



XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído

XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído

JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA UMIDADE NO DESEMPENHO TÉRMICO DE TELHAS CERÂMICAS

Caren Michels (1); Saulo Güths (2); Deivis Luis Marinoski (3)

(1) Doutora, professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amazonas, carenmichels@yahoo.com, Avenida General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200 - Coroado I, Manaus - AM, CEP 69067-005.

(2) Doutor, professor universitário do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, saulo@lmpt.ufsc.br, Cx postal 476, CEP 88040-970, Florianópolis, SC.

(3) Doutor, professor universitário do Departamento de Expressão Gráfica da Universidade Federal de Santa Catarina, deivis.marinoski@ufsc.br, Cx postal 476, CEP 88040-970, Florianópolis, SC.

RESUMO

O aumento no consumo de energia é uma das principais preocupações no mundo de hoje, uma vez que o consumo de energia para condicionar os ambientes internos de edificações aumenta a cada ano. Reduzir o ganho térmico através da cobertura é uma das melhores maneiras de diminuir o gasto com energia e de proporcionar conforto térmico aos usuários de edificações residenciais ou comerciais de poucos pavimentos. Assim, este trabalho tem o objetivo de analisar a influência da presença da umidade no desempenho térmico de coberturas com telhas cerâmicas porosas e impermeáveis e comparar os resultados com os de uma cobertura com telhas de fibrocimento por meio de uma bancada experimental, cujas medições foram realizadas durante um período de seis meses na cidade de Florianópolis (Brasil). O efeito da umidade no fluxo de calor foi analisado por meio da adsorção da umidade presente no ar, da absorção da água proveniente da condensação noturna e da absorção da água proveniente de precipitações. Verificou-se que a adsorção da umidade presente no ar e absorção da água proveniente da condensação noturna apresenta pouca influência no ganho térmico, enquanto que a absorção da água proveniente de precipitações foi a que apresentou maior redução nos ganhos térmicos entre as telhas cerâmicas porosas e impermeáveis que foi de 10% ao longo de seis meses de medições. A cobertura de telhas cerâmicas impermeáveis apresentou uma redução de 25% no ganho térmico em relação à cobertura composta por telhas de fibrocimento, razão relacionada à absorção dos materiais, que no primeiro foi de 0,54 e segundo foi de 0,70. Este estudo evidenciou que o uso de coberturas com telhas cerâmicas porosas são mais eficazes em reduzir os ganhos térmicos através da cobertura devido ao processo de evaporação da água advinda de precipitações.

Palavras-chave: bancada experimental, coberturas, fluxo de calor

ABSTRACT

The increase in energy consumption is one of the main concerns in the world today since the consumption to cool buildings' internal areas rises every year. Reducing thermal gain by using a roof is one of the best ways to decrease energy expenditures and provide thermal comfort to users of one-floored residential or commercial buildings. Thus, this work aims to analyze, by using an experimental bench, the influence of humidity on the thermal performance of porous and impermeable ceramic tile roofs as well as compare this results with the ones obtained with fiber-cement tiles. The humidity effect was analyzed through the adsorption of the water steam present in the air, the absorption of nocturnal condensation and through rainwater absorption. It was possible to verify that the adsorption of water steam and the absorption of nocturnal condensation show little influence on thermal gains, while rainwater absorption offered a higher reduction between porous and impermeable ceramic tiles. Such reduction reached 10%, throughout the 6 months of measurements. This study demonstrates that the use of porous ceramic tile roofs is much more effective to reduce thermal gains by the use of covers due to the rainwater evaporation process.

Keywords: Experimental test rig, roofs, heat flux

1. INTRODUÇÃO

A crise do petróleo ocorrida em meados da década de 70 ficou conhecida pelo embargo do petróleo aos países do ocidente e trouxe como primeira consequência a escassez de energia, tanto para o abastecimento de combustível em veículos quanto para o aquecimento de edificações. Além dos impactos imediatos, observados no cotidiano das pessoas, o mais importante foi o surgimento de uma consciência sobre a forma como usamos esse recurso natural e o desenvolvimento de pesquisas sobre a eficiência energética de equipamentos, e posteriormente, sobre o desempenho térmico e energético de edificações.

Em países de clima quente, o aquecimento promovido pelo sol é o principal problema quando se avalia o desempenho térmico de edificações. Em habitações horizontais a maior parte do ganho térmico ocorre pela cobertura e, dependendo dos materiais utilizados, esse ganho térmico pode ser maior ou menor. O desempenho térmico de coberturas depende das características dos elementos que compõem o telhado, como os materiais de todo o sistema de cobertura, a cor da superfície externa, o isolamento térmico e a ventilação existente na camada de ar correspondente ao ático (MEDINA, 2000).

