XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

# Desempenho térmico de telhões de argamassa no semiárido alagoano

## Thermal performance of mortar roofs in the semi-arid of Alagoas-Brasil

**Eduardo Siqueira Cadete**
Universidade Federal de Alagoas | Maceió | Brasil | eduardo.cadete@arapiraca.ufal.br
**Dayany Barreto Vasconcelos**
Universidade Federal de Alagoas | Maceió | Brasil | vasconcelosdb@gmail.com
**Ricardo Victor Rodrigues Barbosa**
Universidade Federal de Alagoas | Maceió | Brasil | rvictor@fau.ufal.br

### Resumo

*As coberturas em edificações no semiárido brasileiro estão expostas à intensa radiação solar durante todo o ano, impactando fortemente no desempenho térmico da edificação. Objetivou-se analisar o desempenho térmico de telhões de argamassa com sisal, no período do verão, sob duas formas de tratamento da superfície: in natura e pintada com cal, comparadas com telhas cerâmicas e fibrocimento. Foram usados monitorados dados de temperatura superficial externa e temperatura do ar interno. O telhão pintado com cal obteve melhor desempenho térmico quando comparado às demais coberturas, com diferença de temperatura superficial de 9,1 °C, ao meio-dia.*

Palavras-chave: Temperatura superficial. Coberturas. Células-teste. Pesquisa experimental. Telhão de argamassa com sisal.

### Abstract

*The roofs in buildings in the Brazilian semiarid are exposed to intense solar radiation throughout the year, strongly impacting the thermal performance of the building. The research aimed to analyze the thermal performance of mortar screens with sisal, in the summer period, from two forms of surface treatment: fresh and painted with lime, compared with ceramic tiles and fiber cement. The external surface temperature and internal air temperature were monitored. The mortar tile painted with lime obtained better thermal performance when compared to the other covers, with a surface temperature difference of 9.1 C, at noon.*

Keywords: Surface temperature. Roofs. Test cells. Experimental research. Mortar tiles with sisal.

Como citar:
CADETE, E.S, VASCONCELOS, D. B. BARBOSA, R. V. R. Desempenho térmico de telhões de argamassa no semiárido alagoano. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. XXX-XXX.

## INTRODUÇÃO

A coberta se caracteriza por ser um importante meio de transferência de calor entre área externa e interna da edificação. Quando bem planejada, essa superfície pode contribuir para o conforto térmico nos ambientes internos, além de reduzir o consumo de energia usado para resfriamento. Em edificações térreas, a coberta apresenta grande taxa de ganho de calor, haja vista ser a superfície mais exposta à radiação solar direta [1]. Os materiais e o tratamento usados na coberta são fatores determinantes para a redução da carga térmica no interior das edificações.

O semiárido brasileiro apresenta características climáticas hostis, com chuvas irregulares ao longo do tempo e precipitações anuais abaixo de 800 mm. A região também é caracterizada pela elevada insolação de 2.500 h/ano, com fator ultravioleta variando de 8, no inverno, a 12, no verão [2]. Essas variações climáticas do semiárido brasileiro podem contribuir em um aumento de carga térmica para o interior da edificação, fazendo com que os critérios mínimos de conforto para os usuários não sejam atingidos [3].

Em uma recente análise [4] foram realizadas pesquisas experimentais com uma telhões de argamassa dentro do contexto climático do semiárido alagoano. Foi observado que ele é capaz de agregar diversos benefícios, como processos simples de fabricação, facilitando a prática da autoconstrução, seu baixo custo de materiais e moldagem, além de dispensa do processo de queima na sua produção [4] [5]. Apesar dos inúmeros benefícios, a sua prática construtiva não é popular, por isso se vê a importância de uma investigação detalhada sobre as propriedades térmicas do produto, aumentando assim a produção de dados da cobertura e consequentemente a confiabilidade na mesma.

Dessa forma, a presente investigação teve como objetivo analisar o desempenho térmico de telhões de argamassa na região do semiárido brasileiro a partir de duas formas de tratamento da superfície da telha (in natura e pintada com cal) em comparação com telhas cerâmicas e fibrocimento. Para tanto, foi realizada pesquisa experimental com células-testes em condições representativas de verão quente e seco na região.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A investigação foi realizada no município de Arapiraca, localizado na mesorregião do Agreste Alagoano, na parte central do Estado de Alagoas, entre a latitude 9°75’25’’ Sul e longitude 36°60’11’’ Oeste. O município encontra-se na delimitação da região do Semiárido brasileiro com outros 37 municípios do Estado de Alagoas, tomando-se como critérios de classificação a precipitação média igual ou inferior a 800 mm, conforme as Resoluções nº 107, de 27/07/2017 e nº 115, de 23/11/2017 [6].

