



Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico. ISSN: 2446-6778
Nº 1, volume 1, artigo nº 03, Janeiro/Junho 2015
D.O.I: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v1n1a3>

EFEITO DA REFRIGERAÇÃO EVAPORATIVA EM TELHAS DE BARRO E FIBROCIMENTO NO MUNICÍPIO DE ITAPERUNA-RJ

Juvenil Nunes de Oliveira Júnior¹

Graduado em Engenharia Mecânica e Mestre em Engenharia e Ciência dos Materiais

Daniele Fernandes Cordeiro Citeli²

Graduada em Engenharia Mecânica

Verônica Gonçalves Reis Mota³

Graduada em Engenharia Mecânica

Resumo

Os sistemas de refrigeração por aspersão água consistem em um mecanismo de umidificação do telhado, que dissipa de forma rápida o calor através do processo de evaporação da água. O objetivo deste estudo foi avaliar uma possível redução das temperaturas superficiais de telhas de barro e de fibrocimento, proporcionado por um sistema de refrigeração evaporativa indireta por aspersão de água sobre suas faces externas. Os testes foram realizados na cidade de Itaperuna, localizada na região noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Sobre uma bancada de madeira foram colocadas duas telhas do mesmo tipo e tamanho, que foram analisadas, sendo uma submetida a aspersão de água e outra mantida seca. As telhas foram expostas tanto ao sol e as demais interferências naturais, em campo, quanto a fontes artificiais, em laboratório. Os resultados dos experimentos em laboratório para a telha de barro tiveram uma média de redução de 19,7 °C e 15 °C, em intervalos de cinco e dez minutos, respectivamente. Já a telha de fibrocimento teve uma redução de 17,4 °C e 34,5 °C, em intervalos de cinco e dez minutos, respectivamente. Nos experimentos em campo a telha de barro obteve uma média de redução de 16,4°C e 8,9°C em intervalos de cinco e dez minutos, respectivamente. E a telha de fibrocimento teve uma redução de 14,3°C e 8,4°C em intervalos de cinco e dez minutos, respectivamente. Através dos testes realizados em laboratório e em campo, foi comprovada que a aspersão de água sobre as telhas causa um efeito de redução da temperatura da face inferior das telhas de barro e fibrocimento. Nota-se também que nos experimentos em laboratório o intervalo ideal para aspersão de água é de cinco minutos para a telha de barro e dez minutos para a telha de fibrocimento. Já nos experimentos em campo, o intervalo é de cinco minutos tanto para a telha de barro quanto para a telha de fibrocimento.

¹ Instituto Federal Fluminense, Ensino Técnico, Itaperuna-RJ, juvenil.junior@iff.edu.br

² Faculdade Redentor, Graduação em Eng. Mecânica, Itaperuna-RJ, daniele_citeli@hotmail.com

³ Faculdade Redentor, Graduação em Eng. Mecânica, Itaperuna-RJ, v.reis2009@hotmail.com

Palavras-chave: Refrigeração evaporativa; Refrigeração por aspersão de água; Sistema de umidificação de telhados.

Abstract

Cooling systems spray water consist of a mechanism for humidification of the roof, which dissipates quickly heat through water evaporation process. The objective of this study was to evaluate a possible reduction of the surface temperatures of clay tiles and cement, provided by an indirect evaporative cooling system by spraying water on their outer faces. The tests were performed in the city of Itaperuna, located in the northwestern region of the State of Rio de Janeiro. On a wooden bench were placed two tiles of the same type and size, which were analyzed, being subjected to a water spray and another kept dry. The tiles were exposed to both the sun and other natural interferences in the field, as the artificial sources in the laboratory. Results from laboratory experiments for the clay tile had a mean reduction of 19.7 ° C and 15 ° C in five and ten minutes intervals, respectively. Since the tile cement was reduced from 17.4 ° C to 34.5 ° C at intervals of five and ten minutes, respectively. In field experiments clay tiles scores a reduction of 16.4 ° C and 8.9 ° C in five intervals and ten minutes respectively. And the cement tile had a reduction of 14.3 ° C and 8.4 ° C in five and ten minutes intervals, respectively. The tests performed in the laboratory and in the field, was confirmed that the water spray on the tiles causes a lower surface temperature reduction effect of clay and cement tiles. Note also that in laboratory experiments the ideal range for water spray is five minutes to the clay tile and ten minutes to the fiber cement tile. Already in field experiments, the interval is five minutes for both clay tile as for cement tile.

Keywords: Evaporative cooling; Spray cooling; humidification system on roofs.

INTRODUÇÃO

O conforto térmico e a qualidade do ar que se respira no ambiente de trabalho são imprescindíveis para o bom desempenho do trabalhador, pois tornam o ambiente mais agradável, assim as pessoas produzem mais e sentem-se mais dispostas (JUNIOR e NOVAES, 2010).

O sistema de refrigeração por aspersão (RPA) é muito viável e sua utilização é eficaz, uma vez que sua manutenção é mais simples e barata, comparando-se a um sistema de ar condicionado convencional, que exige uma manutenção rigorosa (ASHRAE, 1995).