Em regiões do Brasil de clima quente, onde se deseja obter um resfriamento noturno, o ideal é não isolar a edificação e utilizar materiais leves, de baixa inércia térmica para que as trocas térmicas ocorram com mais facilidade, conforme concluiu Loureiro (2003) para edificações em Manaus. Já Passos (2016) constatou, ao realizar simulações computacionais, que para a zona bioclimática 8 (a qual Manaus faz parte) o ideal é isolar termicamente a cobertura, pois proporciona redução no consumo de energia, além de proporcionar maior porcentual de horas de conforto térmico.

No Brasil é comum o emprego das telhas de fibrocimento e de material cerâmico (natural ou esmaltada). As primeiras geralmente são utilizadas em edificações de baixa renda, por possuírem custo menor em relação às telhas de barro. Entre diferenças de resistência térmica e absorvância solar, as telhas cerâmicas apresentam uma capacidade de absorção de água superior às telhas fibrocimento. Em noites frias de céu limpo, as telhas perdem energia por radiação para o céu deixando a temperatura superficial da telha menor que a do ar. Dependendo das condições climáticas, pode ocorrer condensação da água na superfície da telha, e conseqüentemente a telha absorverá essa água. Durante a manhã, a radiação solar aquecerá a telha e aumentará a sua temperatura, fazendo a telha perder essa umidade. Assim, parte desta energia é gasta no processo de evaporação e a temperatura superficial das telhas é menor do que se não houvesse a presença da umidade (BUENO, 1994; BUENO, PHILIPPI, LAMBERTS, 1996). Esse processo pode ocorrer mesmo sem condensação noturna. Durante a noite a umidade relativa é mais alta, e a telha, sendo um meio poroso, tenderá a entrar em equilíbrio nessa nova condição, absorvendo vapor d'água do ar ambiente. Em seu trabalho Lamberts (1988) verificou que mais de 20% da energia solar incidente pode ser gasta no processo de evaporação da água das telhas e durante o verão e o efeito da absorção da água da chuva é similar ao da condensação.

Desta forma, este trabalho tem o objetivo de analisar a influência da presença da umidade no desempenho térmico de coberturas com telhas cerâmicas porosas e impermeáveis e comparar os resultados com os de uma cobertura com telhas de fibrocimento.

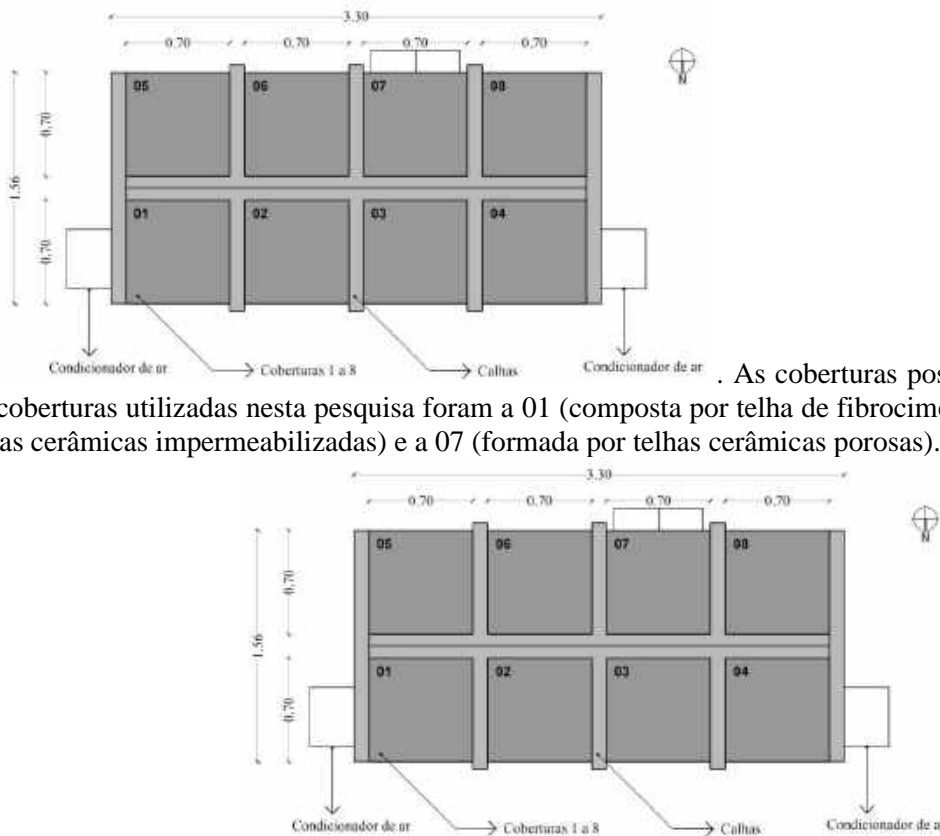
2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar experimentalmente a influência da umidade no desempenho térmico de coberturas compostas por telhas cerâmicas porosas e impermeáveis, e também, por uma telha de fibrocimento.