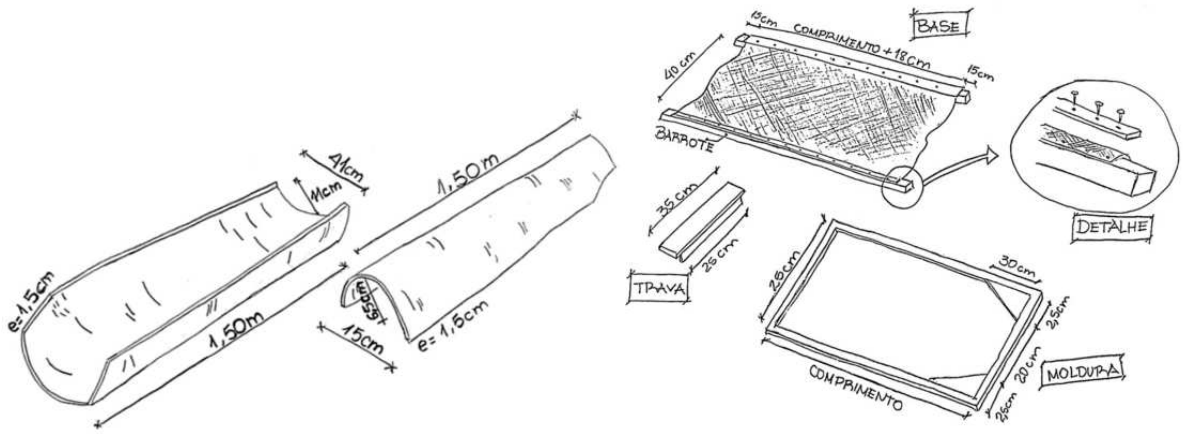
O município possui clima composto basicamente de duas estações: período quente e úmido (abril a setembro), caracterizado por temperatura do ar menos elevada, alta

umidade relativa do ar e reduzida amplitude térmica diária; e período quente e seco (outubro a março), com temperaturas do ar mais elevada, redução expressiva da umidade relativa do ar e elevada amplitude térmica diária [7]. A temperatura média anual varia entre 22,1 °C e 26,5 °C, com amplitudes térmicas diárias entre 8 °C (meses úmidos) e 12 °C (meses secos). A média da umidade relativa do ar varia entre 70% e 80%, nos meses de maior umidade, podendo apresentar-se abaixo de 20% durante as tardes dos meses secos [7].

## CONFECÇÃO DOS TELHÕES DE ARGAMASSA

O telhão de argamassa foi composto por uma mistura de cimento e areia com fibra vegetal (sisal). Sua composição na coberta compreende dois moldes: canal e capote. O molde canal possui dimensões correspondentes a 1,50 m de comprimento, 41 cm de largura e 1,5 cm de espessura e tem a função de escoamento da água. O molde capote possui dimensões menores na largura, correspondendo a 1,50 m de comprimento, 15 cm de largura e 1,5 cm de espessura, com função de vedação entre os moldes canal (Figura 1).

**Figura 1: Croqui do molde canal e suas dimensões (à esquerda); croquis do molde capote e suas dimensões (à direita)**




Fonte: Os autores, 2021.

As células-teste estão localizadas dentro da área do Campus Arapiraca da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), dispostas a uma distância de 3,75 m entre si, de forma a não projetarem sombras entre elas.

Foram constituídas em alvenaria de tijolo cerâmico de 6 furos, revestidas em ambos os lados com argamassa de areia e cimento sobre uma fundação radier e piso de concreto. As paredes possuem as faces externas caiadas (pintadas a cal).

Cada célula-teste possui dimensões externas de 1,30 m x 1,30 m x 1,35 m, resultando em um volume interno aproximado de 1 m³. A cobertura possui inclinação de 20% orientada para Norte. As portas foram confeccionadas em madeira, medindo 0,45 m x 0,85 m, sendo a única abertura existente para acesso ao interior da célula-teste (Figura 2), as quais foram mantidas fechadas durante todo o período de monitoramento.

**Figura 2: Elementos construtivos e dimensionamento das células-teste**




Fonte: Os autores, 2021.

O traço da argamassa utilizado para confecção dos telhões foi de 1:3 em volume, na proporção de 1 kg de cimento para 3 litros de areia fina, conforme orientação da Cartilha para fabricação do telhão em argamassa armada [8]. Foram utilizados 3,75 litros de água para cada telha.

Na confecção dos telhões usados nesta investigação, foram acrescentadas fibras de sisal à argamassa, com vistas a aumentar a resistência das peças, facilitando a remoção dos moldes e o manuseio dos telhões até sua aplicação na coberta. A escolha do sisal como fibra natural deve-se ao fato de dele apresentar melhor resistência a tração, acresce maior durabilidade a matriz cimentícia e é um material orgânico de alta desempenho [9]. Para a pesquisa foram produzidas duas formas do molde canal e duas do molde capote.

