



ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL
CNPJ 88.332.580/0001-65



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Rede credenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

SÉRGIO SANTOS BATISTA

**VERIFICAÇÃO DA TEMPERATURA E UMIDADE EM PROTÓTIPOS
RESIDENCIAIS NA CIDADE DE PALMAS TOCANTINS: ANALISAR
UTILIZAÇÃO DE TINTA REFLETIVA E MANTA TÉRMICA**

Palmas – TO

2018

SÉRGIO SANTOS BATISTA

**VERIFICAÇÃO DA TEMPERATURA E UMIDADE EM PROTÓTIPOS
RESIDENCIAIS NA CIDADE DE PALMAS TOCANTINS: ANALISAR A
UTILIZAÇÃO DE TINTA REFLETIVA E MANTA TÉRMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Me. Murilo Marcolini.

Palmas – TO

2018

Sérgio Santos Batista

**VERIFICAÇÃO DA TEMPERATURA E UMIDADE EM PROTÓTIPOS
RESIDENCIAIS NA CIDADE DE PALMAS TOCANTINS: ANALISAR A
UTILIZAÇÃO DE TINTA REFLETIVA E MANTA TÉRMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II
elaborado e apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel em Engenharia
Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas
(CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Me. Murilo de Pádua Marcolini.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

__ Prof. Me. Murilo de Pádua Marcolini
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

__ Prof. Me. Thyago Phellip França Freitas
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

__ Prof. Me. Ygor Freitas de Almeida

Palmas – TO
2018

RESUMO

BATISTA, Sérgio Santos. **Verificação da temperatura e umidade em protótipos residenciais na cidade de Palmas-TO: Analisar a utilização de Tinta Refletiva e Manta Térmica.** 2018. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2018.

O presente trabalho aborda a avaliação do emprego de fontes alternativas para redução de temperaturas internas de habitações, frente a garantir ambientes que atendam a necessidade dos usuários em relação a comodidade térmica interior, materializando a demanda de implementar materiais construtivos que possam ser uma alternativa viável a sua aplicação. Seguindo essa linha de raciocínio, tendo como base a cidade de Palmas que ao longo de todo ano sofre com elevadas temperaturas, a pesquisa traz como meta avaliar em protótipos a utilização de Tinta Reflexiva e Manta Térmica seguindo frente as recomendações das normas Brasileiras. Foi caracterizado como objetivo metodológico fazer medição in loco para extrair os dados, mostrando todos os fatores que envolve o estudo, sendo assim, a análise em questão traz uma colaboração para busca e eficácia de alternativas que melhor se adequa ao clima local, visando a necessidade do mercado da construção civil em atender a demanda de consumidores que exige condições de conforto térmico no interior da edificação. Por fim, fazendo a comparação dos dois materiais, de forma afirmativa o uso da tinta refletiva se mostrou mais eficiente que a manta na diminuição da temperatura interna nas células testadas. Contudo, essa pesquisa pode afirmar que a reflexão produzida pela tinta acontece uma vedação das paredes e teto e diminuir a transferência de temperatura.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|------------------------|
| Figura 1-Mapa das Zonas Bioclimáticas Brasileiras | 23 |
| Figura 2-Mapa da Zona Bioclimática 7 | 24 |
| Figura 3- Zona de conforto térmico plataforma Projeteee | 25 |
| Figura 4-Distribuição de radiação solar | 27 |
| Figura 5-Execução de aplicação de manta térmica | 29 |
| Figura 6- Tinta Refletiva em telhado | 30 |
| Figura 7- Modelo de Protótipo | 32 |
| Figura 8- Campus Palmas Universidade Federal do Tocantins-UFT..... | 33 |
| Figura 9- Croqui das Células e Posição dos Equipamentos | 34 |
| Figura 10- limpeza, e após concretagem das Células | 35 |
| Figura 11- Montagem das células..... | 36 |
| Figura 12- Película Refletiva | 36 |
| Figura 13-Pintura com Tinta Refletiva..... | 37 |
| Figura 14- Datalogger Hobo | 38 |
| Figura 15- Estação Automática INMET em Palmas-TO..... | 39 |
| Figura 16- Croqui das Células e Posição dos Equipamentos | Erro! Indicador |
| não definido. | |
| Figura 17 -Posição Datalogger Hobo..... | 40 |
| Figura 18 -Ciclo de Verificação da Temperatura e Umidade | 41 |
| Figura 19 -Verificação Temperatura Datalogger Hobo | 41 |
| Figura 20 -Verificação Umidade Datalogger Hobo | 42 |
| Figura 21-Temperatura Ambiente – Película fletiva | 42 |
| Figura 22 - Temperatura Ambiente (boxplot) – Película Refletiva | 43 |
| Figura 23 - Umidade Ambiente – Película Reflectante | 44 |
| Figura 24 -Umidade Ambiente (boxplot) – Película Reflectante | 44 |
| Figura 25 -Temperatura Ambiente – Pintura Paredes | 46 |
| Figura 26 -: Temperatura Ambiente (boxplot) – Pintura Paredes | 46 |
| Figura 27 - Umidade Ambiente – Pintura Paredes | 47 |
| Figura 28 -Umidade Ambiente (boxplot) – Pintura Paredes..... | 47 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Localização Datalogger Hobo..... | 40 |
| Tabela 2 - Temperatura (°C) – Película Reflectante | 43 |
| Tabela 3 - Temperatura (°C) – Pintura Paredes | 46 |
| Tabela 4 - Umidade (%) – Pintura Paredes | 47 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 -Dados de temperatura da cidade de Palmas-TO,2017..... | 26 |
|---|----|

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------|--|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| CEULP | Centro Universitário Luterano de Palmas |
| TO | Tocantins |
| ULBRA | Universidade Luterana do Brasil |
| NBR | Norma Brasileira |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas |
| UFT | Universidade Federal do Tocantins |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|-----------------|-----------------------|
| mm | Milímetro |
| m | Metros |
| m ² | Metros Quadrados |
| °C | Graus Celsius |
| °F | Graus Fahrenheit |
| % | Porcentagem |
| km ² | Quilômetros Quadrados |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 19 |
| 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA | 20 |
| 1.2 OBJETIVOS | 20 |
| 1.2.1 Objetivo Geral | 20 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos | 20 |
| 1.3 JUSTIFICATIVA | 21 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 22 |
| 2.1 DADOS CLIMÁTICOS: ADAPTAÇÃO AO CLIMA..... | 22 |
| 2.2 O ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO | 22 |
| 2.3 O ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO: | 23 |
| 2.4 DIRETRIZES CONSTRUTIVAS PARA ZONA 7 | 24 |
| 2.5 DADOS DA CIDADES DE PALMAS | 25 |
| 2.6 TRANSMISSÃO DE CALOR DE EDIFICAÇÕES..... | 26 |
| 2.7 A INTERFERÊNCIA DA RADIAÇÃO SOLAR NO CONFORTO TÉRMICO | 28 |
| 2.8 MANTA DE ISOLAMENTO PARA TELHADOS: | 28 |
| 2.9 TINTA REFLEXIVA | 29 |
| 2.9.1 Uso de protótipos experimentais | 31 |
| 3 METODOLOGIA | 33 |
| 3.1 DESENHO DO ESTUDO | 33 |
| 3.3 OBJETO DE ESTUDO OU POPULAÇÃO E AMOSTRA | 34 |
| 3.3.1 Dimensões do Protótipo | 34 |
| 3.3.2 Regularização da base, contra piso de concreto | 35 |
| 3.3.3 Paredes das Células | 35 |
| 3.3.4 Película Refletiva (Manta térmica) | 36 |
| INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS..... | 38 |

| | |
|---|-----------|
| 3.4.1 Datalogger Hobo..... | 38 |
| 3.4.2 Estação Meteorológica de Palmas-TO..... | 38 |
| 3.5 POSICIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS..... | 39 |
| 3.6 VERIFICAÇÃO RELATIVA DOS EQUIPAMENTOS | 40 |
| 3.6.1 Datalogger Hobo..... | 40 |
| 4 RESULTADOS..... | 42 |
| 4.1 PELÍCULA REFLETIVA – Manta Térmica..... | 42 |
| 4.1.1 Temperatura..... | 42 |
| 4.1.2 Umidade | 43 |
| 4.1.3 Discussão dos Resultados – Manta Térmica | 44 |
| 4.2 PINTURA COM TINTA REFLETIVA PAREDES | 45 |
| 4.3.1 Temperatura..... | 45 |
| 4.3.2 Umidade | 46 |
| 4.3.3 Discussão dos resultados – Pintura – Tinta refletiva..... | 47 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 48 |
| 6 REFERÊNCIAS | 49 |

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a população mundial vem sofrendo constantemente com o aumento da temperatura global, a cada ano acentua irregularidades climáticas seguida de altas temperaturas terrestres como afirma Christy e Spencer (2014). Na construção civil deve-se ter a preocupação de projetar edificações que amenizem as temperaturas em ambientes internos e externos através de intervenções, segundo Frota & Schiffer (2001), independentemente de como for a temperatura do ambiente externo as construções devem ofertar condições de conforto térmico em seu interior.

No Brasil, o Governo tenta incentivar estudos que apresentem técnicas com aspectos de inovadores, que ajude ao meio ambiente, diminuindo assim a geração de resíduos, visando o melhor aproveitamento dos materiais empregados na construção. A tendência que uma grande parcela de consumidores procura um baixo custo inicial, de manutenção e maior vida útil, essa mesma fração de usuários vai atrás de valores e bem-estar social, diante dessa oferta aparece para garantir requisitos mínimos, a norma ABNT NBR 15575/2013 indica alguns critérios e pré-requisitos a ser estabelecidos ao desempenho da edificação.