3. MÉTODO

3.1 Bancada experimental

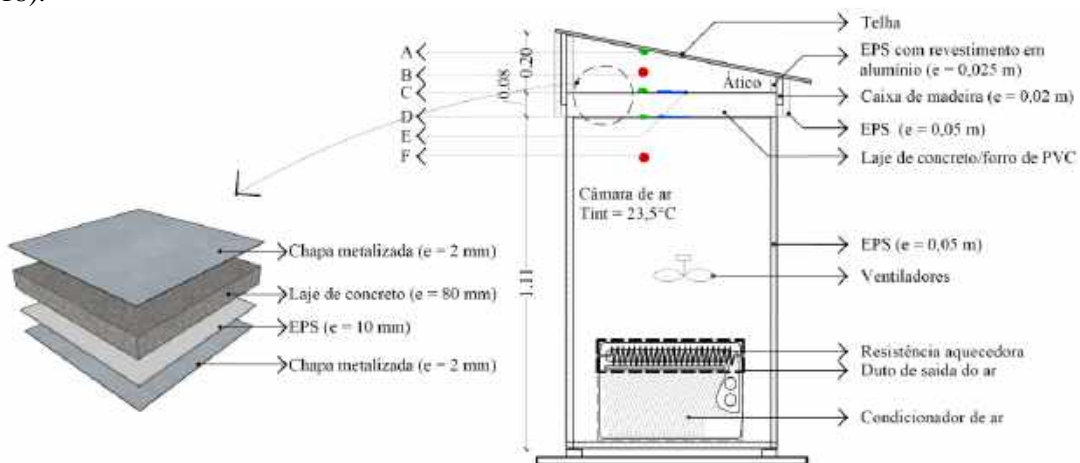
Os ensaios foram realizados por meio de uma bancada experimental (MICHELS et al., 2018) que comporta até oito coberturas, exposta as condições reais do clima da região de Florianópolis (Santa Catarina, Brasil). A mesma apresenta a dimensão de 1,56 m de largura e 3,30 m de comprimento conforme planta baixa mostrada



na . As coberturas possuem a orientação norte. As coberturas utilizadas nesta pesquisa foram a 01 (composta por telha de fibrocimento), a 06 (composta por telhas cerâmicas impermeabilizadas) e a 07 (formada por telhas cerâmicas porosas).

Figura 1: Planta baixa da bancada experimental

O corte transversal da bancada experimental é mostrado na Figura 2. A temperatura da câmara inferior foi mantida em 23,5 °C, por meio do uso de dois condicionadores de ar e de resistências aquecedoras, ligados a um controlador PID. Abaixo de cada cobertura foi instalado um ventilador com o objetivo de distribuir uniformemente o ar no interior da câmara de ar. A etapa de calibração foi realizada em duas etapas, uma referente às coberturas com forro de PVC e a outra referente às coberturas com laje de concreto (MICHELS et al., 2018).



LEGENDA
 A - Temperatura da superfície inferior da telha
 B - Temperatura do ar no ático
 C - Temperatura da superfície superior da laje
 D - Temperatura da superfície inferior da laje
 E - Transdutores de fluxo de calor na superfície superior e inferior da laje
 F - Temperatura do ar na câmara climatizada

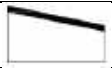


Figura 2 - Corte esquemático da bancada e detalhe da laje de concreto

3.2 Coberturas utilizadas

Para a realização deste estudo foram utilizadas as coberturas 01, 06 e 07, todas com forro de PVC como material que separa o ático da câmara interna da bancada experimental. A cobertura 01 foi utilizada como referência para a cobertura com telhas cerâmicas impermeáveis (IMP) e para a cobertura com telhas cerâmicas porosas (POR). Todas apresentaram a mesma configuração que é telha, espaço do ático e o forro de PVC, cuja descrição pode ser vista na Tabela 1.

O estudo da influência da presença de água no desempenho térmico de telhas cerâmicas foi realizado avaliando-se três parâmetros, que são: a) adsorção ao vapor de água, b) absorção da água proveniente da condensação noturna, e c) absorção da água proveniente de precipitações.

Tabela 1: Descrição das coberturas

Cobertura	Legenda	Símbolo	Configuração do sistema de cobertura
1	REF		PVC + câmara de ar + telha de fibrocimento ($\alpha=0,7$)
6	IMP		PVC + camada de ar + telha cerâmica esmaltada ($\alpha=0,54$)
7	POR		PVC + camada de ar + telha cerâmica porosa ($\alpha=0,52$)

3.3 Sensores utilizados

As temperaturas superficiais e do ar foram medidas com termopares do tipo T, AWG 36 e o fluxo de calor nas coberturas foi medido de forma direta por transdutores de fluxo de calor a gradiente tangencial com dimensões de 10 x 10 cm e espessura de 1mm (GÜTHS et al., 1995). O posicionamento dos sensores nas coberturas está mostrado na Figura 3. O período de medições foi de julho a dezembro de 2017.



