

**FACULDADE DE IPORÁ - FAI
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

CARLOS VINICIUS SOUSA ARAUJO

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO TIPO DE TELHADO NO CONFORTO
TÉRMICO EM RESIDÊNCIAS NO MUNICÍPIO DE ARENÓPOLIS**

ARENÓPOLIS, DEZEMBRO, 2021

CARLOS VINICIUS SOUSA ARAUJO

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO TIPO DE TELHADO NO CONFORTO
TÉRMICO EM RESIDÊNCIAS NO MUNICÍPIO DE ARENÓPOLIS**

Trabalho de Conclusão do Curso,
apresentado para obtenção do grau de
Engenheiro Civil no Curso de Engenharia Civil
na Faculdade de Iporá - FAI.

Orientador: Prof. Esp. Felipe De Sousa

ARENÓPOLIS, DEZEMBRO, 2021

CARLOS VINICIUS SOUSA ARAUJO

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO TIPO DE TELHADO NO CONFORTO TÉRMICO EM
RESIDÊNCIAS DE ARENÓPOLIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
aprovado pela Banca Examinadora para
obtenção do Grau de Engenheiro Civil,
no curso de Engenharia Civil da
Faculdade de Iporá - FAI

Iporá, 15 de dezembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Felipe De Sousa- Especialista - (Faculdade de Iporá - FAI) – Orientador

Prof. Jefferson Eduardo Silveira Miranda - Mestre - (Faculdade de Iporá - FAI)

Prof. Rogério Alves de Oliveira - Especialista - (Faculdade de Iporá - FAI)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela capacidade e oportunidade de desenvolver este trabalho de conclusão de curso e as pessoas diversas que ajudou diretamente e indiretamente para vencermos mais uma etapa, dentre elas:

Ao orientador Prof. Felipe de Sousa que há um ano tem acompanhado, dando todo apoio e orientação para elaboração e conclusão deste trabalho.

Ao coorientador Prof. Jefferson E. S. Miranda que orientou e corrigiu o Tcc 1, dando a base para fazermos o tcc2.

Aos meus pais e namorada que incentivou a cada momento ao longo dos cinco anos de jornada de faculdade.

“Rendam graças ao Senhor, por Ele é bom; o seu amor dura para sempre. Bendito seja o Senhor, o Deus de Israel, de eternidade a eternidade.”
Bíblia Sagrada

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1: Maior Diferença de Temperatura entre Telhados 8

Gráfico 2: Variação Total da Temperatura.....9

LISTA DE TABELAS

Figura 1: Mapa aéreo da cidade de Arenópolis – GO.....	4
Figura 2: Termômetro digital.....	5
Figura 3: Telhados em cerâmica (A) e telhados em fibrocimento (B).....	6
Tabela 1: Temperatura (°C) no exterior e interior das residências com diferentes tipos de telhados.	6
Tabela 2: Faixa de sensação térmica TEv	8

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PVC – Policloreto de Polivinila

SUMÁRIO

Título.....	1
Resumo.....	1
Introdução.....	2
Material e métodos.....	4
Resultados e Discussão.....	6
Conclusão.....	10
Referências.....	10

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO TIPO DE TELHADO NO CONFORTO TÉRMICO EM RESIDÊNCIAS NO MUNICÍPIOS DE ARENÓPOLIS

RESUMO: O desempenho térmico da edificação é definido pela capacidade de isolar termicamente do meio externo. A busca por ambientes com melhor climatização para o cliente é um interesse na construção civil, além de garantir um telhado termicamente melhor e poder proporcionar ambientes com temperaturas mais confortáveis. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi descobrir a eficiência dos telhados em relação ao conforto térmico. Com isso é possível estimar qual edificação consumirá menos energia se tornando mais sustentável. O experimento foi realizado e comprovado que o telhado cerâmico com estuque de madeira teve o melhor conforto térmico.