Para moldagem das peças, a argamassa foi vertida sobre uma lona estirada sobre uma chapa de compensado. Esta usada para garantir uma superfície plana, sem imperfeições, de modo a não comprometer o processo da confecção das peças.

Após o preenchimento das formas, foram usados dois cavaletes nivelados para o processo de secagem e modelagem final do telhão. O processo de confecção e moldagem é ilustrado na Figura 3.

**Figura 3 – Confecção e moldagem dos telhões de argamassa a partir de traço de areia e cimento (à esquerda acima); acrescido de fibra vegetal (à esquerda abaixo); misturado com água (à esquerda ao centro); vertido sobre lona esticada sobre chapa de compensado (à direita ao centro e à direita acima); a qual foi posteriormente apoiada sobre dois cavaletes nivelados para processo de secagem e moldagem das peças (à esquerda abaixo).**



Fonte: Os autores, 2021.

A secagem total da argamassa ocorreu em 24 h. Após este período, a peça foi retirada do cavalete e posicionada verticalmente à sombra, sendo molhada três vezes ao dia, durante uma semana, com vistas a concluir adequadamente o processo de cura (Figura 4 à esquerda).

Concluído o processo de confecção de dez telhões, cinco peças foram pintadas com duas demãos de cal, apenas na face exposta à radiação solar direta (Figura 4 ao cetro). Após a secagem das peças, as mesmas adquirem uma coloração branca (Figura 4 à direita).

**Figura 4 – Molhagem das peças adequada ao processo de cura dos telhões (à esquerda); pintura com cal em cinco peças (ao centro); finalização e secagem da pintura nas peças (à direita)**



Fonte: Os autores, 2021.

Para a presente investigação, foram analisados cinco tipos de telhas: (1) telhões de argamassa com sisal em sua composição sem qualquer tratamento da superfície, a qual denominamos *in natura*, (2) telhões de argamassa com sisal pintando com duas demãos de cal, (3) telhas cerâmicas lavadas, (4) telhas cerâmicas com dois anos de uso e (5) telhas de fibrocimento (Tabela 1). A escolha pelas telhas cerâmicas e de fibrocimento deve-se ao fato destas serem as mais utilizadas na região.

**Tabela 1 – Tipos de telhas analisados**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |
| **TAn** | **TAc** | **TCl** | **TCa** | **TFn** |
| Telhão de argamassa *in natura* | Telhão de argamassa caiado | Telha cerâmica lavada | Telha cerâmica com dois anos de uso | Telha de fibrocimento com um ano de uso |

Fonte: Os autores, 2021.

## PROCEDIMENTOS PARA REGISTRO DAS TEMPERATURAS SUPERFICIAIS E DO AR INTERNO

Foram registrados valores de temperatura superficial externa e temperatura do ar interno nas cinco células-teste usadas nesta investigação. Os dados foram registrados entre 6 h e 18 h, em intervalos de 3 h, em um dia típico de verão, com céu claro e ar calmo.

As temperaturas superficiais externas das cobertas foram obtidas a partir de imagens termais registradas com câmera termográfica da marca FLIR, modelo i7, com resolução 120 x 120 pixels de infravermelho e precisão de $\pm$2,0 °C, para uma temperatura ambiente entre 10 °C a 35 °C [10]. A câmera foi posicionada a uma distância média de 2,72 m do ponto central da face externa da coberta e os valores médios de temperatura foram extraídos com auxílio do *software* FLIR Tools, vinculado ao equipamento. A paleta de cores das imagens foi ajustada para *rainbow* e os limites de temperatura para 20 °C (mín.) e 50 °C (máx.), determinados a partir dos valores mínimos e máximos registrados nas cobertas.

As temperaturas do ar interno foram registradas com *dataloggers* da marca Hobo®, modelo UX100-003, com acurácia de ±0,21 °C, de 0° a 50°C, e resolução de 0,024 °C, à 25 °C. Os equipamentos foram programados para registrar dados contínuos em intervalos de 60 min e instalados no centro geométrico do espaço interno das células-teste, localizados a 50 cm do piso e fixados por suportes de madeira. Os equipamentos e formas de monitoramento são detalhados na Figura 5.