Figura 3: Posicionamento dos sensores nas coberturas com isolamento convencional e teto jardim

4. RESULTADOS

4.1 Avaliação do efeito da adsorção da umidade presente no ar

Para avaliar o efeito da adsorção da umidade do ar no desempenho térmico de telhas cerâmicas escolheu-se um período que não houve precipitação e que não houve condensação noturna na superfície das telhas. O mês com a maior quantidade de dias sem ocorrência de chuvas foi setembro, assim selecionou-se os dias 03, 04 e 05 de setembro de 2017 para mostrar graficamente os resultados. Neste período, a radiação solar máxima foi de 1048 W/m², a temperatura externa máxima foi de 28,6°C, a temperatura externa mínima de 19,2°C e a umidade relativa média foi de 77,5%.

A Figura 4 compara o fluxo de calor entre as coberturas de referência (REF), com telhas cerâmicas impermeáveis (IMP) e com telhas cerâmicas porosas (POR). As telhas cerâmicas apresentaram uma redução de 10 W/m² em relação à cobertura de referência no horário de pico. Esta redução está associada a absorvância solar das telhas cerâmicas ser menor do que da telha de fibrocimento da cobertura de referência. A absorvância solar a as telhas cerâmicas foi de 0,52 enquanto que para a telha de fibrocimento foi de 0,70.

Comparando-se coberturas das telhas cerâmicas impermeáveis (IMP) e porosas (POR) entre si, verificou-se que o fluxo de calor nas mesmas foi praticamente o mesmo durante os três dias analisados.

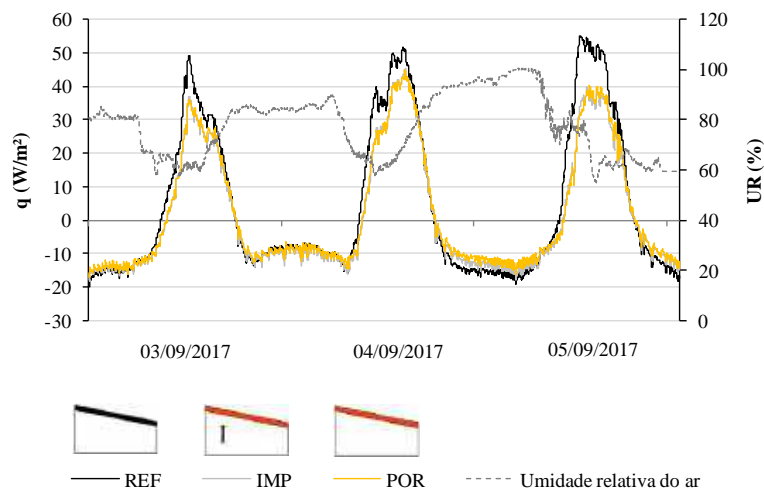


Figura 4: Fluxo de calor durante 3, 4 e 5 de setembro de 2017

Para o sentido de fluxo de calor descendente (fluxo de calor com valores positivos), a cobertura com telhas impermeáveis (IMP) reduziu a transferência de calor em 26,5% e a com telhas porosas (POR) reduziu em 25,5% em relação à cobertura de referência. Esta redução é devida a absorvância solar das telhas, que na cobertura de referência é de 0,70 e nas coberturas de telhas cerâmicas é de aproximadamente 0,52.

Para o sentido de fluxo ascendente a cobertura com telhas cerâmicas impermeáveis (IMP) apresentou o desempenho térmico similar ao da cobertura de referência, reduzindo a transferência de energia em apenas 2,9%, e a cobertura de cerâmicas porosas (POR) reduziu a transferência de calor em 10,3%, quando comparada com a cobertura de referência (REF).

Com base nesses resultados observou-se que a adsorção da umidade presente no ar exerceu pouca influência no desempenho térmico da cobertura com telhas cerâmicas porosas, uma vez que os resultados desta cobertura foram similares aos da cobertura com telhas impermeáveis.

4.2 Análise do desempenho térmico em função da absorção a água proveniente da condensação noturna

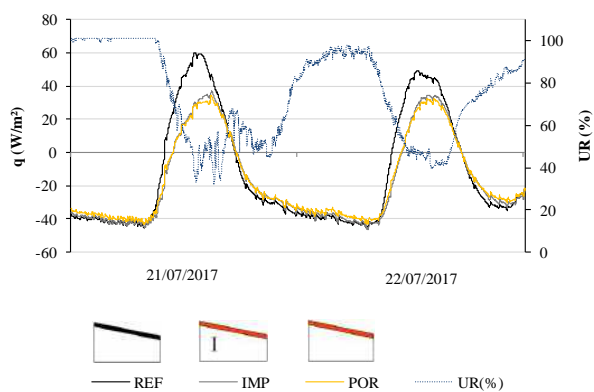
Um conjunto de fatores associados pode propiciar a condensação da água em superfícies. A condensação geralmente ocorre em noites de céu claro, com baixa velocidade do vento e quando a temperatura de uma superfície da telha é menor que a temperatura de orvalho.

