

ESTUDO DO DESEMPENHO TÉRMICO EM RESIDÊNCIA HISTÓRICA DE MADEIRA EM LENÇÓIS PAULISTA - SP

STUDY OF THERMAL PERFORMANCE IN A HISTORIC WOODEN RESIDENCE IN LENÇÓIS PAULISTA - SP

Ana Luiza Martins

Resumo

Este trabalho abordou uma casa vernacular de fazenda, explorando aspectos como sua história, importância local, arquitetura e métodos construtivos. A análise concentrou-se na qualidade da construção em relação ao conforto térmico, particularmente em condições de frio. A eficácia da construção foi verificada por meio de análise gráfica das temperaturas pela faixa de conforto, considerando também o isolamento e variância de temperatura entre as faces das paredes analisadas, além do cálculo do Índice TEV (temperatura efetiva em função do vento). A residência utilizada como objeto de estudo é data da segunda metade do século dezenove e foi construída em madeira com fundação em alvenaria de tijolos de barro com assoalho, piso em ladrilho hidráulico e madeira. Localizada na área rural de Lençóis Paulista, São Paulo, mais precisamente no território da antiga Fazenda Fartura, em Alfredo Guedes. As medições dos parâmetros de conforto térmico foram conduzidas com uso de câmera térmica, termo-hidrômetro digital e termômetro digital de superfície na sala da residência e em sua área externa, em diferentes horários do dia.

Palavras-chave: Conforto térmico, construção em madeira, arquitetura vernacular, Índice Tev.

Abstract

This study focused on a vernacular farmhouse, exploring aspects such as its history, local significance, architecture, and construction methods. The analysis concentrated on the construction's quality regarding thermal comfort, particularly in cold conditions. The effectiveness of the construction was assessed through graphical analysis of temperatures within the comfort range, considering insulation and temperature variance between the analyzed wall surfaces, as well as the calculation of the TEV Index (Effective Temperature in relation to the wind). The residence used as the study object dates back to the second half of the nineteenth century and was built with wood, a foundation in clay brick masonry, with flooring, hydraulic tile, and wooden flooring. Located in the rural area of Lençóis Paulista, São Paulo, specifically in the territory of the former Fazenda Fartura, in Alfredo Guedes. Thermal comfort parameter measurements were conducted using a thermal camera, digital thermo-hygrometer, and digital surface thermometer in the residence's room and its external area, at different times of the day.

Keywords: Thermal comfort, wooden construction, vernacular architecture, TEV Index.

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que o conforto térmico eleva a satisfação dos usuários das edificações, o que torna o tema relevante para estudo, tendo também efeitos diretos no desempenho e rendimentos das atividades realizadas pelos indivíduos, os quais vêm passando cada vez mais tempo em ambientes climatizados artificialmente gerando um grande consumo energético, como relata Donaisky et al. (2010).

A norma brasileira define que conforto térmico é a “satisfação psicofisiológica de um indivíduo com as condições térmicas” do ambiente (ABNT NBR 15220-1, 2005, p. 6). Dessa forma, o conforto térmico pode ser considerado como uma sensação pessoal à confortabilidade do indivíduo, mas também há uma segunda forma de análise, a linha climático-ambiental. A norma propõe uma formulação de um estado térmico considerando variáveis físicas como temperatura, umidade do ar, radiação e vento, como explica Santos e Andrade (2008).

Considerando os mecanismos de termo-regulação biológica, o conforto térmico humano (animal homeotérmico) necessita de condições específicas ambientais para seu organismo de forma a não exceder seus limites térmicos (FANTE, 2019).

Neste artigo foi estudada e avaliada uma casa vernacular de fazenda construída com fundação em alvenaria de tijolos de barro, paredes em madeira peroba e forro de madeira com telha cerâmica. Ela está localizada na Fazenda Fatura na Vila de Alfredo Guedes em Lençóis Paulista – SP. Sua zona climática corresponde a de número três¹, como estabelece o zoneamento bioclimático brasileiro² pela ABNT NBR 15220-3 (2005) e recomenda diferentes estratégias para as habitações com foco no interesse social.

Para Barbosa (2010), a arquitetura bioclimática seria “o estudo que busca a harmonização das construções ao clima e características locais”. Nos Estados Unidos, os irmãos Olgyay, na década de 60 aplicaram a bioclimatologia à arquitetura de forma a considerar o conforto térmico humano e criar a carta bioclimática que representa, pela primeira vez, a conexão entre clima e o conforto humano (LEÃO, 2007).