Este sistema consiste em um mecanismo de umidificação do telhado, que dissipa agilmente o calor através da evaporação da água. Sua aparência pode ser comparada com os sistemas de irrigação de lavouras ou jardins, pois é composto por um grupo de tubos e aspersores bem distribuídos, só que sobre uma cobertura. Durante o funcionamento umedece o telhado por meio da aspersão de água que passa do estado líquido para o gasoso, desse modo uma grande quantidade de calor é absorvida, resfriando o ambiente interno de maneira indireta.

Atualmente, este sistema vem sendo usado com o objetivo de reduzir a utilização de condicionadores de ar em grandes edifícios comerciais e industriais, podendo ser uma alternativa econômica aos sistemas convencionais em muitos casos (RORIZ, 2003).

O objetivo deste estudo foi desenvolver um modelo prático para avaliar o potencial de redução das temperaturas superficiais de telhas de barro e fibrocimento, proporcionado por um sistema de refrigeração evaporativa indireta por aspersão de água sobre suas faces externas.

O sistema RPA, embora ainda pouco utilizado no Brasil, possui grande capacidade de proporcionar conforto térmico, podendo também ser uma alternativa aos sistemas convencionais em muitas situações ou serem utilizados em conjunto com os mesmos.

A necessidade que as empresas possuem de inovar em um mercado cada vez mais sustentável se torna um desafio, e o sistema RPA possui essas inovações com grandes vantagens, não apenas devido a economia, mas também por preservar a natureza e a qualidade de vida do ser humano.

Pode-se justificar a busca da melhor compreensão desses sistemas através de diversos fatores relevantes, dentre eles a Importância Econômica onde há redução nos custos de instalação, manutenção e consumo de energia, que podem ser obtidos quando se utiliza o sistema de refrigeração por aspersão em conjunto com o ar condicionado, uma vez que a implantação do sistema aqui proposto elimina grande parte da carga térmica do telhado, além de diminuir a carga térmica inferior.

Outro fator relevante é a Importância Tecnológica que contribuirá para que no futuro próximo sejam implantados sistemas RPA por empresas brasileiras, gerando novos empregos, melhorando socioeconomicamente a população envolvida e ampliando o conhecimento em relação ao RPA utilizados nos telhados.

E o terceiro fator é a Importância Ambiental, onde o sistema RPA por não utilizar gases CFC e HFC não agride o meio ambiente, por este sistema poupar energia, reduz a demanda de potência de pico e também a emissão de CO₂ de plantas termelétricas. A evaporação da água não traz nenhuma agressão ao meio ambiente, já os sistemas de geração de energia elétrica, principal opção na matriz energética do Brasil, inundam grandes áreas e alteram os ecossistemas onde são inseridos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram divididos em três etapas: experimento em laboratório, experimento em campo e depois a análise e comparação dos resultados obtidos. A Figura 01 apresenta todas as etapas e sub-etapas envolvidas neste estudo.

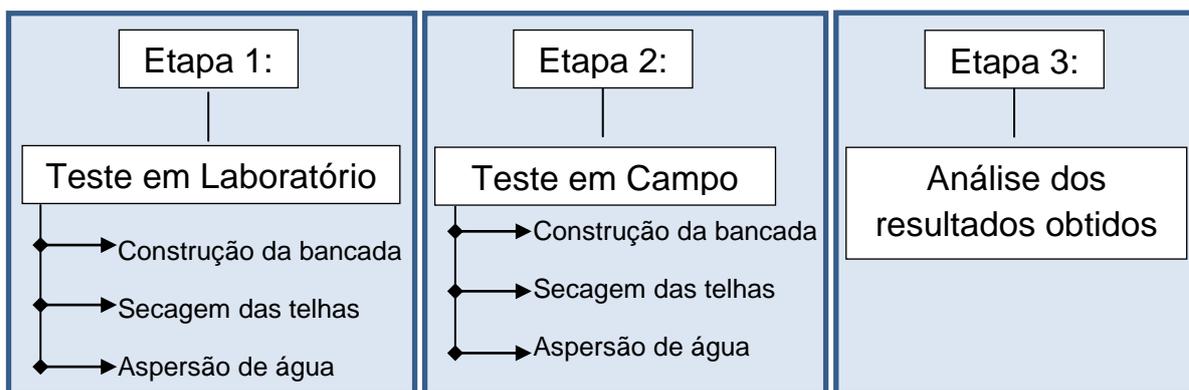


Figura 01 – Etapas do desenvolvimento dos experimentos.

O experimento realizado em laboratório foi composto por uma bancada de testes onde monitorou-se o comportamento de telhas expostas a uma fonte artificial de calor e aspersões sucessivos de água sobre a superfície superior da telha.

No experimento em campo foi utilizada a mesma bancada de testes para avaliar o comportamento térmico submetidas as aspersões de água, levando-se em conta as interferências do vento, da nebulosidade e da radiação solar.

O método para a análise utilizado no trabalho foi estatístico e comparativo. O fenômeno da refrigeração evaporativa em todos os monitoramentos apresentados foi comparado com dados monitorados em condições semelhantes, obtidos simultaneamente sem o uso de água. As análises foram realizadas com o intuito de comparar o efeito refrigerador da evaporação da água, bem como identificar as relações de causa e efeito provocadas pelas variáveis ambientais.