Os dias 21 e 22 de julho de 2017 foram selecionados para avaliar o efeito da condensação noturna no desempenho térmico de coberturas com telhas cerâmicas impermeáveis e porosas. A Figura 5 mostra a fotografia da condensação na superfície das telhas cerâmicas. Nas telhas porosas (POR) a água foi absorvida pelo material enquanto que nas telhas impermeabilizadas (IMP) e na cobertura de referência (REF) a água se depositou em forma de gotas na superfície.



Figura 5: Condensação sobre a superfície das telhas cerâmicas

O fluxo de calor no decorrer destes dois dias é mostrado na Figura 6



As coberturas com telhas cerâmicas impermeabilizadas (IMP) e porosas (POR) apresentaram redução na transferência de calor no horário de pico para o interior da bancada experimental em 23 W/m^2 e em 25 W/m^2 quando comparadas com a cobertura de referência, respectivamente. Esta redução deve-se ao fato das telhas cerâmicas apresentarem a absorvância solar mais baixa que a telha de fibrocimento.

Comparando as telhas cerâmicas entre si, as mesmas apresentaram pequena diferença no fluxo de calor. Para o horário de máximo ganho térmico, a cobertura com telhas porosas reduziu 2 W/m^2 a mais que a cobertura com telhas impermeabilizadas, enquanto que a cobertura com telhas impermeáveis apresentou maiores perdas térmicas ($3,5 \text{ W/m}^2$ a mais que a cobertura com telhas porosas).

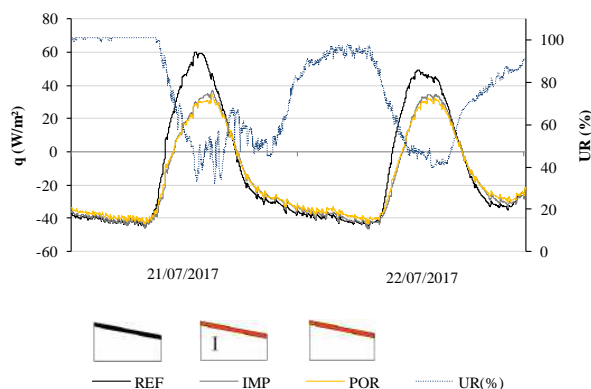


Figura 6: Fluxo de calor no decorrer dos dias 21 e 22 de julho de 2017

Para o sentido de fluxo de calor descendente, a cobertura com telhas cerâmicas porosas (POR) reduziu em aproximadamente 47% o fluxo de calor e a cobertura com telhas impermeabilizadas (IMP) o reduziu em 43%, ou seja, apresentaram pouca diferença entre si na redução da transferência de calor para o interior da bancada experimental (4% aproximadamente).

Para o sentido de fluxo ascendente, as coberturas com telhas cerâmicas impermeáveis e porosas reduziram perdas térmicas em 0,8% e em 5,9%, respectivamente, quando comparadas com a cobertura de referência.

Comparando-se os resultados com a cobertura de referência (REF) para o sentido de fluxo descendente, as coberturas de telhas cerâmicas (IMP e POR) apresentaram um bom desempenho térmico, reduzindo em mais de 40% o ganho térmico para os dois dias em que houve condensação. Ao analisarmos a diferença da transferência de calor nas telhas cerâmicas impermeáveis e porosas, verificou-se que a diferença entre elas é pequena, em torno de 4%. Desta forma, a grande redução na transferência de calor foi atribuída ao fato da absorvância solar ser menor nas telhas cerâmicas do que da telha de fibrocimento.

Devido ao processo de evaporação da água absorvida pela telha porosa, esperava-se uma diferença maior do que a encontrada (3,7%). A pequena diferença de desempenho entre a cobertura com telhas cerâmicas impermeáveis e a com telhas cerâmicas porosas para o sentido de fluxo descendente, pode ser atribuída ao fato de que o processo de evaporação ocorre em ambas as coberturas, já que as gotas condensadas não chegam a escorrer, se mantêm na superfície, conforme mostrado na Figura 5. Em climas com noites mais frias ocorre mais condensação nos telhados, chegando a gotejar. Então nesses casos pode haver melhora do desempenho térmico da telha porosa, que absorve mais água que a impermeável e, portanto reduz o fluxo de calor durante o dia.

4.3 Análise do desempenho térmico em função da absorção a água proveniente da chuva

Para avaliar o efeito da absorção da água proveniente da chuva selecionou-se um dia com bastante nebulosidade no céu e chuva fraca e constante ao longo do dia. Durante o dia 23 de agosto de 2017 houve precipitação acumulada de 8 mm, de acordo com a estação meteorológica do LEPTEN – Laboratório de Engenharia de Processos de Conversão e Tecnologia de Energia da UFSC.

Selecionou-se um dia anterior e três dias após o dia da chuva, totalizando o período de cinco dias para mostrar o efeito da absorção da água da chuva pela cobertura de telha cerâmica porosa (POR) e comparar seu desempenho com o da cobertura de referência (REF) e com o da cobertura de telha cerâmica impermeabilizada (IMP). Durante esse período (de 22/08 a 26/08 de 2017) a radiação solar máxima atingiu 1004 W/m^2 , a temperatura externa máxima foi de $26,6^\circ\text{C}$ e a mínima atingiu $10,6^\circ\text{C}$.