¹Parâmetros e condições de contorno para o desenvolvimento das diretrizes construtivas e do estabelecimento de estratégias de condicionamento térmico, considerados conforme a ABNT NBR 15220-3 (2005: “a) tamanhos das aberturas (ventilação); b) proteção das aberturas (esquadrias); c) vedações externas (tipo de parede externa e tipo de cobertura) e d) estratégias de condicionamento térmico passivo”.

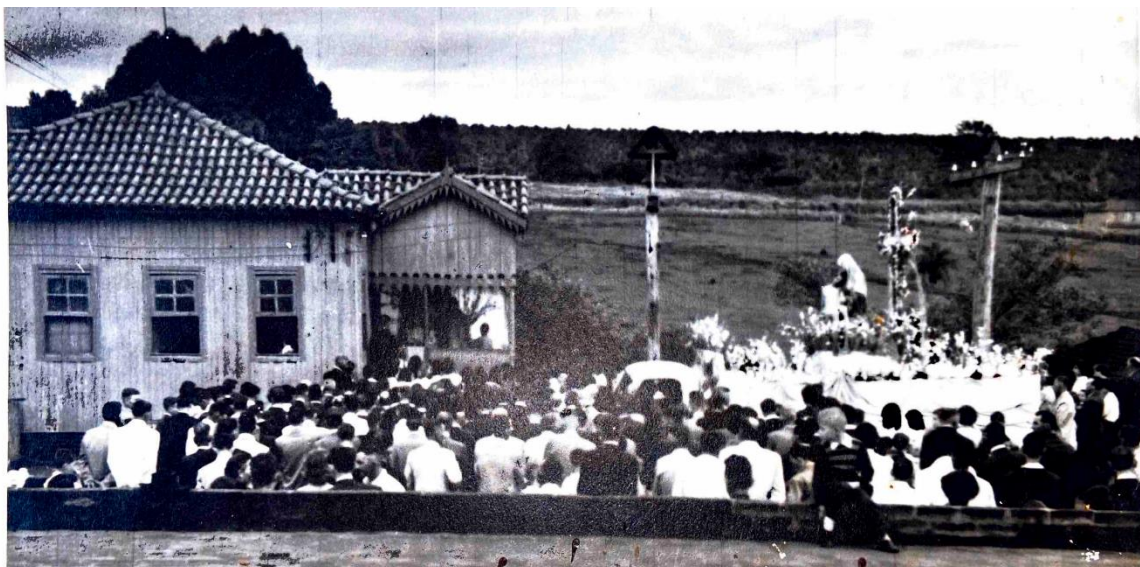
² Para a Zona Bioclimática três, recomenda-se segundo a ABNT NBR 15220-3 (2005) que sejam atendidas as seguintes diretrizes: a) aberturas para ventilação de tamanho médio com sombreamento e que permitam a entrada de sol durante o inverno; b) vedações externas leves, sendo pares refletoras e cobertura isolada; c) Como estratégia de condicionamento térmico passivo: usar no verão ventilação cruzada; no inverno aquecimento solar da edificação e vedação interna pesada.

Para isso foram comparados os índices de temperatura, umidade e velocidade do vento e calculado por meio do índice TEv o nível de eficiência de conforto que a casa de fazenda (séc XIX) e seu método construtivo promove aos moradores em dias frios.

1.1 Contexto

Construída por volta da segunda metade do século dezenove, a casa utilizada como objeto de estudo possui grande valor como patrimônio histórico para a cidade de Lençóis Paulista. Por ser uma das únicas ainda existentes das construídas em madeira na Vila de Alfredo Guedes em Lençóis Paulista – SP, esta era sede da Fazenda Fartura. Fazenda que é muito lembrada pelos anos áureos do café na cidade e pela influência política que seu proprietário Joaquim Anselmo Martins, como relata Rocha (2005).

Figura 1: Doação da Imagem de Nossa Senhora da Piedade



Fonte: Acervo familiar, 1953

Fazendeiro, produtor de café, duas vezes prefeito de Lençóis Paulista e três vezes vereador, conquistou o título de Coronel usado até o final de sua vida pela sua boa articulação política (ROCHA, 2005 e MAO, 2012).