Os experimentos deste estudo realizados Itaperuna, estado do Rio de Janeiro, na região sudeste do Brasil. A cidade de Itaperuna uma cidade localizada entre vales, por isso tem o clima mais quente do estado, podendo alcançar quarenta graus centígrados entre novembro e fevereiro. A máxima temperatura registrada pelo IBC (Instituto Brasileiro de Climatologia) é de 43 °C. Seu clima é tropical, com chuvas durante o verão e temperaturas médias anuais entre 19 °C e 32 °C (IBGE, 2008).

As telhas utilizadas neste estudo foram:

Telha de barro do tipo Portuguesa, medidas 400 mm x 230 mm e 3,25 mm de espessura, Figura 02(a);

Telha de fibrocimento, medidas 400 mm x 230 mm e 4 mm de espessura., Figura 02(b).



Figura 02 – Telhas utilizadas no estudo, (a) telha de barro português e (b) telha fibrocimento.

2.1 Etapa 1: Experimento em Laboratório

O experimento em laboratório foi realizado na cidade de Itaperuna-RJ, no Laboratório de Tratamentos Térmicos da Faculdade Redentor, no período de inverno e primavera entre setembro e outubro de 2013.

2.1.1 Montagem das bancadas de teste

Para a execução do experimento foi montada uma bancada de testes de madeira com inclinação de 22°, composta também por um refletor de 500 W de potência e 127 V, fixado na bancada de modo que o refletor ficasse paralelo a bancada inclinada e a 15 cm de distância da superfície da telha. A Figura 03 apresenta a bancada teste utilizada nos experimentos em laboratórios.



Figura 03 - Bancada de teste utilizadas nos testes em laboratório e em campo.

2.1.2 Secagem das telhas

Antes das medições na bancada foi realizada a secagem das telhas de barro e fibrocimento, onde estas foram levadas a uma estufa para secagem à uma temperatura aproximada de 200 °C por um período de 2 horas, com o objetivo de retirar a umidade retida em seu interior. No final do processo de secagem, as telhas foram depositadas em local fechado para alcançarem o equilíbrio térmico à temperatura ambiente (Almeida, 2009).

Para a confirmação do processo de secagem, antes de se efetuar as aspersões, as telhas foram submetidas ao calor do refletor sem aspersão de água até que iguallassem

suas temperaturas, confirmando o aquecimento uniforme de ambas.

2.1.3 Aspersão de água nas telhas

Na primeira fase de medição em laboratório, foi efetuada a aspersão de água, com temperatura de 24 °C, sobre a superfície externa de somente uma das telhas, em intervalos de dez minutos, e a outra telha foi mantida seca (sem aspersão de água) até o fim do experimento.

Foram medidas nesse experimento, utilizando o termômetro de infravermelho e o multímetro digital, as temperaturas superficiais internas (TSi) e externas (TSe) de cada telha. As medições foram feitas em intervalos de dez minutos nas duas telhas, a seca e a úmida, e também foram realizadas medições na telha úmida, dois minutos após a aspersão de água.

Na segunda fase das medições, os métodos e os materiais utilizados foram os mesmos da primeira fase, porém o intervalo entre as aspersões foi reduzido para cinco minutos, a fim de comprovar qual intervalo seria mais eficiente.

As medições foram feitas em intervalos de cinco minutos nas duas telhas, a seca e a úmida, e também foram realizadas medições na telha úmida, dois minutos após a aspersão de água.

De acordo com os estudos realizados por Nascimento (2005), o volume ideal para que se cubra toda a telha de barro e fibrocimento com água é de 120 ml por hora, em aspersões com intervalos de 10 minutos, totalizando seis aspersões de 20 ml, e em intervalos de cinco minutos, no total de doze aspersões de 10 ml.

A água foi aspergida sobre as telhas por meio de um borrifador manual, para umedecer à telha em forma de gotículas, facilitando o processo de evaporação. O volume da água a ser borrifada foi medida com o auxílio de béquer.

2.2 Etapa 2: Experimento de Campo

A bancada de testes dos experimentos em campo foi a mesma da primeira etapa, porém sem o apoio de madeira para o refletor. O processo de secagem também foi repetido aqui, como descrito na seção 2.1.2.

2.2.1 Aspersão de água nas telhas

As medições foram feitas em duas telhas situadas lado a lado. Uma delas foi mantida seca, enquanto a outra recebeu a aspersão de água sobre sua superfície externa, em intervalos de dez minutos, durante duas horas.

As medições foram feitas do mesmo modo que em laboratório, porém com duração de duas horas consecutivas, em ambas as fases de medições com cinco e dez minutos foram medidas as temperaturas superficiais internas e externas de um par de telhas por vez.

Na primeira fase de experimento em campo as medições foram realizadas em intervalos de dez minutos, sendo que a temperatura era medida anteriormente à aspersão em ambas as telhas em suas superfícies externas e internas, segundos após a aspersão e dois minutos passada a aspersão na superfície interna e externa da telha úmida. Na segunda fase dos experimentos em campo as medições eram feitas do mesmo modo porém em intervalos de cinco minutos.