A Figura 7 mostra a variação do fluxo de calor na cobertura de referência (REF), na cobertura com telha cerâmica impermeável (IMP) e cobertura com telha cerâmica porosa (POR). Observou-se que durante o dia 23 de agosto de 2017 a radiação solar máxima foi de 351 W/m^2 e os dias 24, 25 e 26 de agosto foram ensolarados, com radiação solar que ultrapassou 800 W/m^2 .

No dia 22 de agosto, anterior ao dia da chuva observou-se pouca diferença no fluxo de calor entre as coberturas de telha porosa (POR) e não-porosa (IMP). No dia 23 de agosto, o qual foi nublado e com chuva leve ao longo do mesmo, todas as coberturas apresentaram um fluxo de calor similar, comprovando que as superfícies externas das telhas das três coberturas analisadas neste estudo apresentaram o mesmo desempenho quando expostas a radiação de onda longa.

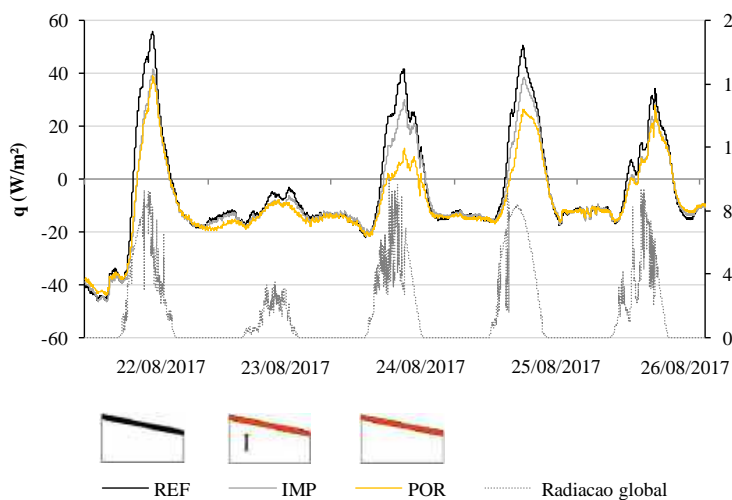


Figura 7: Fluxo de calor nas coberturas de referência, com telhas cerâmicas impermeáveis e com telhas cerâmicas porosas.

No decorrer do dia 24/08, a cobertura com telha cerâmica porosa (POR) apresentou uma redução do ganho térmico de 85% em relação à cobertura de referência (REF) e de 78% em relação à cobertura de telhas impermeáveis (IMP). No dia 25/08 a cobertura de telhas cerâmicas porosas (POR) apresentou um ganho térmico 51% menor do que na cobertura de referência (REF) e 34% menor em relação à cobertura de telhas cerâmicas impermeáveis (IMP). Já no dia 26/08 percebeu-se pouca diferença no ganho térmico das telhas cerâmicas quando comparadas entre si. A diferença em relação à cobertura de referência neste dia é referente a absortância solar das telhas, que na de fibrocimento é de 0,7 e nas cerâmicas é de 0,52.

Para o sentido de fluxo de calor descendente a cobertura com telhas porosas (POR) foi 22,5% mais eficiente do que a cobertura com telhas impermeáveis (IMP) e 54,2% mais eficiente que a cobertura de referência (REF).

Para o sentido de fluxo de calor ascendente, as coberturas com telhas cerâmicas impermeabilizadas (IMP) e porosas (POR) apresentaram uma diferença pequena nas perdas térmicas, de aproximadamente 4%.

Assim esses resultados mostram que a absorção da água proveniente da chuva, nas condições ocorridas nesse período, apresentou grande influência na melhora do desempenho térmico da cobertura com telhas cerâmicas porosas (POR) em relação à cobertura de referência (REF) e também, em relação à cobertura com telhas cerâmicas impermeabilizadas (IMP).

Por meio dos ensaios realizados constatou-se que a adsorção ao vapor d'água e a condensação da água na superfície das telhas apresentaram pouca influência no desempenho térmico das coberturas durante o

período de seis meses. O efeito da condensação não foi expressivo ao longo dos seis meses de medição porque, no inverno de Florianópolis, a condensação ocorreu em poucos dias. Além disso, nas edificações brasileiras, o ganho térmico é responsável pela maioria das horas de desconforto térmico e apresenta maior impacto no consumo de energia, sendo assim, a redução na transferência de calor proporcionada pela evaporação da água advinda da condensação não apresentou influência nesse sentido, uma vez que a condensação noturna geralmente ocorre no inverno, cujo período não é necessário evitar os ganhos térmicos.