**Figura 5 – Câmera termográfica FLIR, modelo i7 (à esquerda acima); *datalloger* HOBO®, modelo UX100-003 (à esquerda abaixo); posicionamento da câmera termográfica para registro da temperatura superficial das telhas (ao centro) e do *datalloger* no centro geométrico de cada célula-teste fixados em um suporte de madeira com base metálica para o monitoramento da temperatura do ar interna (à direita)**



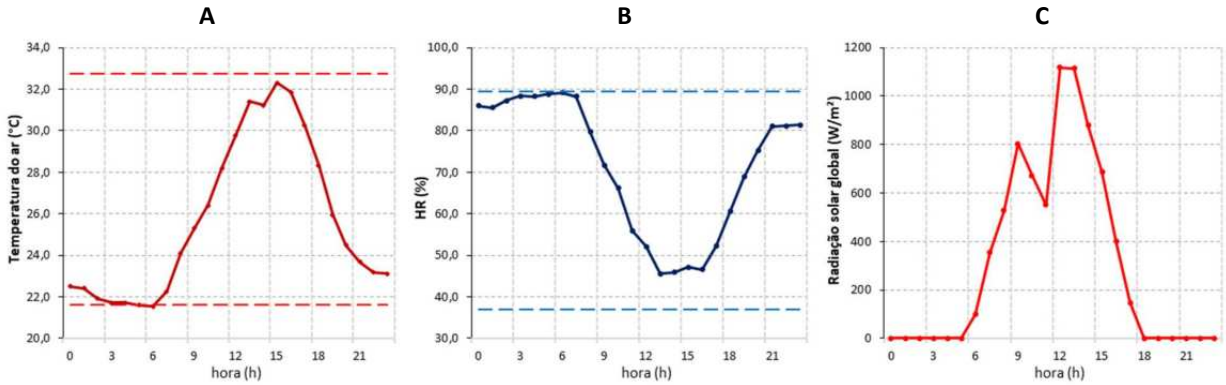

Fonte: Os autores, 2021.

## PERÍODO DE MONITORAMENTO

A campanha de monitoramento experimental foi realizada no dia 07/01/2021. Neste dia, a estação meteorológica automática de superfície do Laboratório de Agrometeorologia (LAGROM), instalada no *Campus* Arapiraca da UFAL, registrou temperatura do ar com máxima de 32,3 °C, às 15 h – valor próximo à média esperada para o mês de janeiro (32,7 °C), com amplitude térmica diária de 10,8 °C (Figura 6 à esquerda). A umidade relativa do ar alcançou mínima de 45%, às 13 h – valor superior à média da mínima esperada de 37 %. (Figura 6 ao centro). Os valores médios mensais

foram extraídos de Silva (2019). Os registros de radiação solar global evidenciam condições de céu claro, estando parcialmente encoberto no final da manhã, com máxima horária de 1118,0 W/m² (Figura 6 à direita). Assim, o dia de campanha pode ser caracterizado como um dia típico representativo de verão, no contexto climático da região semiárida em estudo.

**Figura 6 – Gráfico do comportamento da temperatura do ar (à esquerda); da umidade relativa do ar (ao centro) no dia 07/01/2021, comparados aos valores máximos e mínimos mensais para o mês de janeiro[7]; radiação solar global (W/m2), no dia 07/01/2021 (à direita)**




Fonte: Os autores, 2021.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### TEMPERATURAS SUPERFICIAIS EXTERNAS

Para analisar a temperatura superficial, foram utilizados valores de temperatura superficial mínimo, máximo e médios encontrados no recorte da área da cobertura na imagem termográfica no instante em que a foto foi feita.