Palavras-chave: Conforto Térmico, Sustentável, Temperatura.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OS THE TYPE OF ROOF ON THE THERMAL COMFORT OF RESIDENCES IN THE MUNICIPALITIES OF ARENÓPOLIS

ABSTRACT: The thermal performance of the building is defined by the ability to thermally isolate from the external environment. The search for environments with better air conditioning for the client is an interest in civil construction, besides ensuring a thermally better roof and being able to provide environments with more comfortable temperatures. In this sense, the objective of this work was to discover the efficiency of the roofs in relation to thermal comfort. With this it is possible to estimate which building will consume less energy becoming more sustainable. The experiment was carried out and proven that the ceramic roof with wood stucco had the best thermal comfort.

Keywords: Thermal Comfort, Sustainable, Temperature.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem ocorrido um aumento da temperatura global, influenciando diretamente a climatização de ambientes internos às edificações e, assim, ocorre uma busca crescente na construção civil por sistemas mais eficientes de estanqueidade térmica e consumo energético (Marinoski et al., 2010). O conforto térmico apresenta grande importância para o bem estar atividade de usuários em variados tipos de edificações. Além disso, representa alto potencial de conservação de energia, visto que o conhecimento das condições e dos parâmetros relacionados ao conforto térmico permite selecionar a melhor alternativa de condicionamento do ambiente térmico e ajustar as condições ambientais de acordo com as preferências dos ocupantes (OLIVEIRA; RUPP; GHISI, 2013).

De acordo com a ABNT (2005) a NBR 15220 define conforto térmico como sendo a satisfação de um usuário no âmbito psíquico e fisiológico com as condições de um determinado ambiente. É um conceito subjetivo que pode variar de indivíduo para indivíduo, mas que tem grande importância para o bem-estar dos ocupantes. Grandjean (1998) afirma que perturbações no conforto são acompanhadas de alterações funcionais, que atingem todo o organismo. Fatores como temperatura do ar, umidade e vento, associados à vestimenta influenciam nas reações metabólicas do organismo quanto à produção e troca de calor, interferindo no equilíbrio térmico. Segundo Gambrell (2002), “Quando a temperatura ambiental excede a do corpo, a sudorese promove uma perda compensadora de calor, através da evaporação”. Entretanto, quando a sudorese é excedente aparecem gotículas de suor isto indica que há um desequilíbrio térmico.

Frota (1995) afirma que, o homem tem melhores condições de vida e de saúde quando seu organismo pode funcionar sem ser submetido à fadiga ou estresse, inclusive o térmico. A temperatura e a umidade do ambiente influem diretamente na execução de tarefas, podendo afetar tanto o desempenho físico quanto provocar acidentes. O corpo está constantemente gerando calor e realizando trocas térmicas com o meio externo, devido aos seus mecanismos internos de regulação térmica, mantendo, deste modo, a temperatura corporal em torno dos 37°C.

A engenharia deve servir ao homem e ao seu conforto, o que abrange o seu conforto térmico. A arquitetura, como uma de suas funções, deve oferecer condições térmicas compatíveis ao conforto térmico humano no interior dos edifícios, sejam quais forem as condições climáticas externas (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Assim, pode-se afirmar que a neutralidade térmica é uma condição necessária, mas não suficiente, para que uma pessoa esteja em conforto térmico. Por exemplo, um indivíduo que estiver exposto a um campo assimétrico de radiação pode muito bem estar em neutralidade térmica, porém não estará em conforto térmico (Lamberts, 2016).

Os materiais e elementos construtivos se comportam termicamente em função de suas propriedades térmicas. a ABNT (2005) a NBR 15220-2 (2005) fornece tabelas com as principais propriedades térmicas dos materiais que compõe os elementos construtivos e apresenta os métodos de cálculo, para elementos homogêneos e heterogêneos, de transmitância térmica, fator solar e atraso térmico.

Segundo Bittencourt e Cândido (2010) existem três tipos de estratégia para se resfriar um ambiente: ativas, passivas e híbridas. A estratégia ativa é aquela que demanda energia elétrica para seu funcionamento. O segundo método, a passiva, é aquela que requer pouca ou nenhuma energia para seu funcionamento. Já o sistema híbrido integra parte da estratégia ativa para auxiliar o funcionamento dos métodos passivos.