Quando analisamos a absorção da água da chuva pelas telhas cerâmicas porosas percebeu-se uma melhora no desempenho térmico em relação às demais coberturas. A absorção da água da chuva pelos poros da telha ocorreu ao longo do dia 23/08 (choveu fraco durante o dia), a qual foi evaporada no decorrer dos dois dias seguintes ao da chuva. Para o sentido de fluxo de calor descendente a cobertura de telhas porosas (POR) reduziu a transferência de calor para o interior em 54,2% enquanto que a cobertura de telhas impermeáveis (IMP) reduziu em 31,6% em relação à cobertura de referência (REF).

O ganho térmico ao longo dos meses de julho a dezembro de 2017 nas coberturas de telhas cerâmicas e de referência está mostrado na Figura 8. Para todos os meses as duas coberturas com telhas cerâmicas reduziram o ganho térmico em relação à cobertura de referência, sendo que a cobertura com telhas impermeáveis (IMP) reduziu em 24,7% e a cobertura com telhas porosas diminuiu em 34,6%.

Os meses de julho e setembro foram os meses com menor incidência de chuvas. Em julho verificou-se uma diferença de 5,5% no desempenho térmico das coberturas com telhas cerâmicas porosas (POR) e impermeáveis (IMP), e no decorrer deste mês houve condensação da água na superfície das telhas, sendo que essa diferença pode estar associada à evaporação da água.

Já em setembro, não houve condensação noturna e houve pouca incidência de chuva (apenas no último dia do mês) e percebeu-se que as coberturas com telhas cerâmicas porosas (POR) e impermeáveis (IMP) apresentaram praticamente o mesmo desempenho, com diferença de apenas 0,5%, evidenciando a pouca influência da adsorção ao vapor no desempenho térmico da cobertura com telhas porosas.

Nos meses de outubro, novembro e dezembro houve maior incidência de precipitações e pode-se perceber clara diferença no desempenho térmico das telhas cerâmicas porosas (POR) e impermeáveis (IMP), sendo que a cobertura com telhas porosas apresentou melhor desempenho em função da evaporação da água, ou seja apresentou menor ganho térmico. A diferença no desempenho térmico entre as coberturas de telhas cerâmicas porosas (POR) e impermeáveis (IMP) foi de 15,7% em outubro, de 11,3% em novembro e de 18,8% em dezembro.

Ao longo dos seis meses, as coberturas de telhas porosas (POR) e de telhas impermeáveis apresentaram uma diferença de 10%, sendo que a de telhas porosas foi a que apresentou maiores reduções no ganho térmico.

A Figura 9 mostra a perda de energia que ocorreu ao longo dos meses de medição (de julho a dezembro de 2017) para as coberturas de referência (REF), com telhas cerâmicas impermeáveis (IMP) e com telhas cerâmicas porosas (POR). Os meses de julho e setembro foram os mais secos, com pouca ocorrência de precipitação, e nesses meses observou-se pouca diferença entre as três coberturas. Para os meses de outubro, novembro e dezembro a cobertura com telhas cerâmicas impermeáveis (IMP) foi a que menos perdeu energia em relação à cobertura de referência (REF). A cobertura de telhas cerâmicas porosas (POR) apresentou desempenho térmico similar ao da cobertura de referência.

Esse fenômeno pode estar associado à evaporação da água, mas também devido ao aumento da condutividade térmica da telha em função da absorção da água. Cabe ressaltar que em climas quentes a perda de calor noturna é benéfica, pois reduz a temperatura interna.

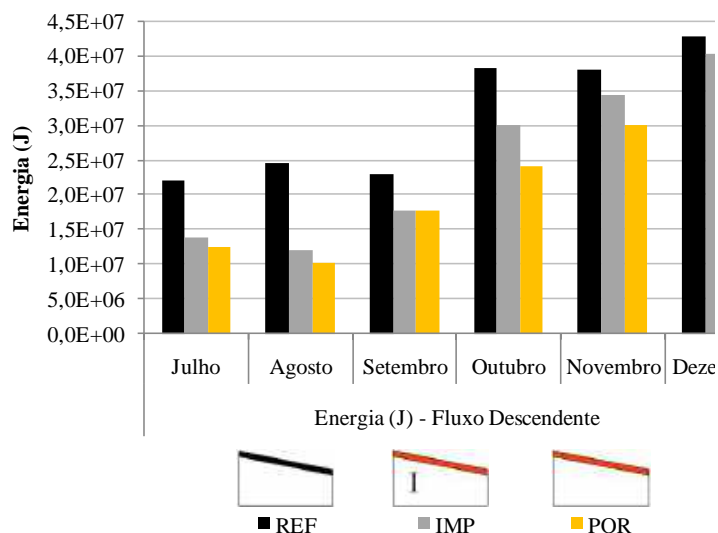


Figura 8: Ganho de energia para as coberturas de referência, com telhas cerâmicas porosas e com telhas impermeáveis