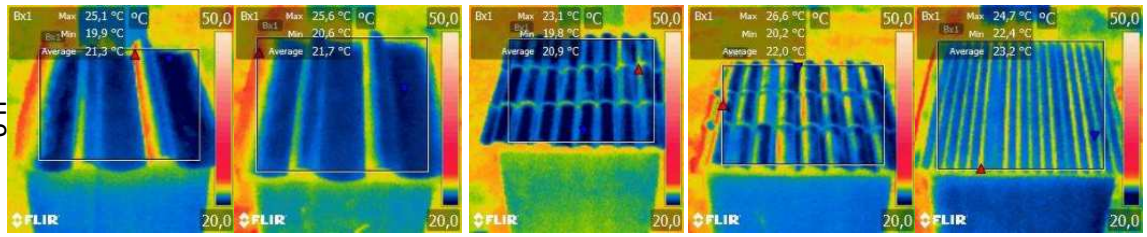
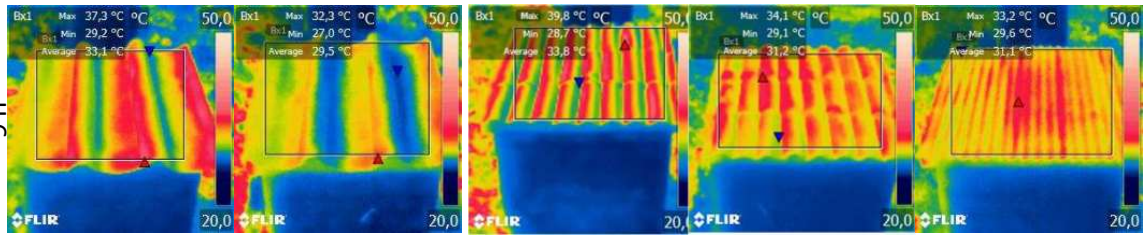
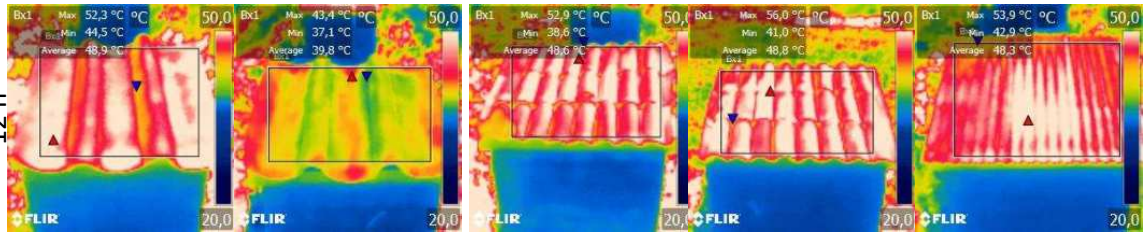
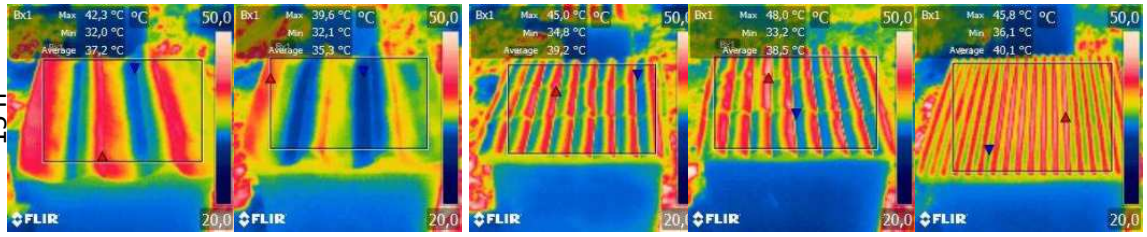
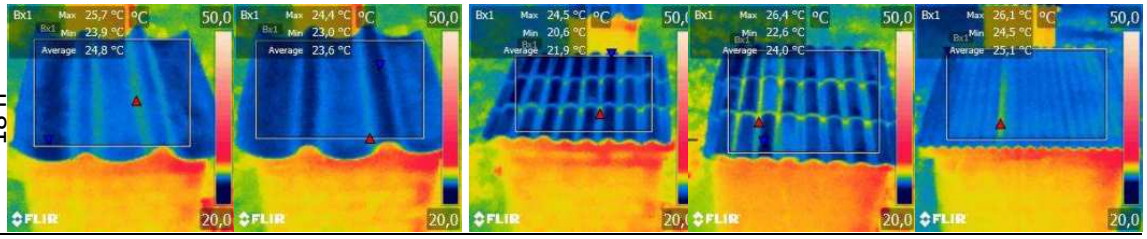
A Tabela 2 apresenta os valores de temperatura superficial externa média das cinco cobertas analisadas. As imagens termográficas permitem visualizar a radiação de infravermelho emitida pelas superfícies, podendo ser convertida em valores de temperatura superficial. A Tabela 3 apresenta imagens termográficas externas das telhas analisadas nas quais é possível distinguir os diferentes comportamentos térmicos das coberturas ao longo do dia de monitoramento.

**Tabela 2: Valores médios da temperatura superficial externa nas cinco células-teste no dia 07/01/2021**

| | TAn | TAc | TCl | TCa | TFn |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 h | 21,3 | 21,7 | 20,9 | 22,0 | 23,2 |
| 9 h | 33,1 | 29,5 | 33,8 | 31,2 | 31,1 |
| 12 h | 48,9 | **39,8** | 48,6 | 48,8 | 48,3 |
| 15h | 37,2 | 35,3 | 39,2 | 38,5 | 40,1 |
| 18 h | 24,8 | 23,6 | 21,9 | 24,0 | 25,1 |

Fonte: Os autores, 2021.