O Estado do Tocantins durante o decorrer do ano sofre com a incidência solar, a capital do estado atinge uma alta temperatura anual, portanto, nesse trabalho busca materiais com propriedades físicas que diminua a transferência de calor entre as superfícies, a NBR 15220-3 apresenta um estudo de zoneamento onde aparece as diretrizes construtivas e a necessidade de adotar algumas recomendações da norma quanto ao tipo de vedação, aberturas e também tipos de cobertura para atender os requisitos de bem-estar térmico no interior da estrutura.

Novas tecnologias vêm sendo implantadas para facilitar o cotidiano da sociedade e no meio da construção civil, obtendo a necessidade de buscar elementos construtivos que sejam adequados ao desempenho técnico esperado e a sustentabilidade. Deste modo, sabendo que são visíveis as mudanças ocorridas no mundo, vivenciamos a importância da flexibilidade do ambiente construído, sendo assim, o cenário atual busca sustentabilidade, durabilidade, eficiência e conforto como afirma (BLANCO, 2010).

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Na aplicação em protótipos, simulando uma edificação, de que maneira pode ser eficiente a utilização de Tinta Reflexiva e Manta Térmica?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Aferir a temperatura e umidade com a aplicação de Tinta Reflexiva e Manta Térmica em protótipos de uma edificação residencial.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Avaliar a temperatura e umidade interna e externa de dois protótipos um deles terá aplicação de tinta reflexiva.
- ✓ Verificar a utilização de Manta Térmica, fazer análise dos dados de temperatura e umidade interna com as informações de eficiência do fabricante quanto a sua utilização.
- ✓ Comparar os resultados obtidos nos experimentos, e discutir se algum dos materiais se mostrou eficiente para diminuição ou aumento da temperatura e umidade interior.

1.3 JUSTIFICATIVA

Este estudo se justifica, para a comunidade de Palmas-TO que sofre com as elevadas temperaturas em algumas épocas do ano, tornando necessário pesquisar soluções para diminuir a temperatura interna de ambientes, podendo ser uma forma de economia energética e conforto térmico. Em busca da qualidade de vida, desperta o interesse dessa pesquisa em trazer uma possível análise a ser empregada em novas construções, levando particularidades que ateste o conforto térmico sem aumento significativo do custo, “propiciar condições ambientais agradáveis aos seus ocupantes” diz Christy e Spencer (2014).

Para área acadêmica e profissional, traz a importância da procura de alternativas para satisfazer a necessidade da sociedade em obter produtos com qualidade e eficiência comprovada através de um estudo científico, é uma visão nova dentro da construção civil, onde possuímos poucos estudos relacionados ao tema, podendo transformar conhecimentos sobre o assunto, possibilitando assim, uma nova vertente a ser usada, que traz mais conforto ao morador causando menos danos ao meio ambiente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DADOS CLIMÁTICOS: ADAPTAÇÃO AO CLIMA

Os seres humanos conseguem se adaptar as condições que são lhe oferecida, como uma característica essencial, relacionando o fator clima, a necessidade adaptações em cada região com características climáticas distintas de forma que “os organismos, humanos ou não, respondem a características estruturais e funcionais do seu ambiente” (MORAN, 1994).

O mesmo autor relata os mecanismos de adaptação e ajustes, meios genéticos e evolutivos de acomodação, diferenciando os meios fisiológicos relacionando a fator sociocultural visando fazer uma diferenciação entre eles, mudança ocorridas no ambiente acontece uma necessidade de repostas reguladoras para ficar em equilíbrio isso acontece por meio de uma resposta rápida do organismo do indivíduo, “(...) proporcionam um mecanismo mais rápido para aumentar as chances de sobrevivência do que as mudanças genéticas, que se acumulam ao longo de várias gerações” afirma (MORAN, 1994).

2.2 O ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO

A ABNT possui normativa em vigor que defini na parte de projeto e até após o termino da construção a análise de desempenho térmico de edificações, sabendo que cada região tem suas características referente ao clima, ela dividiu em oito zonas relativamente por semelhança, e meio a uma grande extensão territorial Brasileira, a NBR 15220-3 também conseguiu relacionar com base nas informações temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento e correlacionar com a incidência de radiação solar em dias quentes ou frio em todos os períodos do ano, obtidos através de dados históricos climáticos, em partes ela traz direcionamentos igual a esse.

Esta parte da NBR apresenta recomendações quanto ao desempenho térmico de habitações unifamiliares de interesse social aplicáveis na fase de projeto. Ao mesmo tempo em que estabelece um Zoneamento Bioclimático Brasileiro, são feitas recomendações de diretrizes construtivas e detalhamento de estratégias de condicionamento térmico passivo, com base em parâmetros e condições de contorno fixados (NBR 15220-3), pg 9.

Com essa percepção, alguns parâmetros do ambiente obrigatoriamente devem influenciar em diferentes tipos de construção e também na implantação de projetos,

visando o melhor uso das informações para projetar edificações com o melhor desempenho, e conforto térmico, mostrando necessidade de atender a demanda mínima de desempenho.

Assim, essa parte da NBR trata apenas do Zoneamento Bioclimático Brasileiro e as recomendações e estratégia de projeto para atender a demanda de habitações, fazendo advertências e mostra diretrizes construtivas sem nenhum caráter normativo com ajustamento de edificações de até três pavimentos.

A figura a seguir mostra a divisão em zona 1,2,3,4,5,6,7 e 8, segundo a NBR 152203:2005:



Figura 1-Mapa dos Estados Brasileiros

Fonte: <http://viajerobrasil.com/mapa-de-brasil-dividido-por-regiones-y-estados/?lang=pt>

2.3 O ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO: LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE PALMAS

A cidade de Palmas está localizada na zona sete, portanto, a norma faz algumas recomendações para os tipos de aberturas para ventilação do ambiente, também estabelece sombreamento para elas, e ressalta atenção para algumas épocas do ano onde a temperatura interna ultrapassa a externa NBR 15220-3:2005.

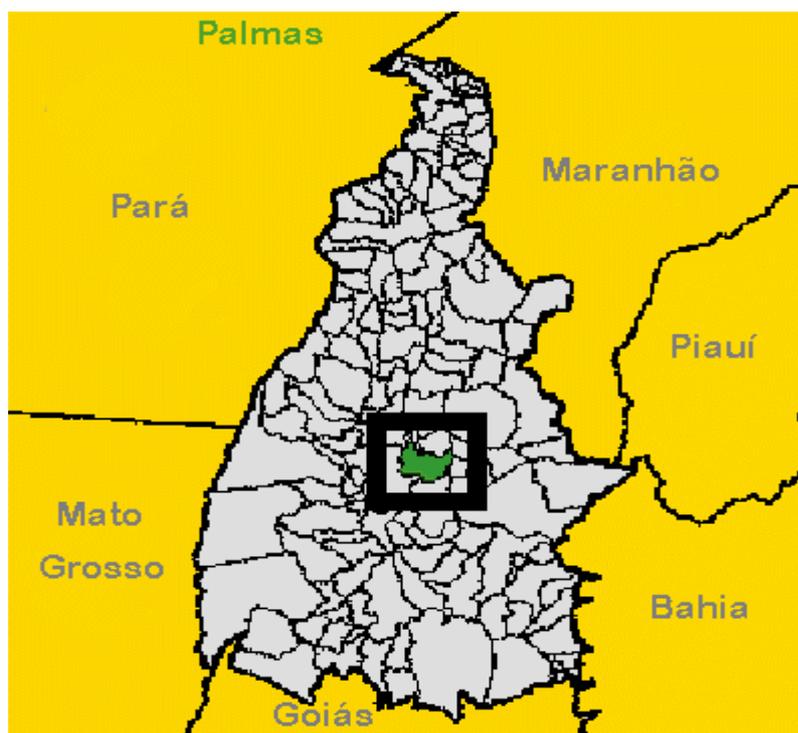


Figura 2- Tocantins cidade de Palmas.

Fonte: <http://mochileiro.tur.br/palmas.htm>.

2.4 DIRETRIZES CONSTRUTIVAS PARA ZONA 7

Comumente aponta-se o uso da ventilação cruzada através da circulação de ar nos ambientes da edificação, sendo assim, ambientes com janelas em apenas uma fachada, a porta obrigatoriamente deveria se mantida aberta para garantir a ventilação cruzada, a orientação e que em períodos quentes e seco a ventilação obrigatoriamente tem que ser no período noturno, sabendo que na região de Palmas para seu entorno os ventos são predominantemente na direção sudeste referente a NBR 15220-3:2005.

Como recomendação e necessário a proteção da aberturas e vedações da exposição à radiação solar, tentando assim diminuir sua efetividade e incidência dos raios solares, fazendo aberturas pequenas para ventilação entre 10% a 15% da área total do piso, fazer o uso de paredes e coberturas pesadas, dessa forma aumentando a massa e a espessura da camada de alvenaria, tentando assim inverter a transferência de calor no turno do dia, onde o calor armazenado será devolvido durante a noite, a ventilação seletiva também pode ser usado especialmente quando ar interno tem temperatura maior que o externo fazendo assim desumidificação dos ambientes sendo como foca a NBR 15220-3:2005.

2.5 DADOS DA CIDADES DE PALMAS

Localizada no estado do Tocantins, Palmas segundo o censo 2017 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) e uma cidade com território de 2218,942 km² de área, com população estimada em aproximadamente 286787 pessoas, a capital mais nova do Brasil, e referente ao tempo pode ser classificado da seguinte maneira, sendo “O clima da região é tropical úmido com estação seca”, o que pode ser uma das variáveis para que aconteça alguns picos com altas temperaturas em algumas estações do ano de acordo com (INPE, 2015).

A plataforma Projeteee apresenta soluções para projetar edifício com maior eficiência energética, nela mostra elementos bioclimáticos que podem favorecer a redução do gasto energético, a próxima imagem apresenta o gráfico que relaciona o conforto no interior das edificações com as temperaturas (INMET).