De acordo com Baêta e Souza (2010), o uso de abrigos com materiais adequados de cobertura promove a redução de até 30% da carga térmica radiante quando comparado com situações de exposição à radiação solar direta melhorando, assim, o estado de conforto térmico de seus ocupantes. A manutenção de sistemas de climatização natural é uma das premissas fundamentais para a obtenção de uma instalação eficiente energeticamente, através de estratégias como: especificação correta de materiais de construção que contribuam para a redução do ganho térmico e manutenção do conforto interno; utilização de sistemas passivos de climatização e iluminação natural dos ambientes internos, entre outros (Keeler; Burke, 2010).

Devido ao aquecimento global, menor precipitação, as casas estão cada vez aquecidas, trazendo maiores gastos com a refrigeração. A importância acadêmica é orientar o profissional engenheiro a projetar as casas com melhor qualidade térmica, e a parte social e provar aos clientes quem tem mecanismos para melhorar a

qualidade de vida. Tendo em vista o problema com o conforto térmico nas edificações, este trabalho teve como objetivo apresentar uma comparação de variação da temperatura interna de residências com telhados em residências nos municípios de Arenópolis-GO. Assim, espera-se sugerir um telhado de melhor benefício aplicado à região.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na cidade de Arenópolis, uma cidade do Estado de Goiás, que se estende por 1074,6 km² e conta com 2612 habitantes no último censo. Vizinho dos municípios de Diorama, Piranhas e Palestina de Goiás e situa a 48 km ao Norte-oeste de Iporá (IBGE, 2020).