Assim como na etapa anterior, as telhas foram simplesmente apoiadas sobre a estrutura, porém neste experimento as telhas ficaram inclinadas em 30% (aproximadamente 22°), como apresentado na Figura 04.

A bancada do experimento foi orientada para o Norte, sem que nenhuma barreira física impedisse a circulação do ar e a incidência de radiação solar direta, portanto, sujeita às variações de temperatura e umidade do ar.

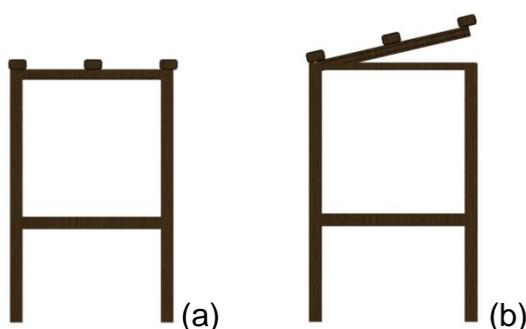


Figura 04 - Detalhe da inclinação da bancada do experimento em campo, em (a) inclinação de 0° e em (b) inclinação de 22°.

Com base nos dados obtidos neste experimento, foram identificadas as correlações entre as diferenças das temperaturas superficiais internas das telhas úmida e seca e os parâmetros psicrométricos registrados.

Assim como na etapa dos testes em laboratório, antes de se iniciar a aspersão de água, as telhas foram submetidas à uma hora de exposição, sob o calor do Sol, para confirmar o aquecimento uniforme de ambas.

2.3 Etapa 3: análise e comparação dos dados

Com os resultados obtidos nas etapas 1 e 2, foram apresentados por tipo de telha e tipo de experimento, gráficos de Temperatura Superficial Interna (TSI °C e TSId °C) por Períodos de tempo e gráficos de Temperatura Superficial Externa (TSE °C e TSEd °C) por Períodos de tempo.

Depois da obtenção de todos os resultados dos dois tipos de telhas e dos dois tipos

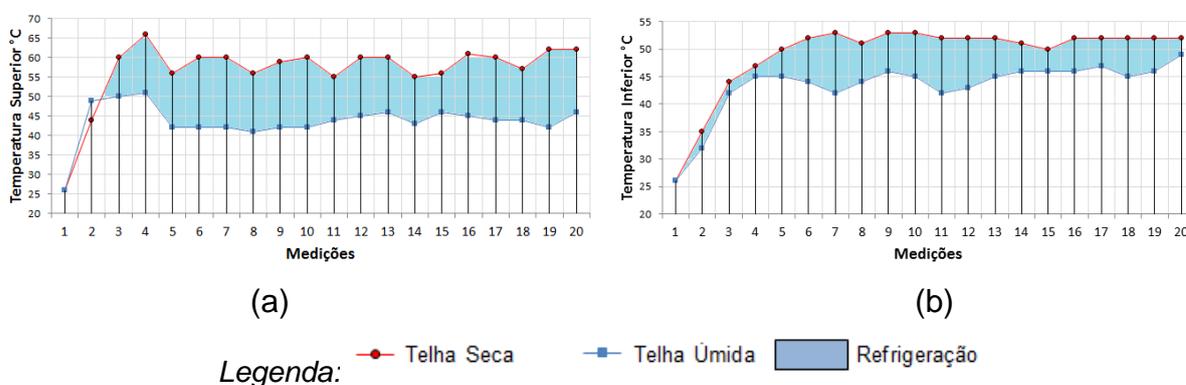
de experimentos, foi feito um estudo comparativo entre os tipos de telhas e entre os diferentes intervalos de medição.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Resultados em laboratório

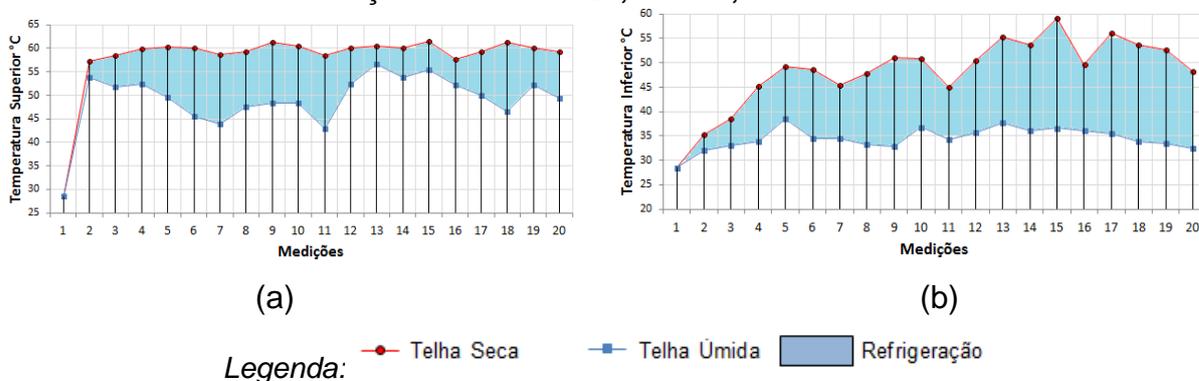
Durante as medições na telha de barro com intervalos de dez minutos os dados registrados do ambiente foram: a temperatura de bulbo seco (TBS) foi de 28,2°C e a umidade relativa (UR) foi de 60%. A gráfico 01(a) apresenta graficamente as temperaturas superficiais superiores e na gráfico 01(b) as temperaturas superficiais inferiores na telha de barro durante as vinte medições, com intervalos de dez minutos.