**Tabela 3 – Imagens termográficas externas das coberturas às 6 h, 9 h, 12 h, 15 h e 18h, no dia 07/01/2021**

| | TAn | TAc | TCl | TCa | TFn |
|---|---|---|---|---|---|
| |  | | | | |
| 6 h |  | | | | |
| 9 h |  | | | | |
| 12 h |  | | | | |
| 15 h |  | | | | |
| 18 h |  | | | | |

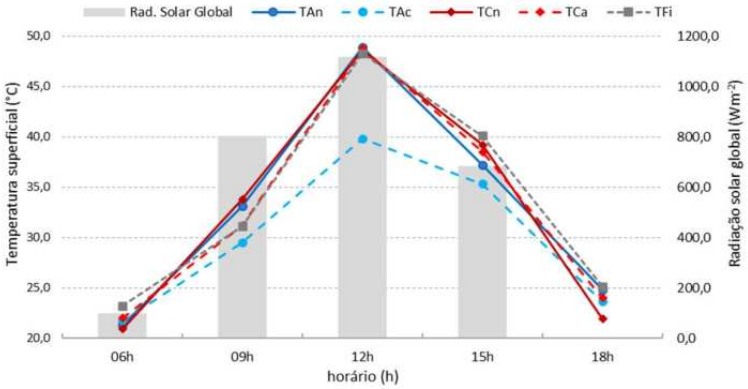
Fonte: Os autores, 2021.

Foram observadas maiores variações de temperatura superficial externa entre a telha cerâmica lavada (TCl, 20,9 °C) e fibrocimento (TFn, 23,2 °C) nos horários de pouca incidência de radiação solar global (6h e 18h). As diferenças de temperatura superficial de ambas no horário de 06h foi de 2,3 °C, enquanto no segundo horário, a diferença foi de 3,2 °C.

Os telhões apresentaram uma temperatura superficial semelhante durante o horário de 6h, horário em que recebe pouca incidência solar. A diferença de temperatura se torna mais significativa às 12h, onde apenas o telhão de argamassa caiado possui

menor temperatura dentre as demais coberturas analisadas, podendo ser justificado pela pintura a Cal na cor branca, responsável pelo aumento do albedo[1] na superfície. No horário de 12h, quando a radiação global chegou ao seu valor máximo (1118,0 Wm²) ocorreu a maior variação entre as temperaturas, o telhão caiado (TAc) apresentou uma temperatura superficial de 39,8 °C, enquanto o telhão natural (TAn) 48,9 °C, uma diferença térmica de 9,1 °C, como visto na Figura 7.

**Figura 7 – Temperaturas superficiais externas das coberturas e sua relação com a radiação solar global às 6 h, 9 h, 12 h, 15 h e 18 h no dia 07/01/2021**

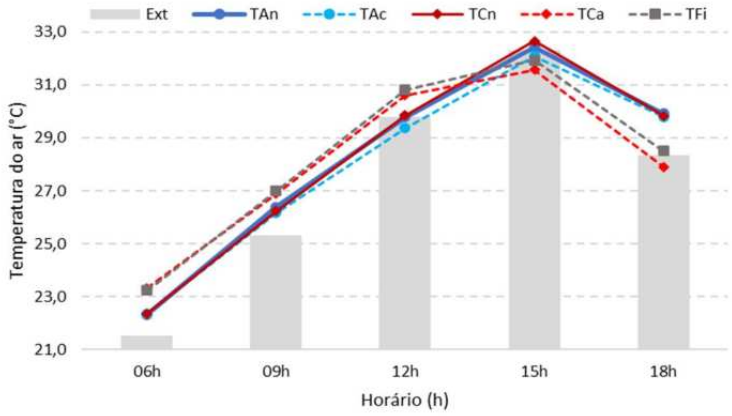



Fonte: Os autores, 2021.

## TEMPERATURAS DO AR INTERNO

A Figura 8 demonstra o comportamento da temperatura internado ar nas células teste e na Tabela 4 mostra os valores das temperaturas internas do ar. As maiores diferenças térmicas foram registradas às 18h entre o telhão natural (TAn) e a telha cerâmica antiga (TCa), com 29,9 °C e 27,9 °C respectivamente, uma diferença de 2 °C.

**Figura 8 – Comportamento da temperatura do ar interna nas células-teste e temperatura do ar externa às 6 h, 9 h, 12 h, 15 h e 18 h no dia 07/01/2021**




Fonte: Os autores, 2021.

[1] Albedo é um índice da capacidade que o material tem em refletir parte da radiação solar indecente, quanto maior o albedo, maior a porcentagem de radiação incidentes, os valores podem variar de 0a 1 [11].

**Tabela 4 – Valores da temperatura do ar interno nas cinco células-teste no dia 07/01/2021**

| | TAn | TAc | TCl | TCa | FIn |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 h | 22,3 | 22,4 | 22,4 | 23,3 | 23,2 |
| 9 h | 26,4 | 26,2 | 26,2 | 26,9 | 27,0 |
| 12 h | 29,8 | 29,4 | 29,8 | 30,6 | 30,8 |
| 15h | 32,4 | 32,1 | 32,6 | 31,6 | 31,9 |
| 18 h | **29,9** | 29,8 | 29,8 | **27,9** | 28,5 |

Fonte: Os autores, 2021.