Figura 3- Zona de conforto térmico plataforma Projeteee

Fonte: http://projeteee.mma.gov.br/dadosclimaticos/?cidade=TOPalmas&id_cidade=bra_to_palmas.866070_inmet

O quadro abaixo mostra dados referentes a temperatura da cidade de Palmas Tocantins.

| | Janeiro | Fevereiro | Março | Abril | Maió | Junho | Julho | Aqosto | Setembro | Outubro | Novembro | Dezembro |
|-------------------------|---------|-----------|-------|-------|------|-------|-------|--------|----------|---------|----------|----------|
| Temperatura média (°C) | 26.4 | 27 | 26.9 | 26.7 | 26.5 | 25.9 | 26 | 27.1 | 28 | 27.3 | 26.6 | 26.5 |
| Temperatura mínima (°C) | 21.4 | 22.2 | 22.6 | 21.2 | 19.9 | 18.3 | 18.1 | 19.5 | 21.3 | 21.8 | 21.6 | 21.2 |
| Temperatura máxima (°C) | 31.4 | 31.8 | 31.3 | 32.3 | 33.1 | 33.5 | 33.9 | 34.7 | 34.7 | 32.8 | 31.7 | 31.8 |
| Temperatura média (°F) | 79.5 | 80.6 | 80.4 | 80.1 | 79.7 | 78.6 | 78.8 | 80.8 | 82.4 | 81.1 | 79.9 | 79.7 |
| Temperatura mínima (°F) | 70.5 | 72.0 | 72.7 | 70.2 | 67.8 | 64.9 | 64.6 | 67.1 | 70.3 | 71.2 | 70.9 | 70.2 |
| Temperatura máxima (°F) | 88.5 | 89.2 | 88.3 | 90.1 | 91.6 | 92.3 | 93.0 | 94.5 | 94.5 | 91.0 | 89.1 | 89.2 |
| Chuva (mm) | 296 | 266 | 273 | 145 | 40 | 6 | 1 | 7 | 52 | 158 | 227 | 289 |

Quadro 1 -Dados de temperatura da cidade de Palmas-TO, dados referentes de janeiro a dezembro de 2017.

Fonte: <https://pt.climate-data.org/location/4072/>

Relacionando Palmas com outros estados do Brasil ela é considerada uma das cidades com maiores índices de temperatura, a tabela acima mostra sua média que é 26°C no período chuvoso e precipitação de 1760 mm são valores médio anual. A cidade de Palmas assim como em todo o estado apresenta características em relação a distribuição de precipitações, são próximos de cinco meses sem chuvas em meados de maio a setembro, já o período chuvoso de outubro a abril. Assim não possui deficiência hídrica por estar localizada ao lado do lago formado pela Barragem da Usina Hidrelétrica (UHE) de Luís Eduardo Magalhães segundo (INPE, 2015).

2.6 TRANSMISSÃO DE CALOR DE EDIFICAÇÕES

A transmissão de calor pode acontecer de algumas formas distintas, a capacidade de um corpo ou um ambiente de fornecer a sua temperatura como um conjunto de fenômenos acontecendo simultaneamente, sabendo que cada forma de condução obedece suas próprias leis, podendo assim ocorrer das seguintes maneira “condução, convecção e radiação”, no entanto, podem trabalhar de forma conjunta ou

separadamente segundo (COSTA 1981). (A figura 4) apresenta um desenho com esquema de “transmissão de calor por vários tipos com efeito da radiação solar”.

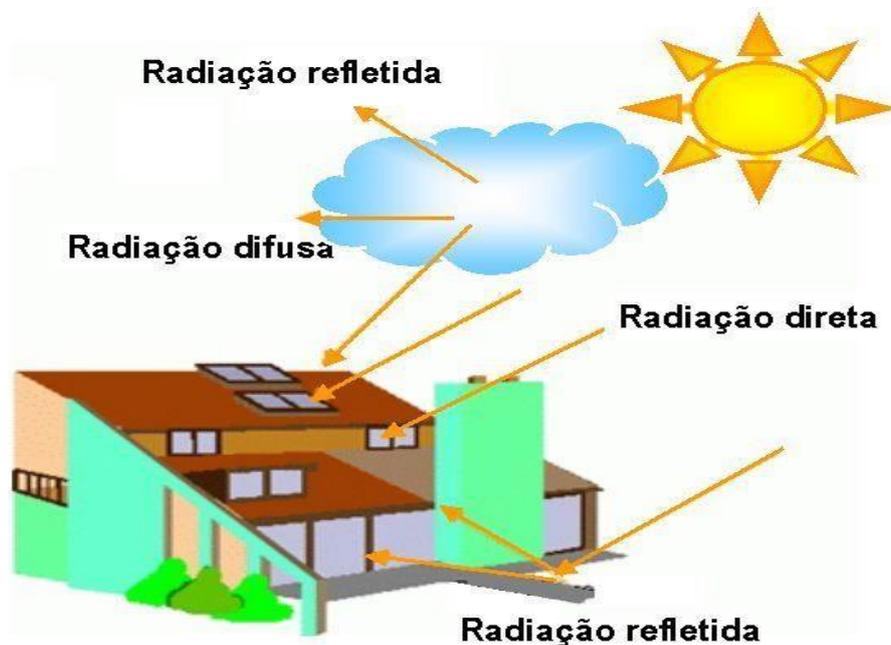


Figura 4-Distribuição de radiação solar

Fonte: Revista de Ciências e Tecnologia de Materiais de Construção Civil

O telhado de uma edificação tem como uma de suas atribuições a proteção aos raios ultravioletas solares, assim, quando confeccionado a partir de telhas cerâmicas o calor pode atingir a uma temperatura de aproximadamente 60°C, contudo, Armelin et al (2003), cita os mecanismos onde acontece a penetração do calor.

Radiação térmica, energia emitida na forma de ondas eletromagnéticas por qualquer corpo com temperatura acima de zero absoluto, responsável por 89% do calor entrante.

Convecção natural, pois a movimentação do ar é ocasionada pela diferença de densidade entre o ar quente e frio, (responsável por 11% do calor entrante).

Condução, que no caso da cobertura, o calor é trocado através do contato físico entre as telhas e a estrutura de madeira, quando as temperaturas são diferentes. (Armelin et al 2003, pg 79)

Combater essa transmissão de calor de forma excessiva, pode ser um dos fatores determinantes para garantir o bem-estar térmico no interior de uma edificação, no intuito de melhorar eficiência da estrutura em relação ao equilíbrio da temperatura do ar.

2.7 A INTERFERÊNCIA DA RADIAÇÃO SOLAR NO CONFORTO TÉRMICO

As capitais são cidades com crescimento acelerado, onde acontece necessidade de construções verticais para agrupar uma quantidade maior de pessoas em pequenas áreas, com a retirada da vegetação e impermeabilização do solo com as construções, tonando então cada vez mais escasso o sombreamento, formando assim uma região muito quente devido grande concentração de construção e diminuição de áreas verdes (SOARES, 2007).

Em duas vertentes Martinazzo (2004) define a radiação solar que incide a uma habitação como:

A radiação direta é a radiação solar recebida “diretamente” do sol pelos componentes construtivos, com exceção da radiação que é espalhada, absorvida ou refletida por componentes atmosféricos. A parcela da radiação solar que é espalhada pelos componentes atmosféricos é denominada radiação difusa (MARTINAZZO, 2004).

Na mesma orientação, acontece a indispensabilidade de proteger as estruturas da ação direta da radiação solar, sabendo-se que esse fenômeno físico tem influência direta com o clima interno da moradia.

2.8 MANTA DE ISOLAMENTO PARA TELHADOS: ISOLANTES TÉRMICOS POR REFLEXÃO

Existe vários fabricantes de manta para isolamento térmico de telhados no Brasil, tendo a mesma finalidade na aplicação, de maneira significativa pode ter estruturas diferentes podendo estar ligados a diversos tipos de matérias, o “foil de alumínio” e um dos componentes, obtendo a finalidade de estabelecer uma barreira radiante, sendo a referência ou material base, mais em sua estruturação na “Manta térmica” pode aparecer ligado a diferentes materiais, em algumas situações pode ser reforçado, como possibilidades, determinados fabricantes também podem usar outros substratos com a mesma direção como lã de vidro, plástico bolha e polietilendo, tentando assim obter a mesma eficiência de desempenho no produto final, o “substrato” que são as camadas intermediárias estão responsáveis para resistir os esforços de tração de acordo com (SATO 2003).

Os sistemas de instalação mais indicado pelos fabricantes são apresentados de acordo com a (figura 5), pode apresentar de outras maneiras distintas a essa.



Figura 5-Execução de aplicação de manta térmica
Fonte: <http://jsete.com.br/servicos/manta-de-isolamento/>

Nesse esquema de montagem e executada debaixo para cima, a instalação da subcobertura e da direita seguindo para esquerda, e posteriormente acompanhando o sentido de montagem das telhas, a camada de cobertura deve transpassar a anterior em aproximadamente 10 cm, observando que a camada devem ser unidas uma à outra utilizando uma fita específica e da mesma marca, a manta obrigatoriamente vai ser desenrolada em cima da grade formada com caibros e vigota, assim a fixação e feita com o uso de pregos.

2.9 TINTA REFLEXIVA

Como alternativa de adquirir uma tinta reflexiva pode-se substituir o tipo de pigmento presente em sua composição básica. Partindo do princípio que a cor branca possui uma alta característica de refletância a radiação que se torna visível, quando se compara com os pigmentos de cores coloridos (NIXON, 2002).

Sabemos que somente a radiação relacionada as cores dos objetos e visível para o ser humano, contudo, a outros dois tipos de radiação, ultravioleta e infravermelha, o que acontece e que elas não podem ser visíveis a olho nu. Independentemente de ser visível ou não, sendo composta por atingem a superfícies expostas a elas, quanto mais energia for absorvida pelo material, maior vai ser sua temperatura (LEVINSON; BERDAHL; ALBARI, 2005).