A *Imagem 1* foi tirada no dia 19 de março de 1953, a imagem de Nossa Senhora da Piedade foi doada pelo Coronel Joaquim Anselmo Martins para a Igreja Nossa Senhora da Aparecida, Igreja Matriz de Lençóis Paulista. Foi transportada em procissão, de Alfredo Guedes para a cidade, passando pela Fazenda Fartura que na época era um bairro e pela casa estudada, residida pelo doador (LENÇÓIS PAULISTA ONTEM E HOJE, 1972).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Esse trabalho de iniciação científica, concentrado em pesquisa aplicada com abordagem quantitativa, avaliou a eficácia de um método construtivo. O objeto de estudo

escolhido foi uma casa vernacular de fazenda do século XIX. Como procedimento de metodológico, conduziu-se uma pesquisa bibliográfica, documental e além disso, de madeira exploratória, foram coletados dados de temperatura (°C) e umidade relativa (%) tanto do exterior da casa e quanto no centro do ambiente avaliado, a sala de televisão. Foram também realizadas medições da temperatura de superfície (°C) tanto na face externa quanto na face interna da parede, situada no mesmo ambiente (sala de televisão), além da temperatura de superfície de uma parede interna. Os dados foram sempre coletados no mesmo ponto para garantir consistência e evitar erros de medição relacionados à densidade ou variação por tonalidade da superfície. Os intervalos de medição foram feitos de duas em duas horas, das seis às dezoito horas nos dias 10 e 18 de junho de 2023, dias típicos de outono.

Para as coletas de dados foram utilizados instrumentos do laboratório de conforto da Faculdade Integradas e Bauru, câmera de imagem térmica, modelo FLIR C2, da marca FLIR, termômetro infravermelho, modelo MT-320B, da marca Minipa, termo-higrômetro digital portátil, modelo ITHT2210, da marca Instrutemp – Instrumentos de medição.

Importante destacar que a casa é habitada e durante as medições ela estava ocupada por cinco pessoas (a mãe da família e seus quatro filhos). No entanto, o ambiente em que as medições ocorreram estava ocupado apenas pela pessoa que manuseou os aparelhos no momento da aferição e nenhum dispositivo de condicionamento de ar foi utilizado.

Dado que as medições foram realizadas em dias frios, optou-se por não interferir na rotina da residência, conduzindo-as conforme o costume dos moradores. Dessa forma, as aferições ocorreram em ambiente social e sem intervenção nas aberturas, que foram abertas pela moradora por volta das 10 horas e novamente fechadas por volta das 16 horas pra condicionamento do calor interno.

Para dos resultados realizou-se análise de gráficos, estudo bibliográfico de parâmetros de conforto, além de calculado por meio do índice TEV suas variáveis ambientais e pessoais.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

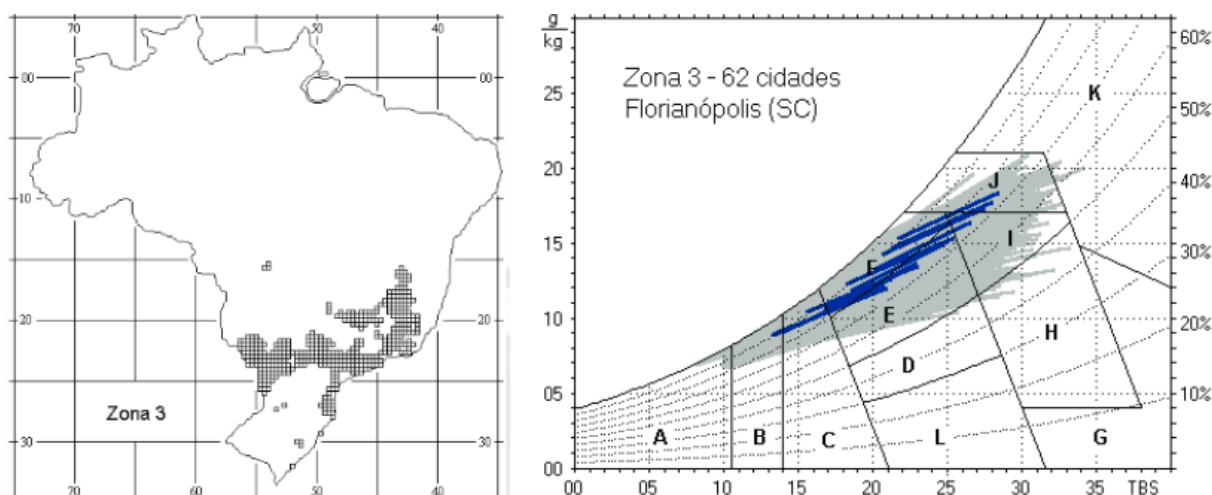
A fundamentação teórica desta pesquisa de iniciação científica explora a caracterização climática do local onde a casa, objeto de estudo, está situada.

