com as outras telhas apresentaram os seguintes aumentos percentuais: 2.1% e 6.3%, respectivamente, para câmara coberta com telha de material reciclado e telha de fibrocimento.

Na Figura (6) observam-se as curvas das temperaturas médias do piso das câmaras de testes.

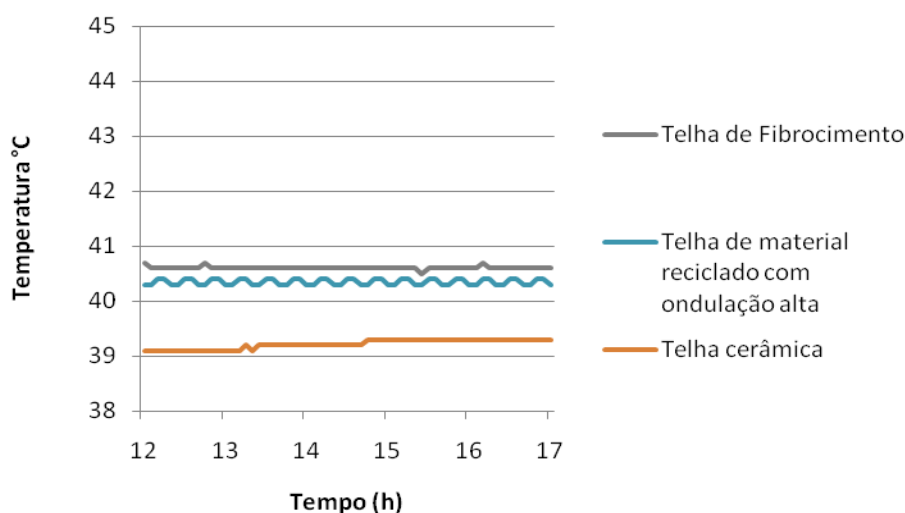


Figura 6. Temperaturas médias determinadas no piso das câmaras de testes.

O padrão obtido para as temperaturas no piso das câmaras também seguiu aquele obtido para as telhas. Constatou-se uma maior aproximação entre os valores de temperatura do piso para os casos das câmaras cobertas com telhas de fibrocimento e de material reciclado. Em relação à situação da câmara coberta com telha cerâmica, os aumentos da temperatura média do piso constatados nas demais situações foram de 2.1% e 4.8%, respectivamente para câmara coberta com telha de material reciclado e telha de fibrocimento.

Na Tabela (1), apresentam-se os valores médios finais das temperaturas dos três pontos de medição para cada tipo de cobertura utilizada na câmara de ensaios.

Tabela 1. Temperaturas média finais.

Telhas	T telha (°C)	T meio da câmara (°C)	T piso da câmara (°C)
Fibrocimento	56,6	40,8	39,2
Material reciclado	53,8	39,2	38,2
Cerâmica	51,9	38,4	37,4

Fica evidente a vantagem do uso da telha de cerâmica frente às telhas de material reciclado e de fibrocimento.

4. CONCLUSÕES

Durante a coleta dos materiais nos estabelecimentos comerciais, percebeu-se a falta de padronização das telhas fabricadas com material reciclado, tanto no que diz respeito à quantidade de alumínio como à espessura, verificadas, em alguns casos, até visualmente.

Tendo em vista que a fonte de radiação térmica utilizada nos experimentos dissipa cerca de 2.400 W, é indispensável dispor de espaço físico com controle de temperatura para que seja garantida a integridade da fonte de radiação térmica.

A garantia da repetibilidade das condições em que os ensaios são realizados e, conseqüentemente, a confiabilidade dos resultados, está condicionada à verificação periódica da integridade da fonte de radiação térmica.

O equipamento deve ser mantido em ambiente controlado para que os dados não sejam comprometidos pela mudança de temperatura.

Para a utilização da metodologia aqui descrita em aulas para graduação de Arquitetura faz-se necessário ligar o sistema com antecedência mínima de dez horas, tempo requerido para se atingir o regime permanente.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FINEP pelo suporte à presente pesquisa, via Projeto Habitare (convênio n. 01.04.1086-00).

6. REFERÊNCIAS

- Herrera, J. A. Q., 2008. Aplicação da climatologia dinâmica ao estudo do comportamento térmico das edificações, caso específico: telhas produzidas a partir da reciclagem de caixas acartonadas. Dissertação (mestrado em Ciências de Engenharia Ambiental)- Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos. 142f
- Mascaró, L. R., 1991. Energia na Edificação: Estratégia para minimizar seu consumo. 2. ed. São Paulo: Projeto., 213 p.
- Peralta, G., 2006. Desempenho Térmico de Telhas: Análise de monitoramento e normalização específica. Dissertação (mestrado em Arquitetura e Urbanismo)-Escola de Engenharia de São Carlos- Universidade de São Paulo, São Carlos. 131f
- Teixeira, C. F. B., 2006. Comportamento térmico de coberturas de fibrocimento em Campinas, SP: Aplicação de técnicas passivas. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - UNICAMP, Campinas. 132f.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluídos no seu trabalho.

METHODOLOGY FOR ANALYSIS OF THE THERMAL PERFORMANCE OF MATERIALS USED IN ROOFS.

Jardim, Patrícia Rafaella Salgado Abreu, patriciaabreujardim@gmail.com¹

Oliveira, Roberto França, robertofranca2001@yahoo.com.br²

Araújo, Virgínia Maria Dantas, virginia@ufrnet.br¹

Marinho, George Santos, gmarinho@ct.ufrn.br²

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte, CT – PPGAU, Campus Universitário – Natal RN 59078-970

² Universidade Federal do Rio Grande do Norte, CT – DEM, Campus Universitário – Natal RN 59078-970

Abstract: *In regions of low latitudes, where the climate is characterized by warm and moist, as the climate of the Northeastern of Brazil, the solar radiation is the main responsible by the thermal charge in the buildings. In the present work, a simple methodology was developed to the analysis of the thermal performance of materials used in roofs. Simple and accessible to any laboratory of public universities, the methodology enables the estimation of the thermal performance of almost all types of tiles. To test the method, two chamber were built, with dimensions of 0,50 m x 0,50 m x 0,50 m, equipped with fastening frames to support the tiles. Based on the availability of the market, there were selected three types of tiles: ceramic, fibre-cement and recycled material (carton packages of food storage). The tiles were fixed on the frames and fixed in the chambers, over a plate of MDF – medium density foam (working as a ceiling). For heating the tiles, an artificial and adjustable thermal radiation source was assembled over the chambers. Thermocouples were inserted at four points of each chamber: at the floor, in the middle point (air) and inside the MDF plate and inside the tile. Then, the thermocouples were connected to a data logging systems of a computer. Based on the curves of temperature x time, it was possible to compare the performances of the tiles. The simplicity and efficiency of the methodology enables the designers to have information for selecting the material to be used to the sealing of roofs, decreasing the thermal discomfort in dwellings and, consequently, reduce the energy consumption.*

Key-words: *Thermal performance, roofing, tiles*

The author(s) is (are) the only responsible for the printed material included in this paper.