No comércio de telhas cerâmicas as industrias desse ramo já cogitam a incorporação de pigmentos com peculiaridades de refletância coloridos durante a

produção das telhas, tendo em vista tanto as propriedades físicas, e posteriormente a qualidade visual de sua estética (LEVINSON; BERDAHL; ALBARI, 2005). A figura a seguir mostra a interação da tinta reflexiva.



Figura 6- Tinta Refletiva em telhado

Fonte: <http://arquitetesuasideias.com.br/2016/02/25/tinta-termica-sim-ela-existe-no-brasil/>

A figura mostra o comportamento do pigmento refletor com a ação solar, a coloração branca pode-se observar melhor a radiação atuando sobre o telhado, tornando visivelmente o poder refletor do material.

A modificação na capacidade de ganho de calor pelo recebimento de radiação solar se torna válido e viável segundo análise nos estudos de (COLLADOS E SÁNCHEZ, 2003).

Através de experimentos concluíram que o aumento da refletância da superfície dos materiais, o resfriamento da superfície exposta através de irrigação, e possivelmente o aumento da vegetação em áreas totalmente edificadas, podem ser uma das alternativas para minimizar a corrente de calor gerada pelo microclima das cidades, com ações efetivas podem minimizar gradativamente ao longo dos anos. Se referindo novamente as coberturas, edificações com alta refletância a radiação solar tem um comportamento tendencioso a se manter mais “frias” por interferência da reflexão (LEVINSON et al., 2005; LEVINSON; AKBARI; REILLY, 2007).

Nos variados tipos de habitação tende-se a ocorrer menor transferência de temperatura da parte externa para o interior da edificação se comparada com os meios

tradicionais de construções. Podendo acrescentar ainda, devido a diminuição da dilatação térmica, todavia, acontece um aumento considerável da vida útil da cobertura, benéficamente gera também menos resíduos desse tipo de material (LEVINSON et al., 2005; LEVINSON; AKBARI; REILLY, 2007).

Através de uma pesquisa realizada em Sacramento, Califórnia (EUA), a prefeitura local através de incentivos fiscais aumentou 80% da área verde da cidade oferecendo desconto aos moradores nos impostos territoriais, segundo o estudo apresentou que a refletância dos materiais da construção civil apresenta diferentes e significativos valores, que podem ser potencializados uma diminuição desses valores através do aumento áreas verdes e com a modificação das cores nas edificações (SOARES, 2007).

2.9.1 Uso de protótipos experimentais

Como exemplo de experimentos simples que relaciona o desempenho e conforto térmico, procurando analisar materiais e métodos que possam ser aplicados posteriormente, possibilitando comparação de diferentes materiais, na tentativa de ser mais próximo possível de uma simulação com uma edificação real (KRÜGER, 2002).

A padronização tanto de suas dimensões ou pintura externas e tipo de cobertura, pode se mostra eficiente quanto a variação de temperatura obtida a partir das repostas térmicas com relação ao material teste. Com isso, na pesquisa de materiais que mais se adequam as condições da região estudada, quando se considera que o clima é característica individual de cada região como relata (RORIZ, 1999).

O uso de teste em pequena escala é um modelo simplificado para apresentar característica de novos materiais, a (figura 7) apresenta um modelo usual. Esse tipo de célula teste pode ser confeccionado de diferentes modelos sempre com o objetivo de diminuir custos. Apresenta-se ainda na (figura 7) os custos relacionados a materiais e mão-de-obra para a confecção dos protótipos do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR). Ainda, o mesmo artigo mostra os primeiros resultados obtidos com esse modelo de protótipo, considerando a situação de inverno de Curitiba (KRÜGER et al., 2004).

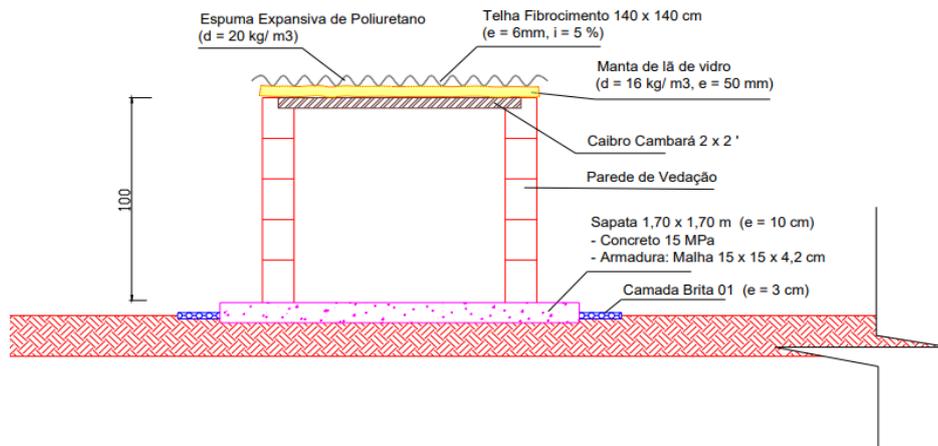


Figura 7- Modelo de Protótipo

Fonte: ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC_2004/trabalhos/PA_P0126d.pdf

3 METODOLOGIA

3.1 DESENHO DO ESTUDO

Estabeleceu um estudo aplicado, realizado em ambiente natural adequando-se a um espaço laboratorial na avaliação em protótipos, com um objetivo metodológico exploratório onde foram analisados a utilização de Tinta Reflexiva e Manta Térmica, e assim, quantificou-se a eficiência do sistema em operação.

Quanto a abordagem dos experimentos na pesquisa, realizou de forma quantitativa, seguindo de acordo com os parâmetro e recomendações das normas que são numéricos, no entanto, o resultado final possui caráter qualitativo, haja em vista que mostra a aplicabilidade e eficácia da utilização de Tinta Reflexiva e Manta Térmica. Os processos metodológicos apresentados nessa pesquisa e um estudo de caso.

3.2 LOCAL E PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada na cidade de Palmas Tocantins, os protótipos foram construídos no campus da Universidade Federal do Tocantins (figura 8), onde está localizado atrás do Bloco IV do laboratório de engenharia, no período Julho a setembro de 2018.



Figura 8- Campus Palmas Universidade Federal do Tocantins-UFT. Em Amarelo prédio laboratorial do curso de Engenharia Civil em Vermelho localização dos Protótipos

3.3 OBJETO DE ESTUDO OU POPULAÇÃO E AMOSTRA

Se tratando de uma pesquisa de caráter tecnológicos e metodologias experimentais científicas na área da construção civil, o objeto do estudo e desenvolver investigação de parâmetros de temperaturas a unidades habitacionais a partir de protótipos, como instrumento de pré-teste. As amostras do experimento foram as temperaturas obtidas por meio de aferição com equipamento Datalogger Hobo, aparelho utilizado para mediação das temperaturas do ambiente e da estação meteorológica de Palmas do INMET.

3.3.1 Dimensões do Protótipo

Com relação ao posicionamento dos equipamentos, e a descrição do projeto arquitetônico foram descritos em (planta de cobertura, fachadas, cortes e perspectivas) na imagem abaixo para melhor entendimento quanto a locação dos equipamentos presentes nos protótipos, assim evidenciando a forma equivalente dos dois modelos.

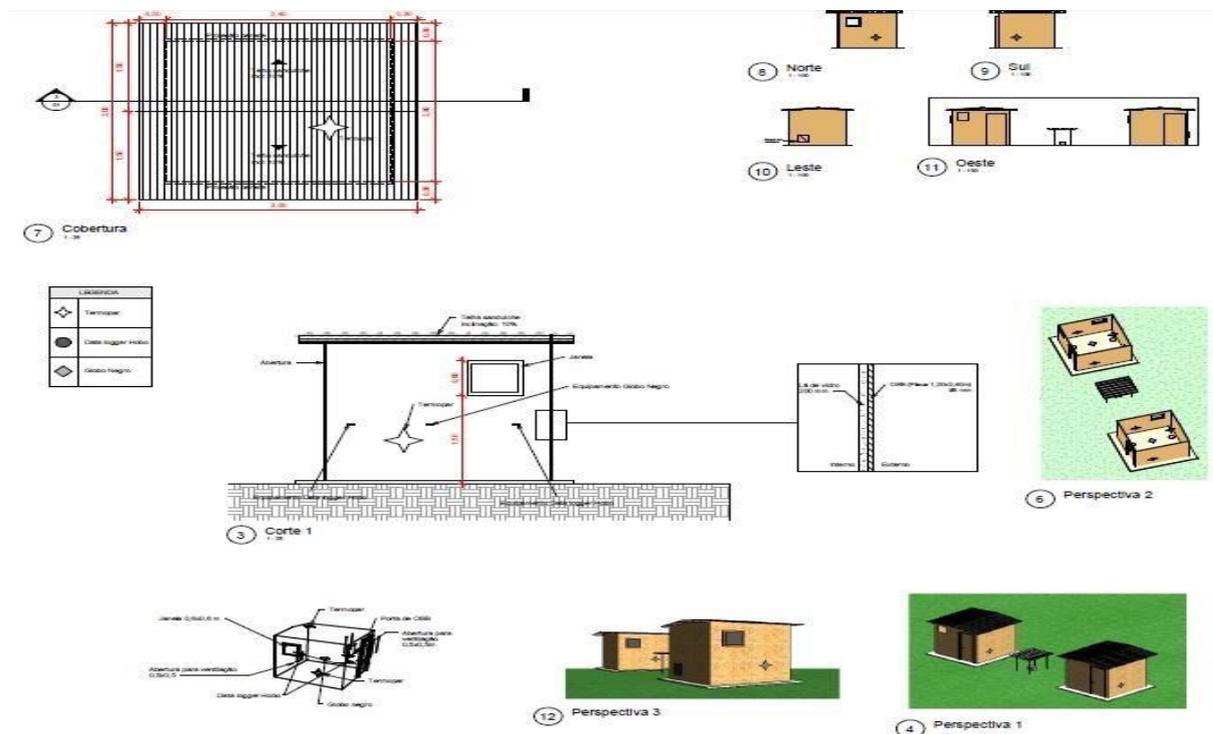


Figura 9- Croqui das Células e Posição dos Equipamentos

3.3.2 Regularização da base, contra piso de concreto

Limpeza do terreno e compactação para diminuir a porosidade do solo, tornando assim uma camada mais estável para receber a camada superior, nessa pesquisa será concretado um contra piso como base da sustentação dos protótipos a área a ser limpa e toda a extensão de construção dos dois elementos.