Como ilustra Veloso (1999), a arquitetura feita pelo povo e sem o auxílio de especialistas, vernacular, vem mostrando historicamente exemplos de adequação à diversas particularidades climáticas em regiões distintas em todo o mundo. Dessa forma, percebe-se que por mais elementar que fosse o conhecimento da arquitetura, a função do abrigo enquanto proteção aos efeitos indesejáveis do clima sempre foi uma preocupação.

3.1 Caracterização Climática do Local

A residência estudada está situada na vila rural de Alfredo Guedes na cidade de Lençóis Paulista, pertencente à zona bioclimática 3, conforme a ABNT NBR 15220-3 (2005).

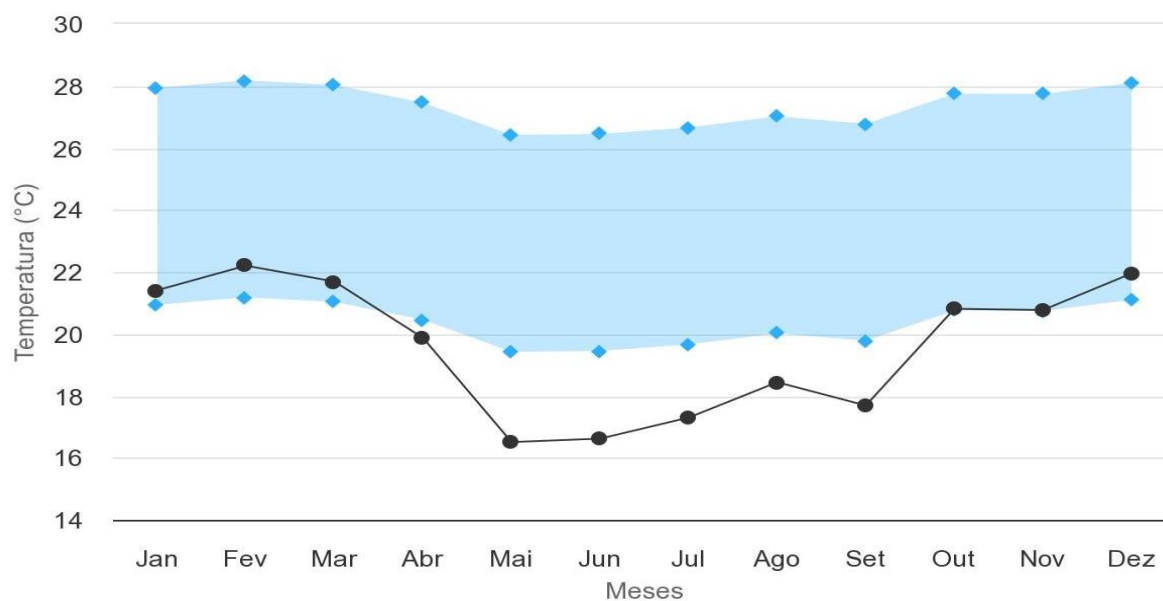
Figura 2: Zona Bioclimática 3 no mapa do Brasil e Carta Bioclimática Zona 3



Fonte: ABNT NBR 15220-3, 2005, p. 5

Como a cidade não possui dados bioclimáticos é recomendado pelo Projeteee (2023) utilizar dados de outra cidade que faça parte da mesma zona bioclimática. Foram utilizadas Avaré e Barra Bonita.

Figura 3: Gráfico de temperatura e zona de conforto.



Fonte: PROJETEEE, 2016

A Figura 3 com dados de 2016, ilustra os pontos de temperatura mensal média (com linha e pontos em preto), temperatura mensal média máxima e mínima (pelos pontos em azul), além da zona de conforto térmico (pela faixa azul).

Pode-se observar que a zona de conforto térmico é variável, porém mantida em uma margem que varia de: 19,42°C de temperatura mensal média mínima no mês mais frio a 28,18°C de temperatura mensal média máxima no mês mais quente do ano.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado, foram coletados dados materiais, elaborada a planta dos pavimentos, e realizadas medições de temperatura e umidade do ar. Esses dados serão apresentados e analisados posteriormente durante a pesquisa para avaliar o conforto térmico oferecido pela residência estudada.