O período de resfriamento das coberturas se inicia quando a incidência solar direta diminui na superfície das coberturas. O horário em que se percebe um maior atraso térmico dentro das células-teste acontece no pôr do sol às 18h, já que o interior da célula-teste ainda possui uma temperatura mais elevada que a externa, graças ao acúmulo de calor absorvido por parte das coberturas durante o dia.

Entre os dados de temperatura do ar interno e externo, observa-se uma diferença significativa entre as mesmas. Os dados comparativos entre temperatura do ar interno e externo são apresentados na Figura 8.

No período de 06h à 09h as temperaturas do ar no interior das células-teste foram superiores ao seu exterior devido à inércia térmica[2]. Já no restante do dia houve uma variação em que a temperatura externa se apresentou mais elevada que a interna. A exemplo disso, tem-se a TAc às 12h e 15h, e a TCa às 15h e 18h.

A maior diferença de temperatura em relação ao externo foi de 1,7 °C na TFi nos primeiros horários do dia. Já no final encontra-se a diferença mínima da TFi às 18h com 0,2 °C devido a sua baixa espessura (5mm) da cobertura em relação as demais com 15mm, como também o albedo e a condutividade térmica.

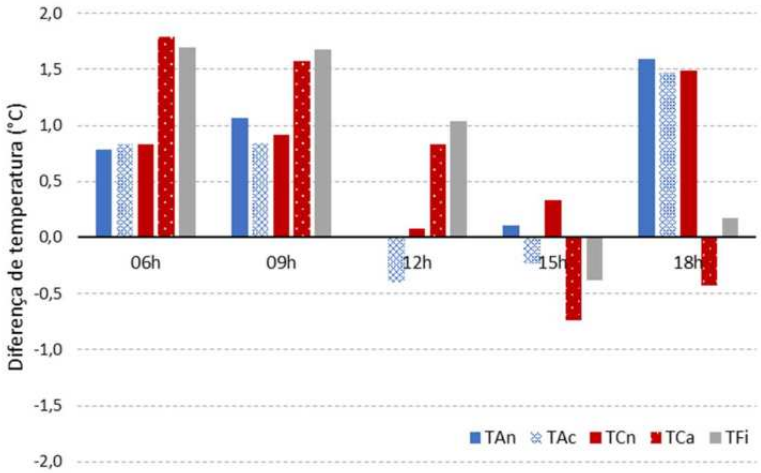
Para uma maior compreensão, a Figura 8 demonstra o comportamento da temperatura do ar interna em relação a temperatura do ar externa.

Analisando os horários de maior temperatura externa na região do semiárido em relação a temperatura do ar interno (12h e 15h), as TAc e TCl apresentaram um melhor desempenho térmico quando comparada aos demais. As temperaturas do ar interno nas duas células-teste (TAc e TCl), apresentaram-se menores que as demais, (Figura 8), supondo pelo auxílio do albedo na TAc e superfície mais clara e limpa na TCl, resultado menor radiação de calor absorvido pela superfície externa da cobertura.

A Figura 9 mostra a diferença da temperatura do ar interna nas células-teste em relação a externa, durante os horários analisados. Nos horários cuja temperatura do ar externa apresentaram menor valor (06h, 09h e 18h), os valores medidos no interior das células-teste foram semelhantes. Resultado similar é visto nas telhas cerâmicas e fibrocimento, nos horários de 06h e 09h, com diferença aproximada de 0,1 °C e chegando a 0,2 °C no horário das 12h, o que pode ser considerado insignificante, visto que a acurácia do equipamento é de +/- 0,2°C

[2] Inércia térmica é a capacidade de uma edificação de armazenar e liberar calor. [12]

**Figura 9 – Diferença de temperatura do ar interna nas células-teste com a temperatura do ar externa às 6 h, 9 h, 12 h, 15 h e 18 h no dia 07/01/2021**




Fonte: Os autores, 2021.

No que se refere aos parâmetros dos materiais, a transmitância térmica das três coberturas (telhão, cerâmica e fibrocimento) possui diferenças significativas. O telhão possui uma alta transmitância térmica (6,73 W/m²K) e alta condutividade térmica do concreto (1,75 (W/(m$^{-1}$ K$^{-1}$)), além da baixa espessura do telhão (1,5cm). Já a telha de fibrocimento, conforme a ABNT 15220 (ANO), possui transmitância térmica de (4,60W/m²K) e condutividade térmica de (0,65 W/(m$^{-1}$ K$^{-1}$)) [4]. Analisando ambas coberturas com a telha cerâmica, que possui uma condutividade térmica de 1,05 (W/(m$^{-1}$ K$^{-}$)), com espessura de 1,5cm e transmitância térmica de 4,55W/m²K, pode-se perceber que telha cerâmica possui grandes vantagens.