Para regularizar as imperfeições do terreno se aplicado um contra piso de concreto com a espessura mínima 20 cm, para também fornecer o desnível com declividade para favorece o escoamento da água. A função primordial é ser suporte para sustentação dos montantes de aço que ser fixado nele para sustentação das paredes de (OSB).



Figura 10- limpeza, e após concretagem das Células

3.3.3 Paredes das Células

Após as bases prontas foram realizadas as montagens das células no qual foi utilizado perfis metálicos de 70mm na chapa 18 sendo divididos em 30 (trinta) guias (utilizadas na parte de baixo fixada no concreto, na parte de cima fixada no telhado e nos recortes das portas e janelas), 56 (cinquenta e seis) montantes utilizados na estrutura da célula. Para fixação das guias foram utilizados 40 (quarenta) parafusos e buchas para fixação das guias no concreto e 300 (trezentos) parafusos autobrocantes para fixação das placas nos montantes metálicos. Se utilizou ainda 20 (vinte) painéis

OSB home plus de 9,5mm de espessura e 1,2x2,4m de tamanho, sendo metade para cada célula. Na parte interna das células foi fixada lã de vidro de 20mm de espessura e tendo o rolo 1,5x15m de tamanho (foi adquirido dois rolos ISOVER para aplicação completa nas células). As células apresentaram tamanho de 2,4 x 2,4 x 2,4m.



Figura 11- Montagem das células

3.3.4 Película Refletiva (Manta térmica)

A manta a ser utilizada tem dupla camada, e usada geralmente segundo especificação do fabricante para isolamento térmico, controle de temperatura bloqueador de goteiras, infiltração não propaga chamas, espessura do filme 0,128mm, de cor metalizada. Portanto a telha foi instalada entre o telhado e o forro, a técnica implementada foi a Película Reflectante tendo sido fixada a mesma entre a placa OSB do teto e a cobertura em telha termoacústica da célula 01 (Figura 12).



Figura 12- Película Refletiva

Na etapa seguinte foi aplicada a técnica de pintura utilizando tinta reflectante na cor branca, sendo dividido utilizadas 3 demão onde a primeira fora realizado a pintura das 4 faces externas das paredes da célula 01 e a segunda realizando a pintura da face superior do telhado da mesma célula. Todas pinturas foram realizadas utilizando 3 demãos de aplicação da tinta reflectante (Figura 13).



Figura 13-Pintura com Tinta Refletiva

INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

3.4.1 Datalogger Hobo

O Datalogger Hobo (Figura 14) realiza aferição de temperatura e umidade do ambiente, e será utilizado dois em cada célula estando posicionado a um metro de altura do piso um mais próximo da fachada norte (maior período de contato com sol) e o outro mais próximo da fachada sul (menor período de contato com sol). O equipamento foi programado para fazer aferições em intervalo de tempo de 10 minutos.

A precisão do equipamento é de $\pm 0,35^{\circ}\text{C}$ para temperatura e $\pm 2,5\%$ para umidade do ar (ONSET, 2009). Os 4 (quatro) equipamentos utilizados na análise são de propriedade do Laboratório de Física das Construções (LFC) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto-FEUP.



Figura 14- Datalogger Hobo

3.4.2 Estação Meteorológica de Palmas-TO

Para dados do clima externo foram utilizados dados da estação meteorológica automática administrada pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. A estação meteorológica automática (EMA) realiza coleta de minuto em minuto, as informações meteorológicas (temperatura, umidade, pressão atmosférica, precipitação, direção e

velocidade dos ventos, radiação solar) representativas da área em que está localizada (Latitude: -10.190744° e Longitude: -48.301811°) em Palmas-TO (Figura 15).

A cada hora, estes dados são integralizados e disponibilizados para serem transmitidos, via satélite ou telefonia celular, para a sede do INMET, em Brasília. O conjunto dos dados recebidos é validado, através de um controle de qualidade e armazenado em um banco de dados, sendo disponibilizados dados de máxima, mínima e do instante da coleta (BRASIL,2011).



Figura 15- Estação Automática INMET em Palmas-TO

3.5 POSICIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS

Com relação ao posicionamento dos equipamentos, foram descritos em planta de cobertura, fachadas, cortes e perspectivas na (Figura 9) para melhor percepção quanto a locação dos equipamentos presentes nas células testes que foram utilizados na campanha de medições.

Quanto aos Dataloggers Hobo foram distribuídos igualmente entre as células ficando dois em cada Célula. Eles foram presos por uma linha ao teto, ficando a um metro de altura do piso acabado, como a NBR 15575 (2013) orienta, e foram colocados ao centro da residência (divisão leste-oeste) a 0,8 e 1,6 metros da parede Norte, ficando um mais próximo da fachada norte e outro da fachada sul (Figura 17). As posições foram similares nas duas células. Os equipamentos foram denominados como C1N, C1S, C2N e C2S como está expresso na (tabela 1).



Figura 16 -Posição Datalogger Hobo

Tabela 1 - Localização Datalogger Hobo

| LOCAL | LEGENDA |
|-----------------|---------|
| CÉLULA 01 NORTE | C1N |
| CÉLULA 01 SUL | C1S |
| CÉLULA 02 NORTE | C2N |
| CÉLULA 02 SUL | C2S |

3.6 VERIFICAÇÃO RELATIVA DOS EQUIPAMENTOS

3.6.1 Datalogger Hobo

Para verificação foi utilizado uma câmara climática com programação de 24 horas onde se revesa ciclos de temperatura e umidade iniciando em 35°C e 55% e concluindo aos 10°C e 90% respectivamente como pode ser visto na Figura 18.

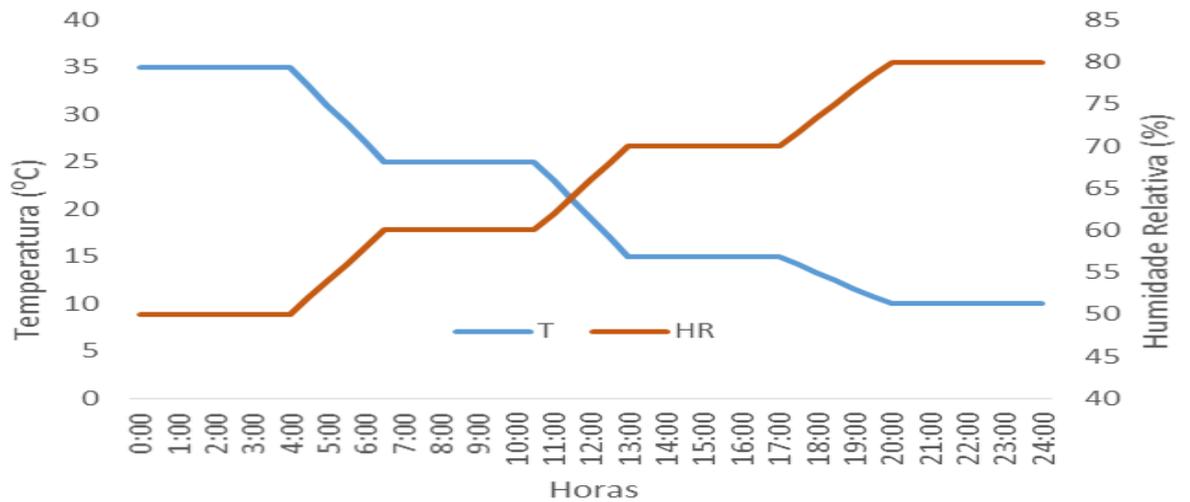


Figura 17 -Ciclo de Verificação da Temperatura e Umidade

As Figuras 19 e 20 demonstram que os Datalogger Hobo apresentaram resultados semelhantes entre eles tanto para Temperatura quanto para Umidade. Pode se ainda observar que a câmara climática apresentou algumas inconsistências quanto a programação do ciclo utilizada, para umidade, mas não comprometeu a verificação pois se nota que os resultados apresentados pelos equipamentos em todos os momentos se mantiveram uniformes mesmo com a falha apresentada no ciclo da câmara climática.