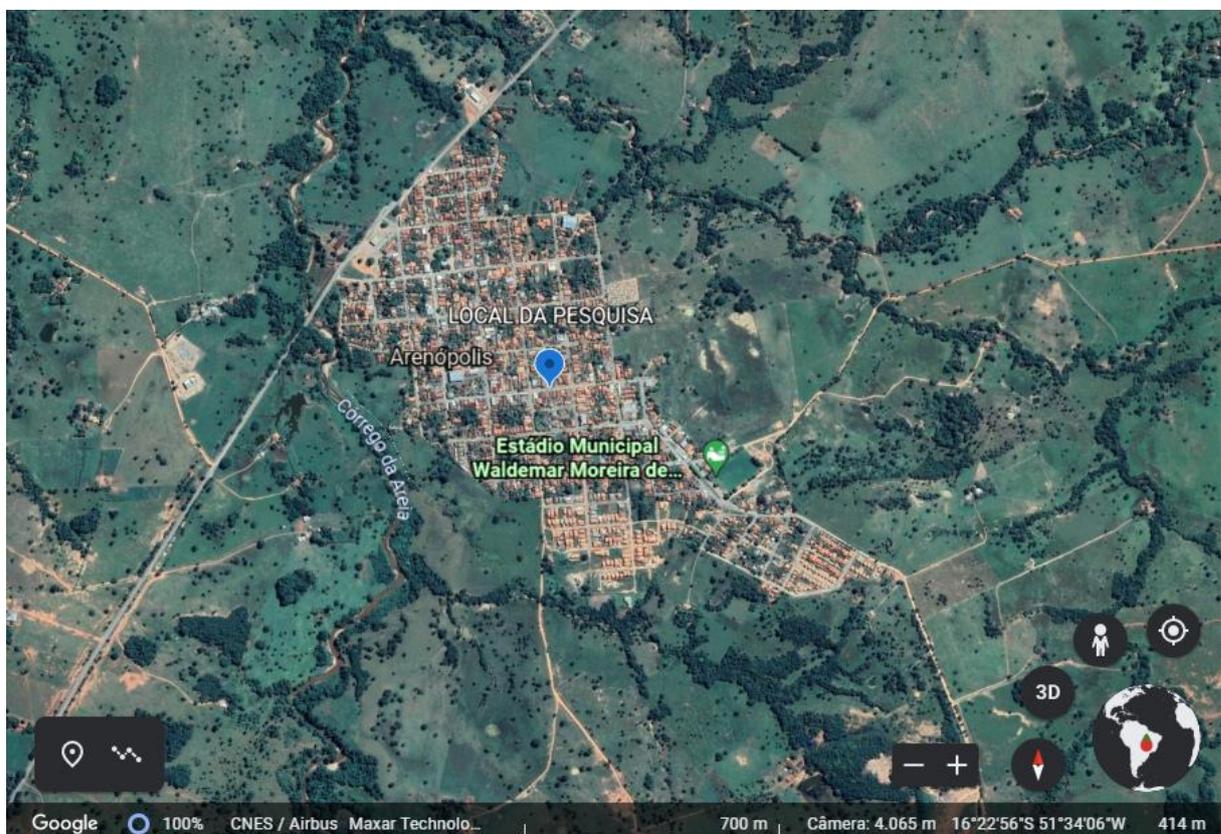


Figura 1: Mapa aéreo da cidade de Arenópolis – GO. Fonte: Pagina do Google Maps Disponível em: <<https://earth.google.com/web/@-16.38818483,-51.55757929,431.21796453a,3633.31899227d,35y,0h,0t,0r>> acesso em: 16 de dez. 2021.

Para a realização do experimento foram utilizadas casas já construídas em uma só região da cidade, com um padrão de altura e de tamanho de cômodos em comum, diferindo apenas na composição do telhado. As medições de temperatura foram realizadas nas paredes internas dos cômodos através da ferramenta termômetro digital.

Figura 2:Termômetro digital.



Fonte: dgf.webp (274x500)

A primeira casa escolhida pelo fato de estar perto e assemelhar com a casa de número (02) e ter o telhado cerâmico (Figura 3 A), onde foi coletado dados de três cômodos. O comado número (01) foi escolhido por estar com estuque de madeira, o cômodo de número (02) escolhido por ter o estuque de pvc e o comado (03) por ser sem estuque. A segunda casa escolhida para o teste por esta próximo à casa de número (01), com telhas de fibrocimento (Figura 3 B) foi medido as temperaturas no comado (04) por ter o estuque de gesso e o comado (05) por ser sem estuque.

As duas casas foram escolhidas por não tem arvore na calçada, a pintura de cor clara (branco com cinza claro), com altura semelhante (2,5 metros), comados com tamanhos iguais (16 a 20m²).



Figura 3: Telhados em cerâmica (A) e telhados em fibrocimento (B). Fonte: <https://www.guiadoconstrutor.com.br/blog/6-principais-tipos-de-telhas-de-ceramica-para-nao-errar-no-telhado> e <https://www.totalconstrucao.com.br/inclinacao-telha-fibrocimento/>

O levantamento de coleta de dados quantitativos foi nos meses de outubro e novembro por serem a época de maior calor e começo das chuvas, normalmente as 11:00 as 12:00 horas por ser o momento que o sol está no centro, tendo contato em todos telhados. E durante 20 dias consecutivos, conforme Tabela 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 01 é referente a todas coletas das medições durante os 20 dias, começando no dia 06/outubro e terminando dia 17 de novembro, além das medias de todos telhados inclusive do sol e na sombra.

Tabela 1: Temperatura (°C) no exterior e interior das residências com diferentes tipos de telhados.

Data	Temperaturas (°C)						
	Cerâmica			Fibrocimento		Sol	Sol/Sombra
	Madeira	Pvc	S/estruque	S/estruque	Gesso		
06/out	35,1	36,2	38,1	39	36,9	42,8	40,1
07/out	32	33,6	33,1	34,2	33	34,7	34
08/out	30,9	31	32,1	34	33,2	35,2	35,1
09/out	32,2	32,3	32,5	32,5	31,2	36,3	36,3
11/out	31,1	31,5	31,6	31,8	30,5	35,2	36
12/out	32	32,2	32,4	32,8	32	32	32,1
13/out	32,1	32,5	33,1	33,5	33,1	35,2	34,9
14/out	31,5	31,8	32,9	33	33	34,4	34,6
15/out	28,9	29	29,1	29,5	29,4	31,5	32
16/out	28	27,9	28,1	28,5	28,6	29,8	28,6
18/out	29	28,5	29,3	29,6	30,2	29,5	29
19/out	28,3	28,5	28,7	29,3	28,1	30	29,5