Gráfico 01 - Gráfico (a) temperaturas superficiais superiores e gráfico (b) temperaturas superficiais inferiores na telha de barro durante as vinte medições, com intervalos de dez minutos. Condições ambientais: 28,2°C e 60% de umidade relativa.



A gráfico 02 apresenta graficamente as temperaturas superficiais superiores e inferiores na telha de barro durante as vinte medições, com intervalos de cinco minutos.

Gráfico 02 - Gráfico (a) temperaturas superficiais superiores e gráfico (b) temperaturas superficiais inferiores na telha de barro durante as vinte medições, com intervalos de cinco minutos. Condições ambientais: 27,1°C e 64,6% de umidade relativa.



A Tabela 01 mostra as temperaturas máximas, temperaturas médias e temperaturas mínimas das vinte medições realizadas em cada uma das etapas de ambas telhas de barro.

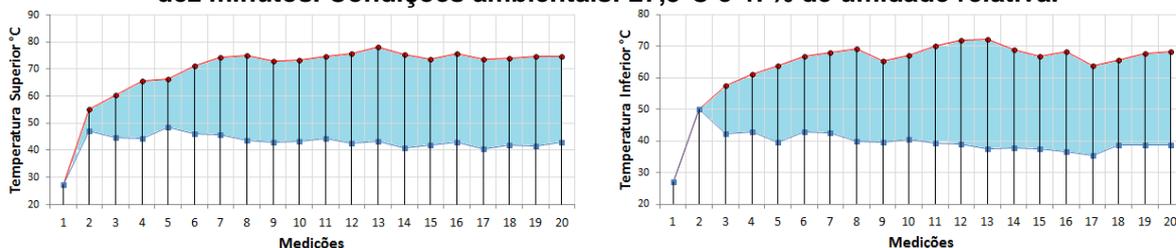
Nota-se que houve uma importante diferença entre o valor máximo alcançado e o valor mínimo em cada etapa.

Tabela 01 - Temperaturas da telha de barro.

Variáveis	10 minutos		5 minutos		10 minutos		5 minutos	
	Telha seca				Telha úmida			
	Temp. Superior	Temp. Inferior						
Temperatura Máxima (°C)	66,0	53,0	61,6	59,2	58,0	45,0	58,7	38,5
Temperatura Média (°C)	56,8	49,1	59,7	49,2	46,7	41,4	52,6	34,8
Temperatura Mínima (°C)	44,0	35,0	57,2	35,2	40,0	35,0	46,3	32,0

A Gráfico 03 apresenta graficamente as temperaturas superficiais superiores e inferiores na telha de fibrocimento durante as vinte medições, com intervalos de dez minutos.

Gráfico 03 - Gráfico (a) temperaturas superficiais superiores e gráfico (b) temperaturas superficiais inferiores na telha de fibrocimento durante as vinte medições, com intervalos de dez minutos. Condições ambientais: 27,3°C e 47% de umidade relativa.



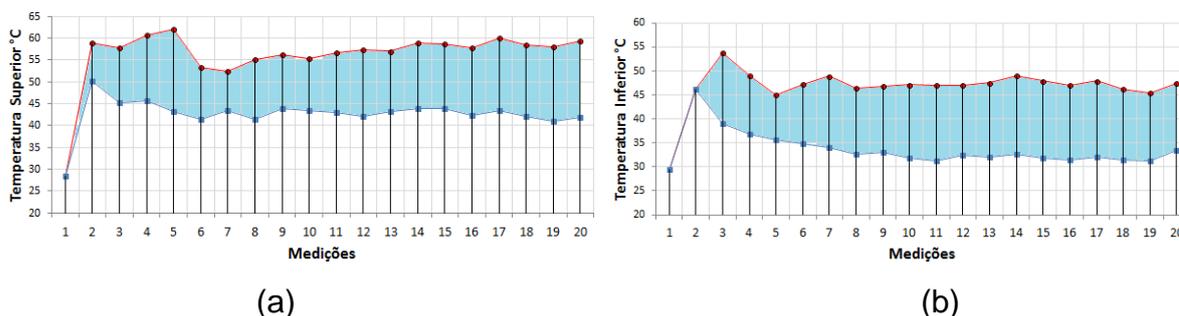
(a)

(b)

Legenda: ● Telha Seca ■ Telha Úmida ■ Refrigeração

A Gráfico 04 apresenta graficamente as temperaturas superficiais superiores e inferiores na telha de barro durante as vinte medições, com intervalos de cinco minutos.

Gráfico 04 - Gráfico (a) temperaturas superficiais superiores e gráfico (b) temperaturas superficiais inferiores na telha de fibrocimento durante as vinte medições, com intervalos de cinco minutos. Condições ambientais: 28,5°C e 55,4% de umidade relativa.