4.1 Análise Material Arquitetônica

A casa, construída em alvenaria de tijolos de barro e predominantemente composta por madeira de peroba rosa, mantém-se conservada, considerando sua longa existência. No entanto, sinais evidentes de degradação temporal são visíveis em na alvenaria que apresenta grandes trincas e rachaduras na estrutura. Possui porão com pilares espessos e paredes grossas fazendo as divisórias que separam os ambientes e estruturam as paredes do nível superior executado em madeira. Externo a ele, há um banheiro hoje sem funcionamento, a escada e a lavanderia esculpida junto à estrutura da casa.

Figura 4: Entrada Norte do porão e entrada principal da casa (Leste).



Fonte: produzido pela autora

No nível da residência, externamente, localiza-se o banheiro com sua porta de acesso voltada para a da cozinha. A cozinha encontra-se logo a cima da lavanderia, aproveitando o encanamento. O abastecimento de água inicialmente era manual oriundo do poço existente ao lado da casa. As paredes do banheiro e meia parede onde há a pia da cozinha, são em alvenaria, as demais são feitas em madeira de peroba rosa. A casa como um todo possui piso em ladrilho hidráulico, tendo apenas o quarto voltado ao leste com piso em madeira.

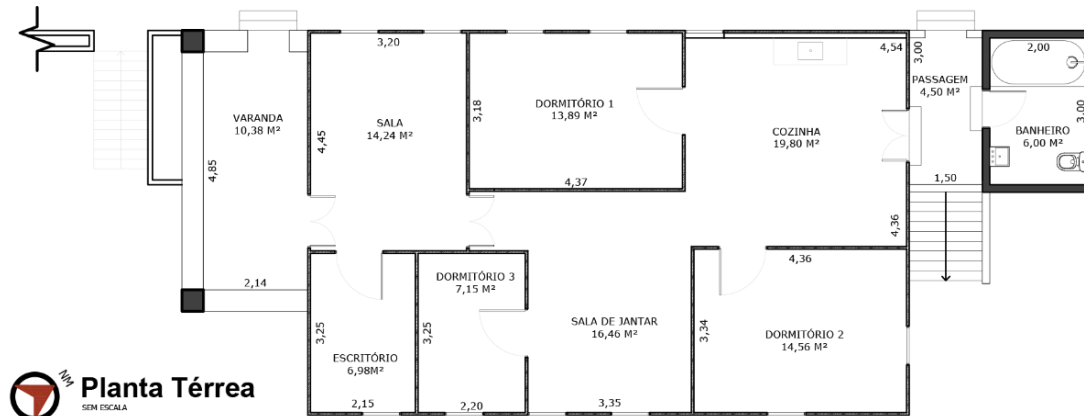
Figura 5: Piso em ladrilho hidráulico, junção piso em ladrilho com parede de madeira e piso de madeira.



Fonte: produzido pela autora

A casa possui telhado em telha cerâmica (já não mais originais da residência), forro e esquadrias em madeira, essas esquadrias sofreram grande degradação devido ao ataque de cupins, algumas delas tiveram de ser trocadas, porém a madeira estrutural e de vedação permanecem em bom estado em toda a casa.

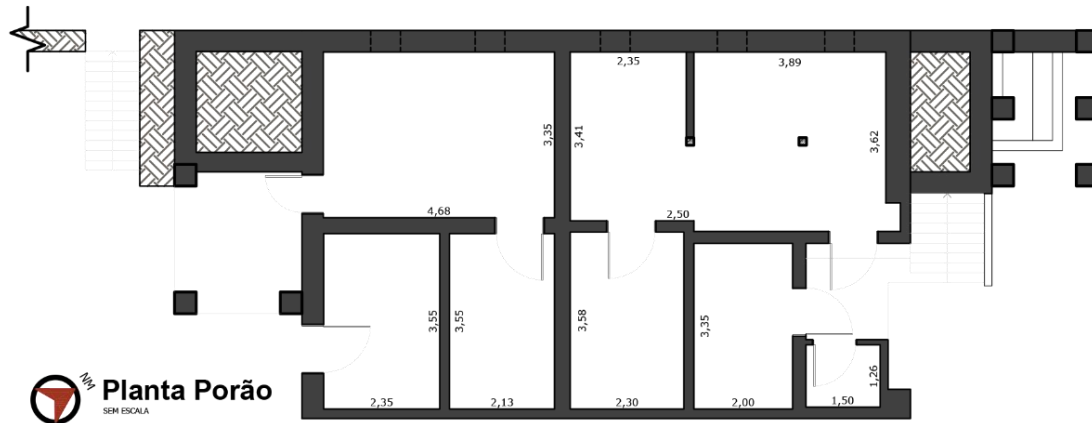
Figura 6: Planta da Casa.