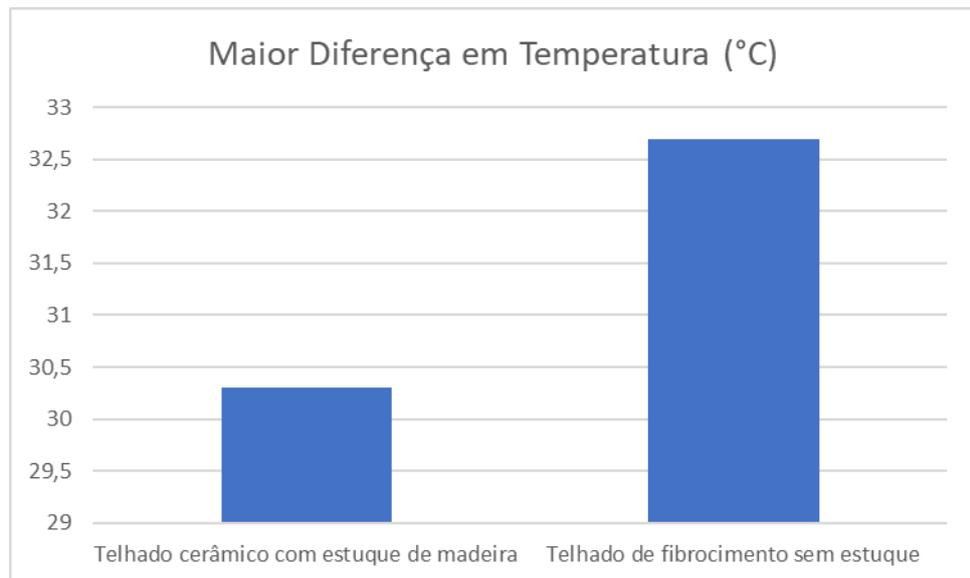
Data	Madeira	Pvc	S/estruque	S/estruque	Gesso	Sol	Sol/Sombra
20/out	27	27,2	27,5	28,8	28,1	29	28,3
21/out	28,7	28,9	28,7	28	27,9	29,6	29,1
22/out	27,9	27,5	27,9	29	28,1	30,1	28,6
10/nov	29,1	29,2	29,5	30,1	29,3	31,2	30,9
11/nov	29,1	29,3	29,8	31,5	29,1	31,2	31,2
12/nov	28,5	28	28,4	30	29,5	31,5	31,9
15/nov	28,2	28,3	28,7	30,1	30	33	32,9
16/nov	28,1	28,3	29	28,5	27,5	29,5	29,6
17/nov	29	30,1	29,1	30,8	29,2	33,5	31
Média	30,3	31,6	32	32,7	31,9	34,3	33,8

Além dos resultados dos telhados, foi coletado os dados no sol e na sombra para ter dados comparativos entre o interior e exterior das casas. A amostra de temperatura do sol foi no mesmo horário e em frete a casa número (01) e a sombra foi na frente da casa número (02), a sombra onde foi coletado as temperaturas, foi uma sombra do muro da frente da casa. Os resultados obtidos nessa coleta de dados foi que entre está no sol e na sombra, traz um desconforto térmico de 0,5 °C de diferença entre eles. Essa informação de dados coletados, foi no sol de meio dia, há um metro de altura da calçada, onde pegava sol direto, e outro na sombra da casa em frente.

Outro resultado interessante e que a média da temperatura externa dos lares é de 34,05 °C, e interna, indiferente do telhado é de 31,7 °C, tendo uma média de diferença de 2,35 °C de conforto térmico em está dentro de uma casa. Entre os telhados de fibrocimento e cerâmica, todos cômodos sem estuque teve uma diferença de 0,7 *C de conforto térmico para o telhado com telha cerâmica. O estuque de Gesso com telhado de fibrocimento teve maior desconforto térmico do que o forro de Pvc em telhado cerâmico de 0,3 *C. A média entre a temperatura do telhado de fibrocimento foi de 32,3 *C e do telhado cerâmico foi de 31,3 *C, contendo uma diferença de 1 *C.

A telha de fibrocimento é mais quente e com a falta de estuque aumenta o desconforto térmico. Assim, como a telha cerâmica com estuque de madeira trouxe o maior conforto térmico de 2,4 *C.