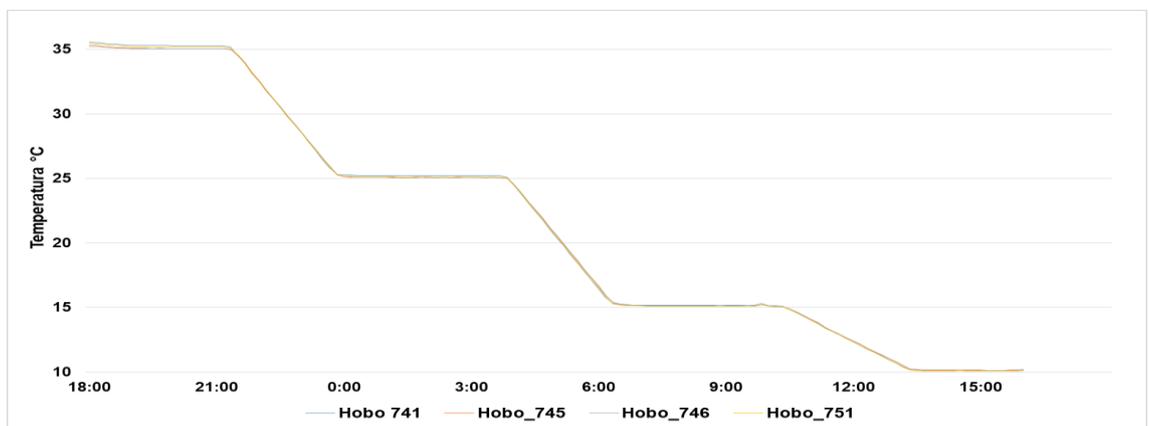


Figura 18 -Verificação Temperatura Datalogger Hobo

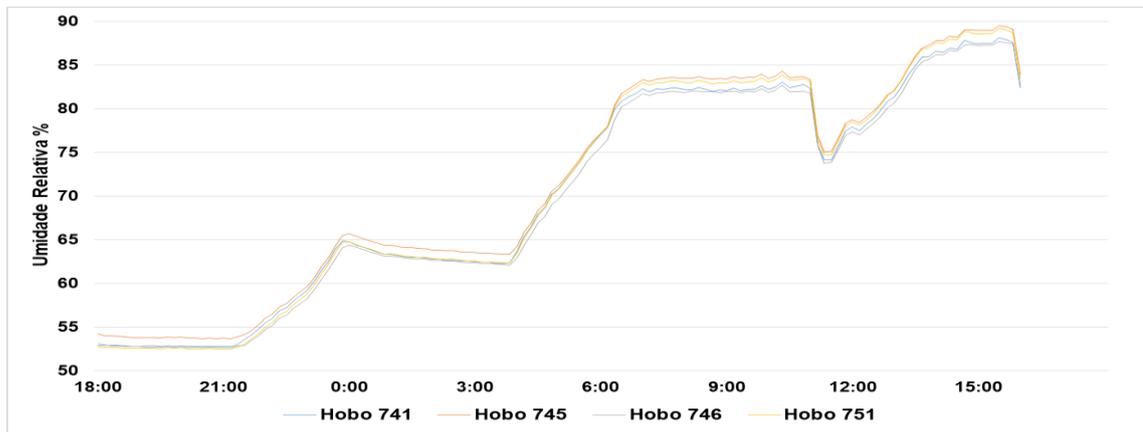


Figura 19 -Verificação Umidade Datalogger Hobo

4 RESULTADOS

4.1 PELÍCULA REFLETIVA – Manta Térmica

4.1.1 Temperatura

Nessa medição ocorreu entre os dias 16/07 e 07/08 de 2018 sendo aferido dados de Temperaturas (em °C) no ambiente (Texterna), no interior da Célula 01 (Tinterna C1) e da Célula 02 (Tinterna C2). Das temperaturas aferidas a mais elevada foi da Célula 01 (40,37 °C) e a menor temperatura, 18,10 °C, ocorreu no meio externo. Entre as células a Célula 01 apresentou uma média de temperatura superior em 0,22 °C em comparação a Célula 02 como demonstrado na tabela 2 e Figuras 21 e 22. Ambas as células apresentaram máxima, média e mínima superior à temperatura externa.

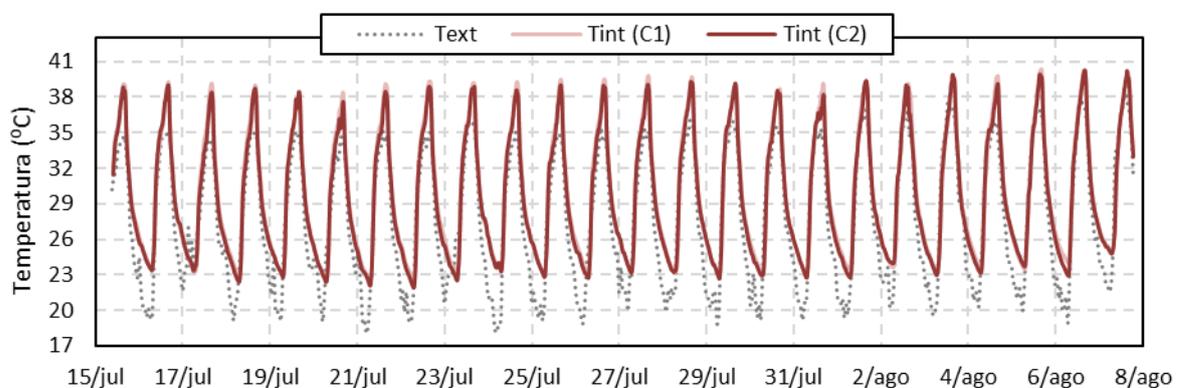


Figura 20-Temperatura Ambiente – Película fletiva

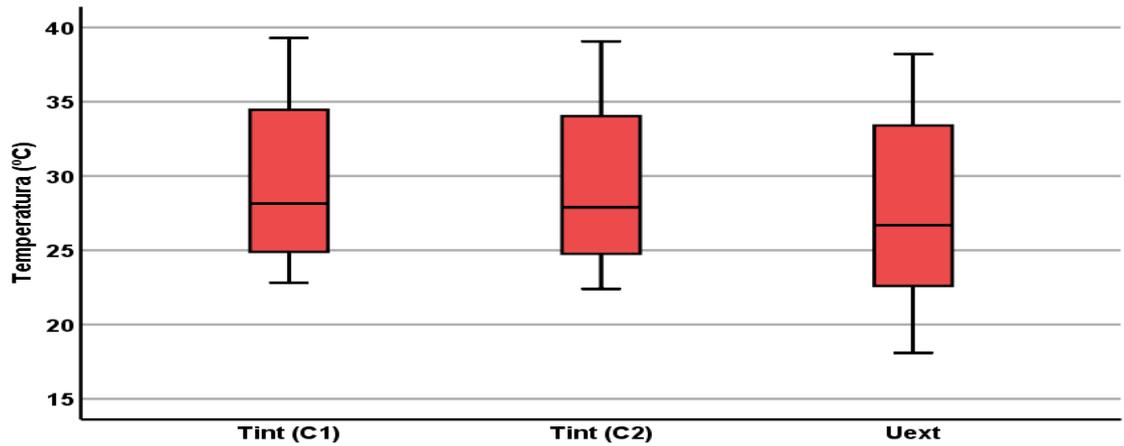


Figura 21 - Temperatura Ambiente (boxplot) – Película Refletiva

Tabela 2 - Temperatura (°C) – Película Reflectante

| | Tmédia | Tmáx | Tmín |
|------------------|--------|-------|-------|
| Texterna | 27,64 | 38,20 | 18,10 |
| Tinterna (C1) | 29,87 | 40,37 | 22,18 |
| Tinterna (C2) | 29,65 | 40,30 | 21,92 |

4.1.2 Umidade

A umidade assim como a temperatura relativa foi medida do ambiente externo (Uexterna) e interno de cada célula (C1 e C2). O valor mais alto da umidade foi no ambiente externo. Já com relação as medias a Célula 01 apontou valores superiores a C2 e ao ambiente externo. Da-se enfase a amplitude da umidade no ambiente externo que apresentou valor de 71% com relação a seus valores máximo e mínimo. Dados explanados no Tabela 3 e Figuras 23 e 24.

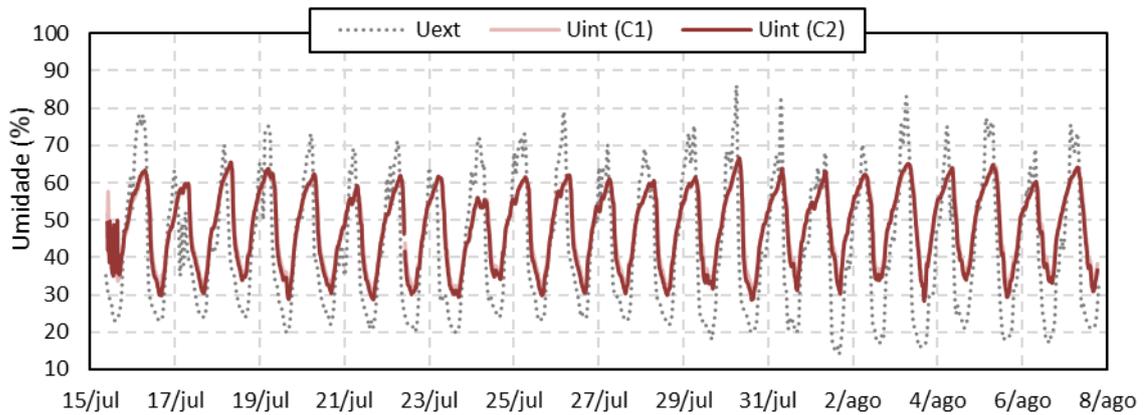


Figura 22 - Umidade Ambiente – Película Reflectante

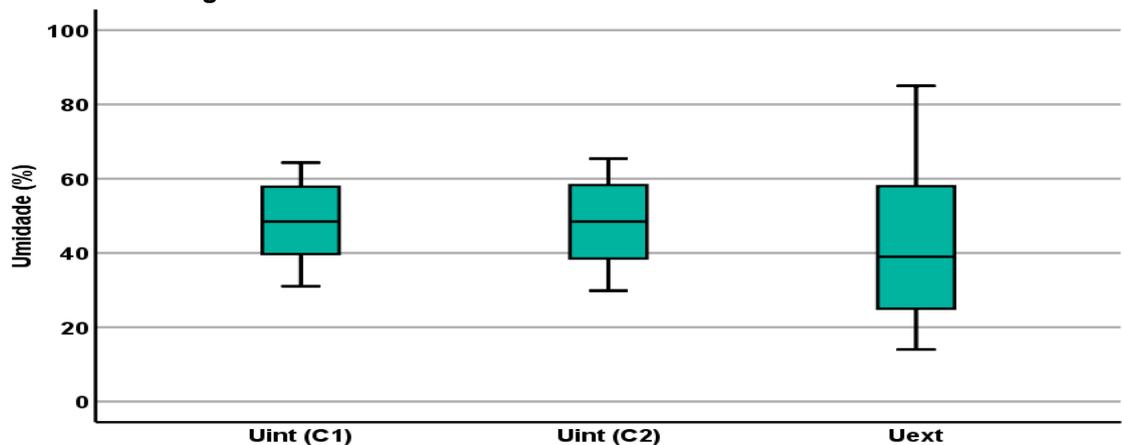


Figura 23 -Umidade Ambiente (boxplot) – Película Refletiva

Tabela 3: Umidade (%) – Película Refletiva

| | Umédia | Umáx | Umín |
|---------------|--------|-------|-------|
| Uexterna | 42,11 | 85,00 | 14,00 |
| Uinterna (C1) | 48,32 | 65,15 | 30,17 |
| Uinterna (C2) | 47,66 | 66,51 | 28,43 |