Fonte: produzido pela autora

Ao analisar as plantas (*Figura 6 e 7*), nota-se que o posicionamento dos cômodos e materiais utilizados refletem uma arquitetura vernacular pensada e estruturada de forma a considerar o conforto de seus ocupante. A casa possui porão ventilado proporcionando uma boa circulação do ar da casa mesmo com ela estando fechada e sem resfriá-la no inverno. Seu piso em ladrilho hidráulico mantém a casa fresca no verão e o único cômodo em piso de madeira, é o quarto voltado para o leste, cômodo este que não recebe tanto calor do sol. Em sua face sul, localiza-se o banheiro afastado do restante da casa (como era de costume na época) e abaixo dele fica a lavanderia com tanque esculpido na alvenaria. Seu porão possui cômodos fechados e um segundo banheiro com porta voltada para fora do mesmo.

Figura 7: Planta da Casa.



Fonte: produzido pela autora

4.2 Análise do Entorno

A casa de fazenda estudada encontra-se isolada em meio ao seu terreno em declive. Posicionada no ponto mais baixo do terreno, ao fundo, a casa tem sua fachada principal voltada pra o Leste e com vista para dois terreiros de café dispostos em níveis ascendentes em relação a residência.



Figura 8: Fachada Leste – 18/06/2023.

Fonte: produzido pela autora

Nas proximidades da casa, encontram-se duas tulhas³ antigas de madeira, uma para cada terreiro, além de um poço antigo e vegetações permanentes pontuais. No entanto, essas vegetações configuram-se insuficientes como proteção à residência, assim como as plantações vizinhas de cana de açúcar, que se estavam rasteiras durante o período em que o

³ Nome dado ao local onde se armazena os grãos de café depois de secar no terreiro.

estudo foi conduzido. Ao Norte, também próximo à casa, encontra-se um secador de café rotativo construído recentemente e ainda em uso pelos proprietários da fazenda.

A casa espaçosa, de aproximadamente 113,00 m² e com apresenta aberturas em todas as suas fachadas, permitindo ventilação cruzada. Devido ao desnível do terreno, a residência conta com um amplo porão em toda sua extensão, oferecendo espaço de armazenamento para seus moradores.

Figura 9: Foto de situação da fazenda.



Fonte: Produzido pela autora, feito no google Earth

Como a casa é habitada, optou-se por não intervir nos costumes de seus moradores. Dessa forma as medições das condições de conforto térmico interno da casa foram feitas na sala de televisão, por ser um cômodo de uso social que não atrapalharia e nem tiraria a privacidade de seus moradores.

Em relação à abertura de janelas e portas, como as medições foram feitas em dias frios (dia 10 e 18 de junho), dias típicos de outono, e a família estava presente no local, não houve intervenção na abertura ou fechamento das esquadrias. Percebeu-se que quando a temperatura do dia aumentou, a locatária abriu as janelas para que a casa se aquecesse mais rapidamente (por volta das 10 horas da manhã) e novamente fechadas quando o sol começou a se pôr no lado oeste da casa (por volta das 16 horas), para manter o calor nos ambientes e não os resfriar junto ao ar externo.

4.3 Medições do dia 10 de junho de 2023

A *Figura 10* a apresenta a previsão do tempo para o dia 10 de junho de 2023, conforme registrado pela estação meteorológica de Barra Bonita (recomendada para uso a Vila de Alfredo Guedes por proximidade e por também pertencer à zona bioclimática 3) com dados retirados do site do INMET. A temperatura apresentou-se em queda desde o início do dia até às 10 horas, onde atingiu sua menor temperatura do dia (12,10°C) e em seguida voltou

a subir atingindo sua máxima às 17 e 18 horas (29,10°C) e voltando novamente a cair ao anoitecer.

Figura 10: Gráfico de temperatura – Estação Meteorológica de Barra Bonita no dia 10/06/2023.



Fonte: produzido pela autora, dados INMET

A Figura 11 exibe as temperaturas aferidas de duas em duas horas *in locu*, iniciando às 6 horas e encerrando às 18 horas. As medições foram feitas pelo lado de fora da casa (no terreiro de café inferior), junto à face Leste e no interior da casa, na sala de televisão (no centro do ambiente).