Gráfico 1: Maior Diferença de Temperatura entre Telhados



Fonte: Pessoal, 2021

Já o índice TEv, além de também estabelecer uma relação entre a temperatura média e a umidade relativa do ar, considera dados de velocidade do vento, apresentando onze faixas distintas de níveis de conforto térmico. As seis primeiras faixas estabelecem sensações térmicas que vão de muito frio, com valores menores que 05°C, à ligeiramente fresco, entre 19°C e 22°C. A sétima faixa se apresenta como de transição entre as condições de desconforto por frio e de desconforto por calor, avaliando o ambiente como confortável quando as sensações de conforto estão entre 22°C e 25°C. Em sequência, indica as sensações térmicas como sendo ligeiramente quente quando as temperaturas variam entre 25°C e 28°C, quente moderado para valores entre 28°C e 31°C, quente para valores entre 31°C e 34°C e muito quente para valores maiores que 34°C (FREITAS, 2013).

Tabela 2: Faixa de sensação térmica TEv.

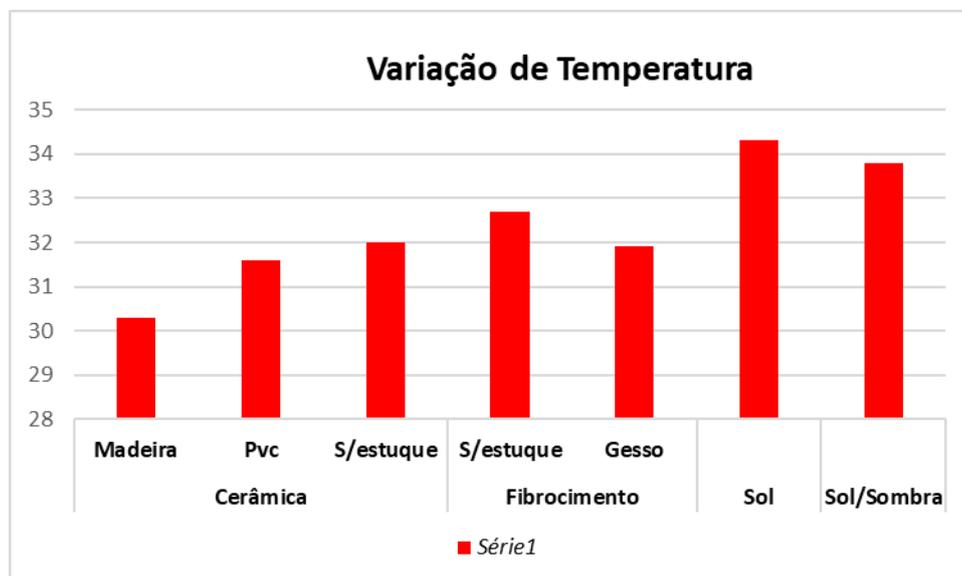
Faixas	TEv (°C)	Sensação Térmica	Grau de estresse fisiológico
1	< 05	Muito Frio	Extremo estresse ao frio
2	05 -10	Frio	Extremo estresse ao frio
3	10 -13	Moderadamente Frio	Tiritar
4	13 -16	Ligeiramente Frio	Resfriamento do corpo
5	16 -19	Pouco Frio	Ligeiro resfriamento do corpo
6	19 -22	Ligeiramente Fresco	Vasoconstrição
7	22 -25	Confortável	Neutralidade térmica
8	25 -28	Ligeiramente Quente	Ligeiro suor, vasodilatação
9	28 -31	Quente Moderado	Suando
10	31 -34	Quente	Suor em profusão
11	> 34	Muito Quente	Falha na termoregulação

Fonte de estudo de Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais (Master- IAG/USP)

Comparando os resultados da pesquisa com a faixa de sensação térmica TEv, comprova a sensação de calor é maior nos telhados de fibrocimento (quente) que nos telhados de barro (quente moderado).

No gráfico 03 está a média de todas as temperaturas coletadas para comparação entre os melhores lugares com melhor conforto térmico. Em primeiro lugar foi telhado cerâmico com estuque de madeira, segundo lugar o forro de pvc com telhado cerâmico, terceiro lugar foi o forro de gesso com telhado de fibrocimento, quarto lugar o telhado cerâmico sem estuque e o pior em conforto térmico e o telhado de fibrocimento sem estuque.