Legenda: ● Telha Seca ■ Telha Úmida ■ Refrigeração

A Tabela 02 mostra as temperaturas máximas, temperaturas médias e temperaturas mínimas das vinte medições realizadas nos experimentos com telha de fibrocimento.

Tabela 02 - Temperaturas da telha de fibrocimento.

Variáveis	10 minutos		5 minutos		10 minutos		5 minutos	
	Telha seca				Telha úmida			
	Temp. Superior	Temp. Inferior						
Temperatura Máxima (°C)	78,2	72,2	62,1	53,8	55,0	42,5	58,1	42,5
Temperatura Média (°C)	69,5	64,0	56,1	46,6	46,2	38,4	45,3	32,9
Temperatura Mínima (°C)	27,1	27,1	52,4	45,0	27,1	35,4	41,0	30,1

Durante as medições realizadas a telha de barro demonstrou a menor capacidade de variação entre a temperatura seca e a úmida depois das aspersões, nos testes de laboratório. Em relação a temperatura superficial inferior alcançou o menor valor de variação entre as telhas utilizadas no experimento.

Na telha de fibrocimento houve variações em um mesmo momento de medição de até 34,8°C entre os resultados da temperatura superior seca e da temperatura úmida superior depois da aspersão de água e de até 34,5°C entre a temperatura inferior da telha seca e a temperatura inferior depois da aspersão na telha úmida.

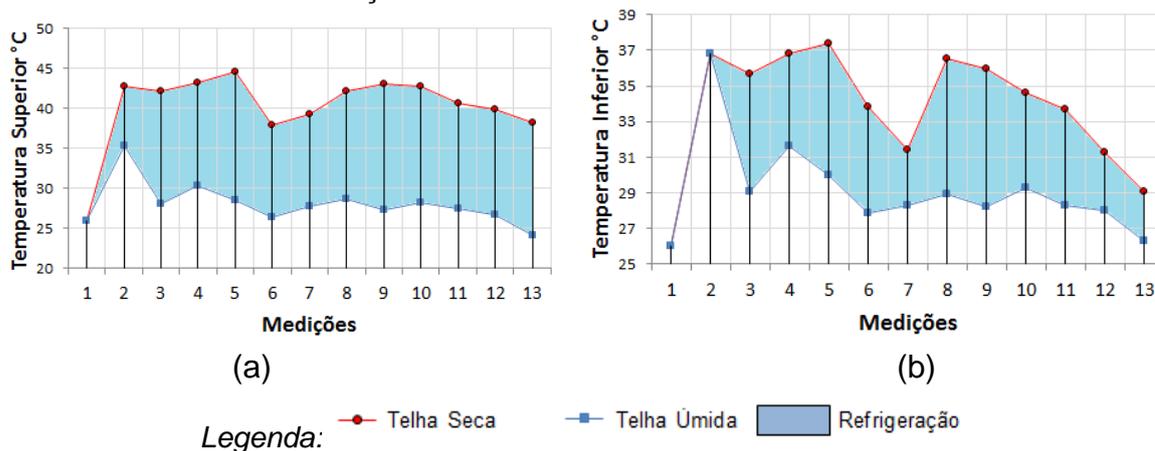
A aspersão de água sobre as telhas de barro e fibrocimento em laboratório reduziu significativamente as temperaturas superficiais inferiores e superiores das mesmas. Porém, o método de utilização dos refletores no laboratório não permitiu um comparativo seguro

com as situações reais.

3.2 Resultados dos experimentos em campo

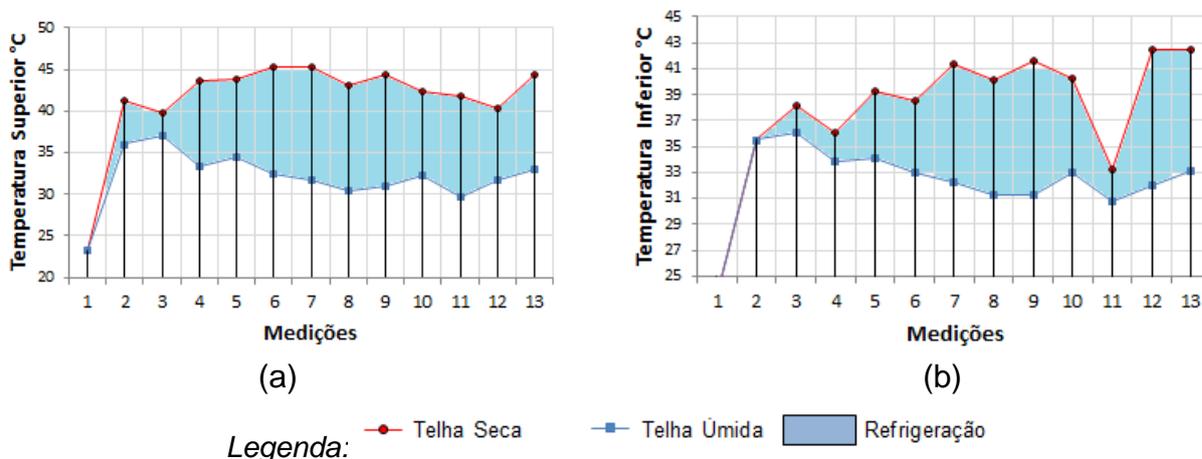
A Gráfico 05 apresenta os resultados das temperaturas superficiais superiores e inferiores na telha de barro, durante duas horas com intervalos de dez minutos.