4.1.3 Discussão dos Resultados - película refletiva (Manta Térmica)

É possível por meio dos resultados encontrados, preliminarmente realizar comparação entre as duas células quanto a temperatura e umidade do ar. Os valores de umidade apresentou resultados bem próximos entre si diferentemente dos valores da media externa que foi superior quanto a umidade máxima encontrada, na célula 1 apresentou uma pequena diferença na parte interna, em relação a umidade máxima a célula 2 uma diferença mínima mais superior a C1.

Com relação aos dados encontrados nas medições de temperatura interna e externas, pode-se observar que houve baixa amplitude térmica em todos os valores encontrados foram bem próximos, nos valores médios tanto a C1 quanto a C2 apresentaram temperatura superior na parte interna, sendo que na casa 2 onde foi instalada a película refletiva os resultados tiveram números abaixo em relação a casa 1, os resultados de temperatura apresenta valores muito próximos, só que para os resultados do ambiente a maior diferença evidentemente é na queda de temperatura externa no período diurno em todos os dias amostrados do dia 28 de julho a 8 de agosto.

Portanto, nas condições testadas nos protótipos a aplicação da película refletiva C1, apresentou o ganho pequeno da temperatura interna. Por fim, pode-se observar que a manta térmica comparando com as especificações do fabricante que relata a diminuição da temperatura interna e proteção do telhado, como detalhado nessa pesquisa, para as condições apresentada não se mostrou eficiente como isolante térmico, em função do ganho de temperatura observados na C1 onde foi testada.

4.2 PINTURA COM TINTA REFLETIVA PAREDES

4.3.1 Temperatura

Nessa etapa de medição ocorreu entre os dias 03/09 e 29/09 de 2018 sendo aferido dados de Temperaturas (em °C) no ambiente (Texterna), no interior da Célula 01 (Tinterna C1) e da Célula 02 (Tinterna C2). Das temperaturas aferidas a mais elevada foi da Célula 02 (42,55 °C) e a menor temperatura, 22,40 °C, ocorreu no meio externo. Entre as células a Célula 02 apresentou uma média de temperatura superior em 1,10 °C em comparação a Célula 01 como demonstrado na tabela 4 e Figuras 25 e 26. Ambas as células apresentaram máxima, média e mínima superior à temperatura externa

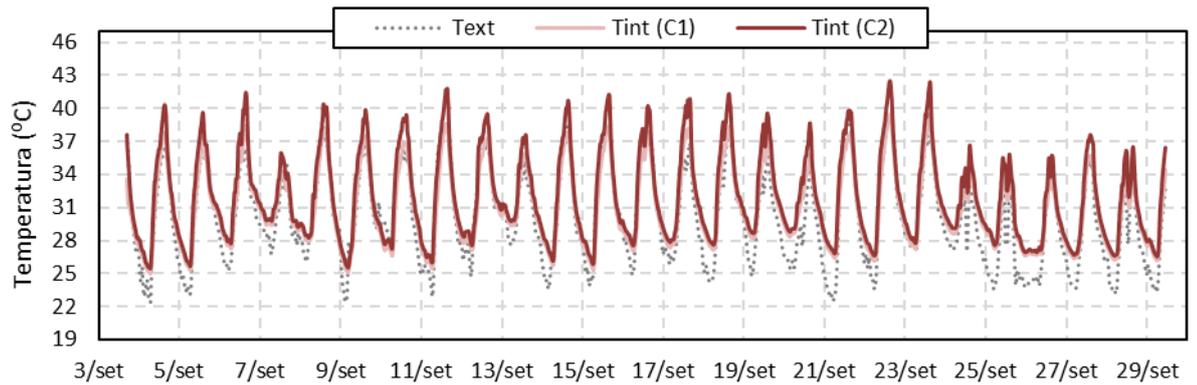


Figura 24 -Temperatura Ambiente – Pintura Paredes

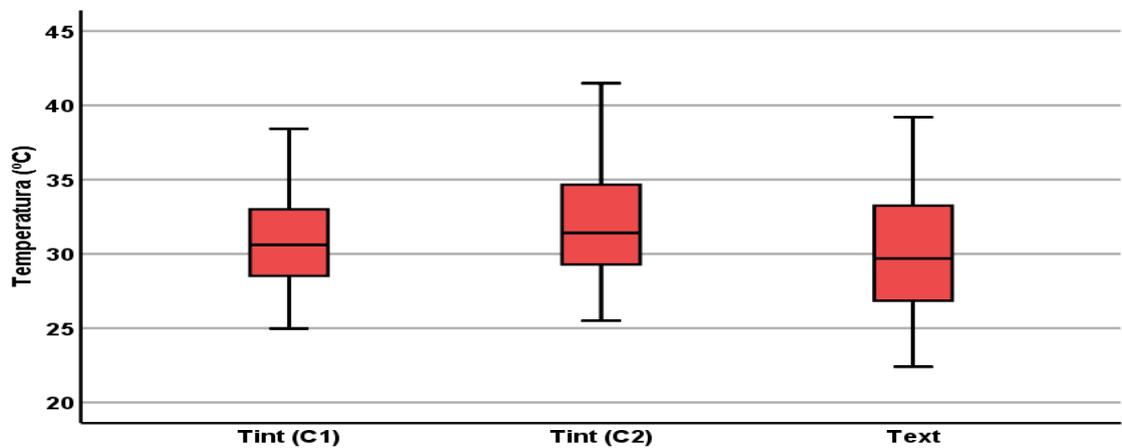


Figura 25 -: Temperatura Ambiente (boxplot) – Pintura Paredes

Tabela 3 - Temperatura (°C) – Pintura Paredes

| | Tmédia | Tmáx | Tmín |
|------------------|--------|-------|-------|
| Texterna | 30,07 | 39,20 | 22,40 |
| Tinterna (C1) | 31,01 | 39,52 | 24,98 |
| Tinterna (C2) | 32,11 | 42,55 | 25,50 |

4.3.2 Umidade

A umidade assim como a temperatura relativa foi medida do ambiente externo (U_{externa}) e interno de cada célula (C1 e C2). O valor mais alto da umidade foi registrado na Célula 01 com valor 89,24%, assim como a maior média. O ambiente externo apresentou os valores mais baixo de umidade para essa campanha. Da-se ênfase a amplitude da umidade na Celula 01 que apresentou valor de 63,12%. Dados explanados na tabela 5 e Figuras 27 e 28.

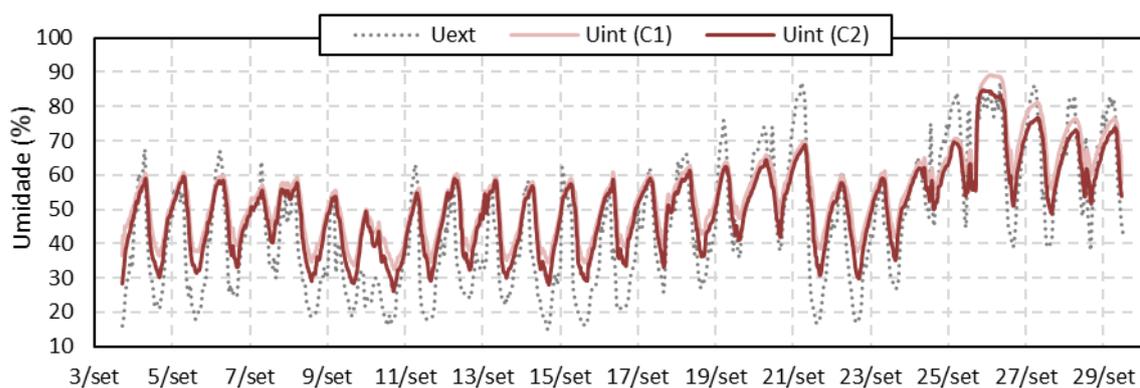


Figura 26 - Umidade Ambiente – Pintura Paredes

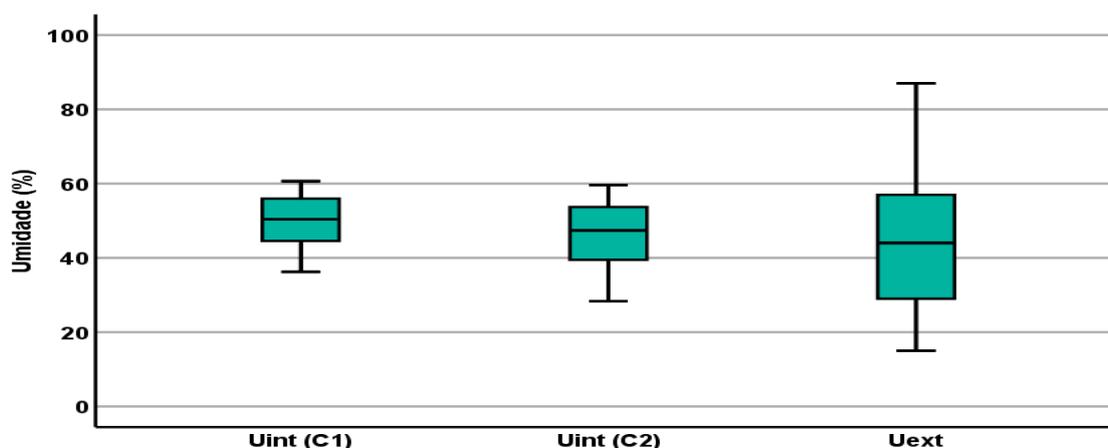


Figura 27 - Umidade Ambiente (boxplot) – Pintura Paredes

Tabela 4 - Umidade (%) – Pintura Paredes

| | Umédia | Umáx | Umín |
|---------------|--------|-------|-------|
| Uexterna | 44,89 | 87,00 | 15,00 |
| Uinterna (C1) | 54,02 | 89,24 | 26,12 |
| Uinterna (C2) | 50,32 | 84,74 | 32,28 |