Gráfico 3: Variação Total da Temperatura



Fonte: Pessoal, 2021

CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou perceber que a telha cerâmica com estuque de madeira é que propicia maior conforto térmico ao cliente.

As medições comprovaram que a telha de fibrocimento é mais quente e a falta de estuque aumenta o desconforto térmico. Assim, os resultados presentes na pesquisa ficaram definidos que a diferença entre um telhado termicamente melhor e o pior foi de 2,4 °C.

REFERÊNCIAS

- ALTOÉ, L.; OLIVEIRA FILHO, D. Termografia infravermelha aplicada à inspeção de edifícios. *Acta Tecnológica*, v.7, p.55-59, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio Janeiro, 2005.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. *Ambiência em edificações rurais: Conforto animal*. 2.ed. Viçosa: UFV, 2010. 269p.
- BITTENCOURT, L.; CHRISTHINA, C. *Ventilação Natural em Edificações*. Rio de Janeiro: ELETROBRAS, 2010.
- CAMARGO, MARISTELA GOMES DE. *Discussões Sobre Ergonomia e Conforto Térmico em Relação ao Vestuário*, FAAC-UNESP-Bauru, 2006.
- CARNEIRO, THAISA A. *et al* . Condicionamento térmico primário de instalações rurais por meio de diferentes tipos de cobertura. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.*, Campina Grande , v. 19, n. 11, p. 1086-1092, Nov. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662015001101086&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 Mai 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n11p1086-1092>.
- FERRAZ, IARA LIMA. *O desempenho térmico de um sistema de cobertura verde em comparação ao sistema tradicional de cobertura com telha cerâmica*. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola

Politécnica, University of São Paulo, São Paulo, 2012. doi:10.11606/D.3.2012.tde-07062013-144209. Acesso em: 2021-05-11.

Freitas, A.F. et al. Avaliação microclimática em dois fragmentos urbanos situados no Campus I e IV da Universidade Federal da Paraíba. Revista Brasileira de Geografia Física. v. 6, 2013.

FROTA, ANÉSIA BARROS. Manual de conforto térmico : arquitetura, urbanismo / Anésia Barros Frota, Sueli Ramos Schiffer. — 5. ed. — São Paulo : Studio Nobel, 2001.

FROTA, ANÉSIA BARROS. Manual de Conforto Térmico: Arquitetura/Urbanismo. 2ª ed. São Paulo: Stúdio Nobel, 1995.

GRANDJEAN, ETIENNE. Manual de Ergonomia: Adaptando o trabalho ao homem. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 1998.

KEELER, M.; BURKE, B. Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis. Porto Alegre: Bookman, 2010. 362p.

LAMBERTS, ROBERTO. Desempenho Térmico de edificações/ EneDirChasi; Ana Lígide; Et Al. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

Marinoski, D. L., De Souza, G. T., Sangoi, J. M., & Lamberts, R. (2010). Utilização de Imagens em Infravermelho para Análise Térmica de Componentes Construtivos. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Canela.

Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais - MASTER - (IAG/USP). Temperatura Efetiva em função do vento: distribuição das zonas de conforto para diferentes graus de percepção térmica e suas respostas fisiológicas. Disponível em: . Acesso em: 10 set. 2017

NORMAN BARROS LOGSDON. Estruturas de madeira para coberturas, sob a ótica da NBR 7190/1997. Universidade Federal de Mato Grosso Faculdade de Engenharia Florestal Departamento de Engenharia Florestal. Cuiabá, MT. – 2002.

OLIVEIRA, CANDI CITADINI DE; RUPP, RICARDO FORGIARINI; GHISI, ENEDIR. Influência da umidade do ar no conforto térmico de usuários de edificações de escritórios em Florianópolis/SC. Ambient. constr., Porto Alegre , v. 20, n. 4, p. 7-21, Dez. 2020. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212020000400007&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 10 Mai 2021. Epub Out 05, 2020. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000400457>.

RORIZ, M. Apostila de conforto térmico. Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos. (mimeo), São Carlos, SP, 1995.