Os dados foram registrados utilizando um termo-higrômetro digital portátil, modelo ITHT2210, da marca Instrutemp – Instrumentos de Medição. Com base na análise dos dados obtidos pelo site do INMET e os aferidos *in locu*, percebe-se uma variância, devido à distância geográfica.

Figura 11: Tabela de temperatura e umidade do ar.

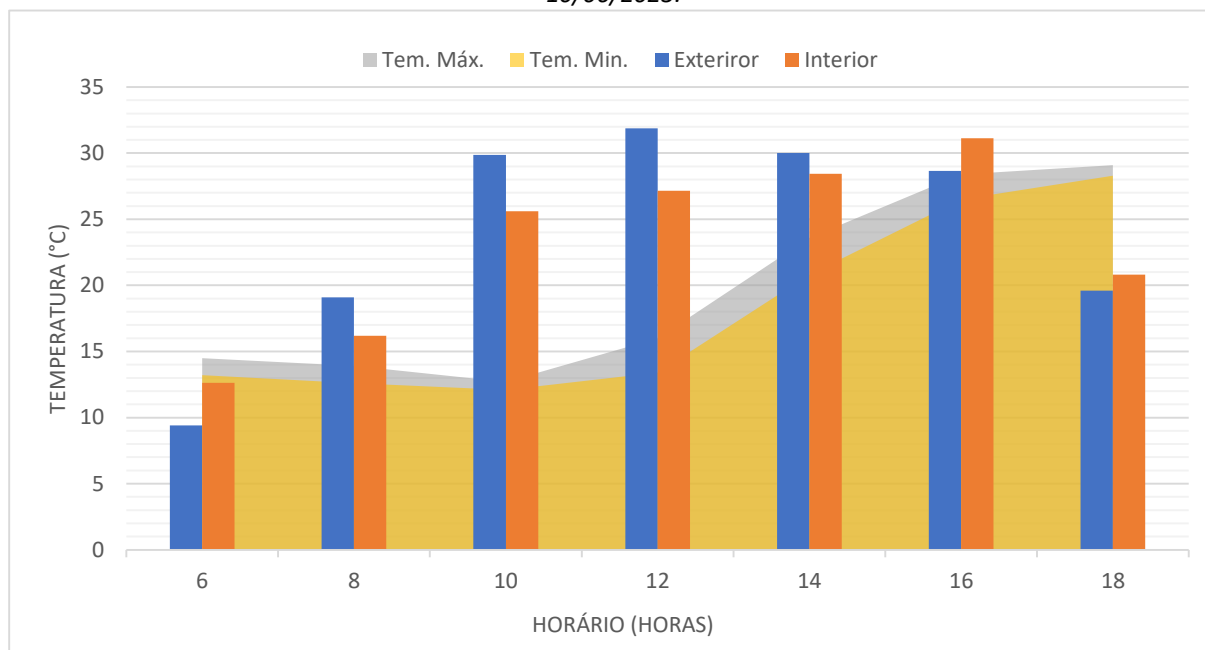
10/06/2023	Exterior da Casa		Interior da Casa (Sala de TV)	
	Temperatura	Umidade	Temperatura	Umidade
6	9,4	85,7	12,63	75,47
8	19,1	63,81	16,18	67,71
10	29,87	42,55	25,6	52,04
12	31,88	32,73	27,15	43,15
14	30	36,27	28,43	40,38
16	28,65	40,93	31,12	36,49
18	19,6	71,17	20,82	60,23

Fonte: Produzida pela autora

A Figura 12 ilustra os dados da Figura 11 juntamente com os dados da estação meteorológica de Barra Bonita (Figura 10). Com base nesses dados, pode-se ler que o dia começou com a temperatura mais baixa no exterior e com o interior da casa com uma temperatura mais elevada, confirmando sua resistência ao frio. Com o passar do dia a

temperatura externa foi se elevando e a do interior também, mas mantendo-se mais amena que a do exterior. Ao final do dia, percebeu-se uma baixa na temperatura externa e um ganho de temperatura interna, o que demonstrou a passagem do calor da superfície da parede externa para o interior do ambiente da casa.

Figura 12: Gráfico de temperatura externa e interna e mínima e máxima conforme previsão do tempo – 10/06/2023.