Gráfico 05 - Gráfico (a) temperaturas superficiais superiores e gráfico (b) temperaturas superficiais inferiores na telha de barro durante as treze medições, com intervalos de dez minutos. Condições ambientais: 38°C e 47% de umidade relativa.



A Gráfico 06 mostra graficamente em (a) as temperaturas superficiais superiores e em (b) as temperaturas superficiais inferiores na telha de barro, durante duas horas com intervalos de cinco minutos.

Gráfico 06 - Gráfico (a) temperaturas superficiais superiores e gráfico (b) temperaturas superficiais inferiores na telha de barro durante as treze medições, com intervalos de cinco minutos. Condições ambientais: 26,4°C e 68,4% de umidade relativa.



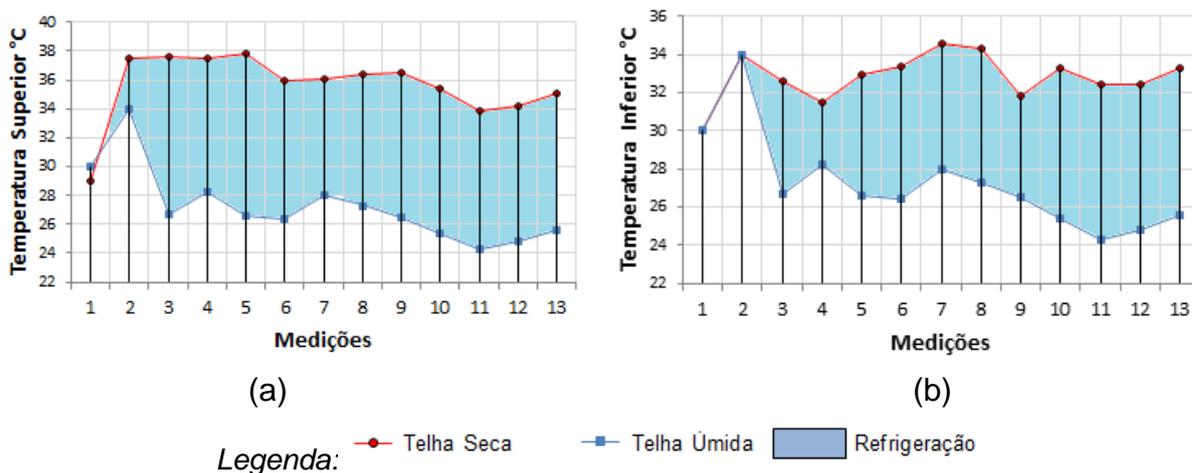
A Tabela 03 mostra as temperaturas máximas, temperaturas médias e temperaturas mínimas das treze medições realizadas na telha de barro.

Tabela 03 - Temperaturas da telha de barro – Experimento em campo.

Variáveis	10 minutos		5 minutos		10 minutos		5 minutos	
	Telha seca				Telha úmida			
	Temp. Superior	Temp. Inferior						
Temperatura Máxima (°C)	44,6	37,4	51,7	48,4	42,8	35,8	41,2	35,8
Temperatura Média (°C)	41,4	34,4	45,1	41,5	30,5	28,7	32,8	30,9
Temperatura Mínima (°C)	37,9	29,1	40,4	33,2	26,4	25,9	28,2	26,9

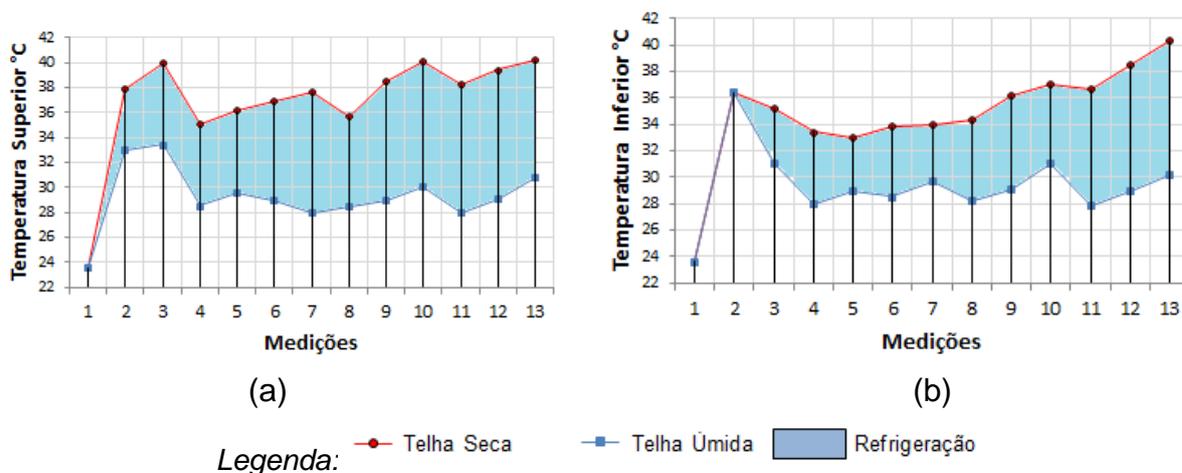
A Gráfico 07 apresenta graficamente as temperaturas superficiais superiores e inferiores na telha de fibrocimento durante as treze medições, com intervalos de dez minutos.