No caso analisado, mesmo o concreto tendo uma transmitância maior, estando ele caiado, obteve um desempenho melhor que a telha cerâmica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento mostrou um importante resultado para a análise no contexto climático do semiárido alagoano. Sendo observado que o telhão com fibra de sisal, como cobertura alternativa apresenta uma diferença de temperatura superficial entre a TAn e TCa de até 2°C.

A TCa passou por um processo de envelhecimento natural de 2 anos, no que poderia contribuir na absorção de calor por meio insolação direta na superfície da cobertura, por apresentar uma coloração mais escura que a TCl. Todavia, nas análises as duas variações de TCl e TCa apontaram semelhanças entre si, principalmente na análise superficial.

Os resultados presentes mostraram que o telhão obteve um desempenho térmico favorável quando aplicado a cal em sua superfície exposta a radiação solar direta, uma vez que, neste caso o aumento do albedo da superfície, minimizou a radiação do calor absorvido pela cobertura para o interior da célula-teste. Os dados apresentaram uma

diferença de temperatura interna do ar entre a TAc e TCn de até 0,6 °C no horário mais aquecido do dia (15h).

O TAc teve desempenho semelhante a TCl. No que se refere as propriedades térmicas dos materiais, o TAn possui uma desvantagem por sua alta taxa de condutividade térmica, porém diante dos resultados apontados, a cal foi uma proposta a esse problema. O TAn durante o horário de 12h chegou a ter uma diferença de temperatura superficial com o TAc de até 9,1 °C.

A análise contribui de forma significativa, em razão da insuficiência de informações do desempenho térmico do telhão de argamassa na literatura da construção civil, visto que sua prática construtiva ainda não é popular. Conclui-se que além das vantagens de autoconstrução (Figuras 3 e 4), a TAc apresenta grande potencial como cobertura, frente as comercialmente populares, como as telhas cerâmicas e fibrocimento.

## REFERÊNCIAS


[1] PIRES, M., WESTPHAL, F. Avaliação do impacto de subcoberturas no desempenho térmico de uma edificação residencial In: XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2014. Maceió. Anais [...]. Maceió, Alagoas: ENTAC, 2014.

[2] CORREA, M.P. Solar ultraviolet radiation: properties, characteristics and amounts observed in Brazil and South America, An. Bras. Dermatol. 90 (3) (2015) 297–313.

[3] MARÇAL, N. A. SILVA, R. M. SANTOS, C. A. G. SANTOS, J. S. Analysis of the environmental thermal comfort conditions in public squares in the semiarid region of northeastern Brazil, Building and Environment 152 (2019) 145–159.

[4] CADETE, E. S. Análise do desempenho térmico de coberturas e subcoberturas com materiais alternativos no contexto climático do semiárido alagoano. 2020. Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, 2020.

[5] OLIVEIRA, M. S., Desenvolvimento e caracterização de telhas cimentícias reforçadas com tecido de fibras vegetais da Amazônia. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia civil) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

[6] SUDENE-Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Institucional/Área de atuação. Recife, 2017. Disponível em: < http:// http://www.sudene.gov.br/delimitacao-do-semiarido>. Acesso em janeiro 2020.

[7] SILVA, M. F. Estratégias bioclimáticas para seis cidades alagoanas: contribuições para adequação da arquitetura ao clima local. 2019. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019. Disponível em: http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/5791. Acesso em: 28 out. 2019.

[8] CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO. Programa de Tecnologias da Habitação. **Cartilha para fabricação do telhão em argamassa armada**: Camaçari. Rio de Janeiro, 1985.

[9] SANTOS, R, J. Aderência fibra-matriz e comportamento mecânico de compósitos reforçados com resíduos de sisal. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Albiental) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2013.

[10] FLIR. FLIR i3, FLIR i5, FLIR i7, Extech IRC30 Maexpostoal do utilizador. 2010. Disponível em: <https://www.eletropecas.com/_uploads/ProdutoDownload/produto_6419.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.

[11] GIORDANO, D. E.; KRÜGER, E. Potencial de redução da temperatura de superfície pelo aumento do albedo nas diversas regiões brasileiras. Paranoá, [S. l.], v. 11, n. 11, p. 1–22, 2018. DOI: 10.18830/issn.1679-0944.n11.2014.12080. Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/10642. Acesso em: 2 ago. 2022.

[12] PAPST, A. L. Uso de inércia térmica no clima subtropical estudo de caso em Florianópolis – SC. 1999.Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.