4.3.3 Discussão dos resultados – Pintura – Tinta refletiva

Fazendo a análise dos resultados é possível fazer uma comparação entre as duas células testadas, experimento realizado com a aplicação de tinta refletiva quanto temperatura e umidade do ar. Com relação a umidade encontrada pode-se observar que teve um aumento significativo na C1 onde foi aplicada a tinta, assim todos os resultados da umidade média, máxima e mínima interna foi superior a externa, pode-se observar que no dia 15 de setembro apresentou o menor valor para umidade externa e no dia 26 a maior.

A temperatura ambiente média obteve valores próximos, mesmo assim em C1 correu uma diminuição significativa na média da temperatura interna, evidenciando assim que a tinta se mostrou eficiente no aumento da umidade e diminuição da temperatura, sendo que na média a temperatura interna foi inferior a externa, favorecendo o conforto térmico no interior da célula testada com a tinta.

Por fim, pode-se observar que a pintura se mostrou eficiente para as condições testada, obtendo assim uma diminuição da temperatura interna e um ganho na umidade interna, podendo concluir-se que esse produto foi favorável ao conforto térmico no interior de C1 e obteve maior amplitude térmica da parte externa com a interna.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, de modo geral, as técnicas aplicadas para extração dos dados assim como os equipamentos se mostrou eficiente na verificação e análise de dados, assim efetivamente mostrar resultados de forma detalhada para investigação das características dos materiais apresentados.

Logo, para as especificações do fabricante da manta que indicava uma diminuição de temperatura interna, pode-se concluir que para as condições oferecidas e testadas na pesquisa em vez de uma diminuição ocorreu um aumento da temperatura na média diurna de 0,248 °C, na média noturna 0,156 °C e na média geral 0,223 °C. Com relação a umidade do ar ocorreu um acréscimo na parte interna, assim o material se mostrou favorável as condições de teste, esses resultados foram gerados em função da técnica instalação da manta, assim como as condições de inclinação do telhado e a distância entre a telha e a película refletiva.

Ao avaliar os resultados com aplicação de tinta refletiva, pode-se concluir que houve uma diminuição de temperatura no interior da célula, onde a média diurna foi -1,663 °C, noturna -0,541 °C e na média geral -1,097 °C, esses dados fortalecem e mostram que esse material se mostrou eficiente na diminuição da temperatura e também da umidade interna, reforçando assim o que evidencia as especificações do fabricante na efetividade de refletir os raios solares e minimizar a temperatura no ambiente interno. Em relação ao meio que as células foram montadas pode-se se

afirmar que a tinta se mostrou eficaz para o ganho da amplitude térmica na edificação da parte interior com a externa, e posteriormente aumentar a sensação de conforto.

Por fim, fazendo a comparação dos dois materiais, de forma afirmativa o uso da tinta refletiva se mostrou mais eficiente que a manta na diminuição da temperatura interna nas células testadas. Contudo, essa pesquisa pode afirmar que a reflexão produzida pela tinta acontece uma vedação das paredes e teto e diminuir a transferência de temperatura.

Ao fim, pode se concluir que o uso de tinta e manta nas células mostrou-se eficiente na diminuição da temperatura e umidade do ambiente e favoreceu no conforto e sensação de calor.

6 REFERÊNCIAS

_____. **ABNT NBR 15575-4 – Edificações habitacionais – Desempenho –** Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas, Rio de Janeiro, 2013d.

_____. **ABNT NBR 15220-1 - Desempenho térmico de edificações Parte 1:** Definições, símbolos e Unidades. Rio de Janeiro, 2005a.

_____. **ABNT NBR 15220-2 - Desempenho térmico de edificações Parte 2:** Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005b.

_____. **ABNT NBR 15220-3 - Desempenho térmico de edificações Parte 3:** Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005c.

ALMEIDA, Ygor Freitas de. **Estudo da Aplicabilidade da Norma ABNT NBR 15575/2013 no contexto do Município de Palmas – TO.** 86f. (Monografia de Bacharelado em Engenharia Civil). Palmas, Universidade Federal do Tocantins, 2015.

ARMELIN, H. S.; CHERRY, N. **Avaliação do uso e desempenho de barreiras de radiação térmica na construção civil.** e-Mat – Revista de Ciência e Tecnologia de Materiais de Construção Civil. Vol. 1, nº1, p. 79-82, Maio 2004.

BLANCO. M. **Por que atender à Norma de Desempenho.** PINIweb, 2010. Disponível em: <<http://www.piniweb.com.br/construcao/gestao/porque-atender-anorma-de-desempenho-173881-1.asp>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

BRASIL, MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Rede de Estações Meteorológicas Automáticas do INMET.** Nota Técnica nº 001/2011. 2011. 11 p.

CHRISTY, J. and R. SPENCER, 2004. **MSU Globally Averaged Atmospheric Temperature, Global Warming Debate continues...**, em <http://www.ghcc.nasa.gov/MSU/msusci.html>

COLLADOS, E.; SÁNCHEZ, R. **Global radiation, energy budget and heat island mitigation in Santiago de Chile.** PLEA 2003 – The 20th Conference on Passive and Low Energy Architecture. Santiago do Chile, nov. 2003.

COSTA, E. da C. **Física aplicada à construção: Conforto Térmico.** São Paulo, EdgardBlücher, 1981. 260p.

DARÉ, CARLOS ALBERTO NEME. **AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE ISOLANTES TÉRMICOS POR REFLEXÃO, UTILIZADOS COMO SUBCOBERTURAS.** 2005. 525 f. Dissertação .(Área de Concentração em Energia na Agricultura.)- UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU-SP, 2005.

FROTA, A. B. & SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo**. 5. ed. — São Paulo: Studio Nobel, 2001.

J Sete Resolve. Disponível em: <http://jsete.com.br/servicos/manta-deisolamento/>. Acesso em: 03 abr. 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2017**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/por-cidade/estadoestatisticas.html?t=destaques&c=1721000>. Acesso em: 15 abr. 2018.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Mapeamento da temperatura de superfície a partir de imagens termais dos satélites Landsat 7 e Landsat 8**.

Disponível em: <http://www.inpe.br/busca.php?q=temperatura+media+de+palmas+to>. Acesso em: 16 abr. 2018.

KRÜGER, E.L. **Experimentos simples na área de conforto e desempenho térmico**. *Revista de Ensino de Engenharia - ABENGE*, Brasília, v. 21, n. 1, p. 43-48, 2002.

LEVINSON, R.; BERDAHL, P.; ALBARI, H. **Solar spectral optical properties of pigments – Part I: model for deriving scattering and absorption coefficients from transmittance and reflectance measurements**. *Solar Energy Materials & Solar Cells*, n°89, p. 319-349, 2005.

LEVINSON, R., AKBARI, H., REILLY, J. **Cooler tile-roofed buildings with nearinfrared-reflectivenon-white coatings**. *Building and Environment*, vol. 2, issue 7, 2007.

MARTINAZZO, C. A. **Modelos de estimativa de radiação solar para elaboração de mapas soliméricos**. Dissertação de mestrado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Mecânica. Porto Alegre, 2004.

MORAN, Emílio F. **Adaptabilidade Humana: Uma Introdução à Antropologia**

Ecológica. 1. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1994. 338-340 p. v. 10.

NIXON, J. D. **The temperature of color**. *Metalmag* mai/jun, 2002.

O USO DE PROTÓTIPOS EXPERIMENTAIS DE BAIXO CUSTO PARA AVALIAÇÃO DE MATERIAIS DE VEDAÇÃO QUANTO AO SEU DESEMPENHO TÉRMICO.

Curitiba-PR: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004. Disponível em:

<http://ftp://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC_2004/trabalhos/PAP0126d.pdf>. Acesso em: 08 out. 2018.

ONSET COMPUTER CORPORATION. **A Manual – U12011: Hobo U12 Temp/RH Data Logger**. Doc 13127. 2009, 02 p.

PROJETEEEE: Projeteee. **Projetando Edificações Energeticamente Eficientes**.

Disponível em: <http://projeteee.mma.gov.br/dados-climaticos/?cidade=TOPalmas&id_cidade=bra_to_palmas.866070_inmet>. Acesso em: 21 maio 2018.

RORIZ, M.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. **Uma proposta de norma técnica sobre desempenho térmico de habitações populares**. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5, 1999, Fortaleza: ANTAC, 1999.

SATO, S. N., **Mantas refletem o calor e têm função impermeabilizante**. Maioria possui foil de alumínio em uma ou duas faces. *Revista Técnica*. São Paulo. novembro. 2003.

SOARES, A. **Ilhas de calor fazem temperatura variar até 12 graus dentro de SP.** O Estado de São Paulo. São Paulo, 09 de setembro de 2007 - Caderno Metr pole, pág. C4.