Gráfico 07 - Gráfico (a) temperaturas superficiais superiores e gráfico (b) temperaturas superficiais inferiores na telha de fibrocimento durante as vinte medições, com intervalos de dez minutos. Condições ambientais: 32,7°C e 56,8% de umidade relativa.



A Gráfico 08 apresenta graficamente as temperaturas superficiais superiores e inferiores na telha de fibrocimento durante as treze medições, com intervalos de cinco minutos.

Gráfico 08 - Gráfico (a) temperaturas superficiais superiores e gráfico (b) temperaturas superficiais inferiores na telha de fibrocimento durante as vinte medições, com intervalos de cinco minutos. Condições ambientais: 33,4°C e 45,5% de umidade relativa.



A Tabela 04 mostra as temperaturas máximas, temperaturas médias e temperaturas mínimas das treze medições.

Tabela 04 - Temperaturas da telha de Fibrocimento – Experimento em campo.

Variáveis	10 minutos		5 minutos		10 minutos		5 minutos	
	Telha seca				Telha úmida			
	Temp. Superior	Temp. Inferior						
Temperatura Máxima (°C)	37,8	34,6	42,2	45,5	37,5	31,7	37,9	32,9
Temperatura Média (°C)	35,1	31,4	38,1	36,1	28,1	27,3	29,2	27,4
Temperatura Mínima (°C)	28,0	24,1	35,0	33,0	20,5	21,2	25,6	23,4

Observa-se com o experimento em campo que as reduções de temperaturas superficiais na telha de barro e fibrocimento não ultrapassaram 17°C com os mesmos intervalos de medição.

Após a análise de todos os dados das medições, pode-se entender que o melhor intervalo entre as aspersões em campo foi o de cinco minutos, obtendo o melhor desempenho. As medições em intervalos de cinco minutos alcançaram maior variação de temperatura, garantindo maior eficiência ao sistema aplicado.

CONCLUSÕES

Através deste estudo chegaram-se as seguintes conclusões:

Os experimentos em laboratório em intervalos de dez minutos demonstraram que em condições controladas, a evaporação reduziu a temperatura superficial interior em até 15,0°C na telha de barro e de até 34,5°C na telha de fibrocimento. Já em intervalos de cinco minutos demonstraram que a evaporação reduziu a temperatura superficial interior em até 19,7°C na telha de barro e de até 17,4°C na telha de fibrocimento.

Os experimentos em campo demonstraram que apesar das condições como: ventos e nebulosidade, foi possível reduzir a temperatura superficial das telhas. Em intervalos de dez e cinco minutos a telha de barro obteve redução de 8,9°C e 16,4°C, respectivamente. E a telha de fibrocimento obteve redução de 8,4°C e 14,3°C em intervalos de dez e cinco minutos respectivamente.

Foi possível comprovar que o intervalo de cinco minutos é o mais eficiente, por alcançar maiores variações de temperaturas, tanto na superior quanto na inferior, comparando se com os intervalos de dez minutos das telhas de barro e fibrocimento.

Assim, a aspersão de água sobre as superfícies superiores das telhas de barro e fibrocimento reduz a temperatura superficial inferior das mesmas por meio da refrigeração evaporativa. Sendo este um potencial método de resfriamento passivo de telhados na região de Itaperuna- RJ.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. M. G; BARBOSA, C. R. F., FONTES, A. O. Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica- Análise de viabilidade da aplicação do resfriamento evaporativo no estado do Rio Grande do Norte. Belém – PA – 2009.

APOLO11. COM. Disponível em: <www.apolo11.com>. Acesso em:15 de abril de 2013.

ASHRAE ASHRAE Handbook Applications, 1995. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning.Engineers, SI Edition, cap. 47.

JUNIOR, J.U.D.; NOVAIS M. C. C. Instrumentação e Controle de um sistema de ar condicionado Híbrido utilizando Bacnet sobre Zigbee. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia Curso de Graduação em Engenharia de Controle e Automação Brasília, 2010.

NASCIMENTO, G. Refrigeração evaporativa de telhados por meio de gotejamento de água. Experimento em bancada de testes. Dissertação de Mestrado- Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

RORIZ, M. Potencial de Uso da Refrigeração Evaporativa em edificações. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo- USP. São Carlos, SP.2003.

Sobre os Autores

Autor 1: Professor do Instituto Federal Fluminense. Mestre em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense. E-mail: juvenil.junior@iff.edu.br

Autor 2: Daniele Fernandes Cordeiro Citeli, Graduada em Engenharia Mecânica pela Faculdade Redentor. E-mail: daniele_citele@hotmail.com

Autor 3: Verônica Gonçalves Reis Mota, Graduada em Engenharia Mecânica pela Faculdade Redentor. E-mail: v.reis2009@hotmail.com