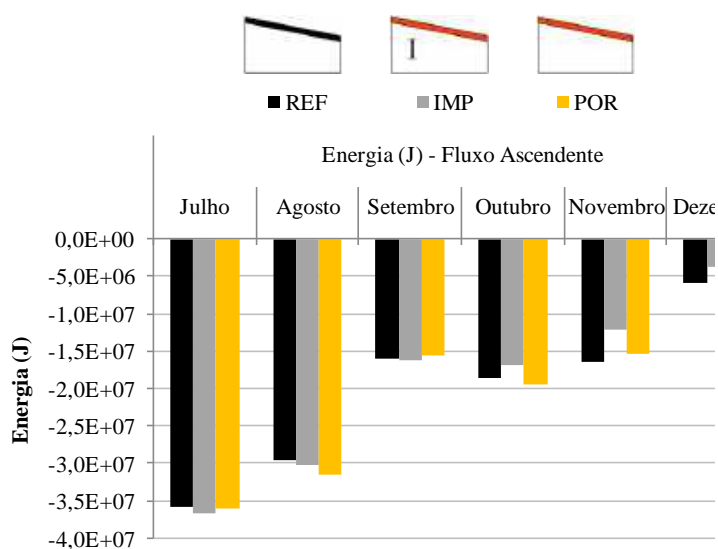


Figura 9: Perda de energia para as coberturas de referência, com telhas cerâmicas porosas e com telhas impermeáveis

5. CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste estudo teve como finalidade verificar a influência da presença da umidade no desempenho térmico de coberturas com telhas cerâmicas instaladas em uma bancada experimental. Foram utilizadas três coberturas, sendo uma de referência, outra com telhas cerâmicas impermeabilizadas e outra com telhas cerâmicas porosas. A coleta de dados ocorreu de julho a dezembro de 2017, totalizando seis meses de medições.

A influência da presença da umidade do desempenho térmico das coberturas foi analisada por meio de três parâmetros: o primeiro é a adsorção da umidade presente no ar, o segundo relativo à absorção da água proveniente da condensação noturna e o terceiro relacionado a absorção da água proveniente da precipitação.

A diferença entre os resultados da cobertura de referência e das coberturas com telhas cerâmicas impermeáveis (25%) deve-se ao fato de as mesmas apresentarem diferentes valores de absorção solar, sendo 0,70 na cobertura de referência e aproximadamente 0,52 nas telhas cerâmicas.

Percebeu-se pouca diferença do desempenho térmico das coberturas com telhas cerâmicas porosas e impermeáveis quando se analisou a adsorção da umidade presente no ar, sendo de 1% (no período de 03 a 05 de setembro de 2017) a diferença entre as mesmas. Em relação a absorção da água devido à condensação

noturna, observou-se que a telha cerâmica porosa reduziu o ganho térmico em aproximadamente 4% (no período de 21 e 22 de julho de 2017) em relação à telha cerâmica impermeável. A absorção da água devido à ocorrência de precipitação foi o parâmetro que mais apresentou melhora no desempenho térmico, a cobertura com telhas cerâmicas porosas reduziu em 10% os ganhos térmicos em relação a cobertura de telhas impermeáveis.

Através deste estudo ficou evidente que o uso de coberturas com telhas cerâmicas porosas é mais eficaz em reduzir os ganhos térmicos devido, principalmente, ao processo de evaporação da água advinda de precipitações. Percebeu-se também que durante os meses com maior incidência de chuvas, a cobertura com telhas cerâmicas porosas apresentou perdas térmicas maiores que a cobertura de telhas cerâmicas porosas e que a cobertura de referência, assim, esse fenômeno pode estar associado não somente à evaporação da água, mas também ao aumento da condutividade térmica da telha em função da absorção da água. Cabe ressaltar que em climas quentes a perda de calor noturna é benéfica, pois reduz a temperatura interna.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUENO A. D, PHILIPPI P.C, LAMBERTS RO, D. C. N. J. A. **DETERMINAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS DAS TELHAS CERÂMICAS, RELACIONADAS A TRANSFERÊNCIA DE CALOR E UMIDADE**. Florianópolis, Brasil, 1996.
- GÜTHS, S. et al. **Um transdutor de fluxo de calor a gradiente tangencial**. XI Congresso Brasileiro em Engenharia Mecânica. Anais...Belo Horizonte, Minas Gerais: Anais do XI COBEM, 1995
- LAMBERTS, R. **Heat transfer through roofs of low cost brazilian houses**. Tese de doutorado, Leeds, UK,1988.
- LOUREIRO, K. C. G. **Análise de desempenho térmico e consumo de energia de residências na cidade de Manaus**. 2003. 139p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.
- MEDINA, M. A. Effects of shingle absorptivity, radiant barrier emissivity, attic ventilation flowrate, and roof slope on the performance of radiant barriers. **International Journal of Energy Research**, v. 24, n. 8, p. 665–678, 2000.
- MICHELS, C. et al. Development of an experimental test rig for the evaluation of the thermal performance of building roofs. **Energy and Buildings**, v. 180, p. 32–41, 2018.
- PASSOS, B. A. **Impacto do uso de isolante térmico em habitações de interesse social nas diferentes condições climáticas brasileiras**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.