Fonte: produzido pela autora, dados da autora e INMET

Assim, conclui-se que em condições de temperaturas amenas, a construção foi eficaz em manter o interior aquecido por mais tempo, beneficiando-se da inércia térmica dos materiais e métodos construtivos empregados, especialmente devido à construção ser em madeira e a sua elevação do solo.

A *Figura 13* demonstra a análise do comportamento térmico das faces das paredes aferidas. Parede externa da casa voltada para o leste, aferida interna e externamente e parede interna do mesmo ambiente. Observa-se que a parede externa apresentou eficaz ganho de calor, aquecendo rapidamente na face externa enquanto a face interna manteve um comportamento gradual, evitando oscilações significativas de temperatura no interior da casa. Nota-se, especialmente quando as temperaturas começam a cair, a capacidade da parede externa em resistir à perda de calor para o ambiente externo. Isso é evidenciado pelo fato de que sua face externa perdeu mais temperatura, enquanto a face interna permaneceu aquecida.

Este comportamento se deu pela passagem do calor de uma face à outra, equilibrando a temperatura e mantendo o calor interno no ambiente.

Figura 13: Temperatura de Superfície – 10/06/2023.



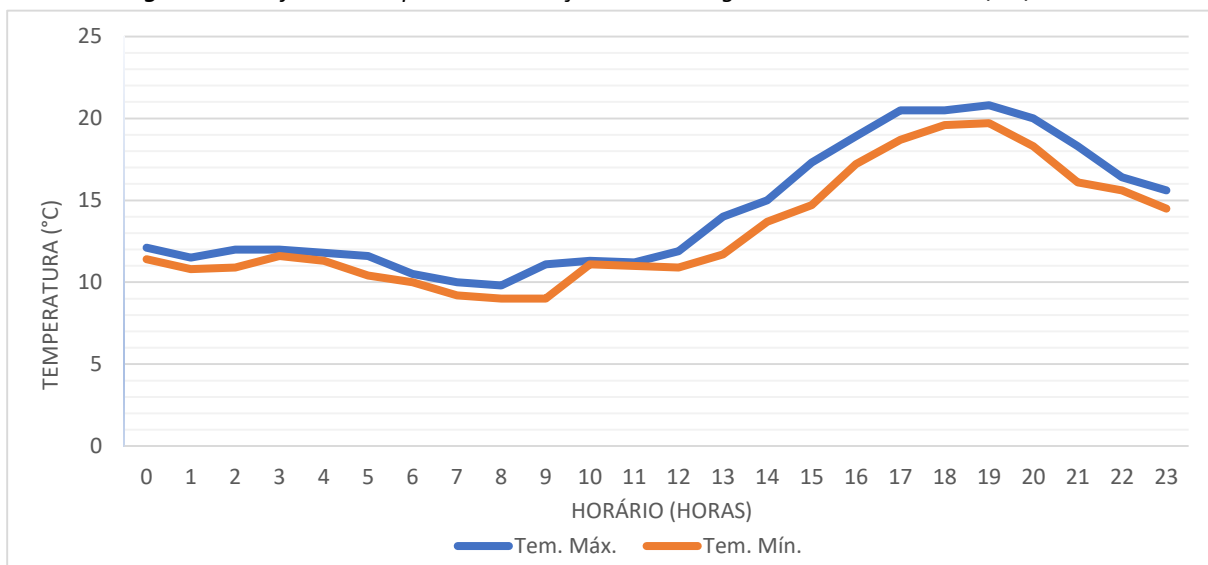
Fonte: Produzido pela autora

O comportamento da face da parede interna demonstrou a oscilação de temperatura sem interferência direta do sol, acompanhando mais certamente a temperatura do ambiente analisado.

4.4 Medições do dia 18 de junho de 2023

Na *Figura 14* apresenta-se a previsão do tempo para o dia 18 de junho de 2023, conforme registrado pela estação meteorológica de Barra Bonita, com dados retirados do site do INMET.

Figura 14: Gráfico de temperatura - Estação Meteorológica de Barra Bonita - 18/06/2023.



Fonte: produzido pela autora, dados do INMET

Com base nos dados do gráfico da figura 13, a temperatura iniciou sua queda desde o início do dia, com algumas oscilações entre 1 e 6 horas da manhã, e novamente entre 8 e 11

horas. Após as 11 horas, a temperatura começou a subir definitivamente devido à intensificação do calor do sol, atingindo sua máxima às 19 horas e caindo novamente ao anoitecer.

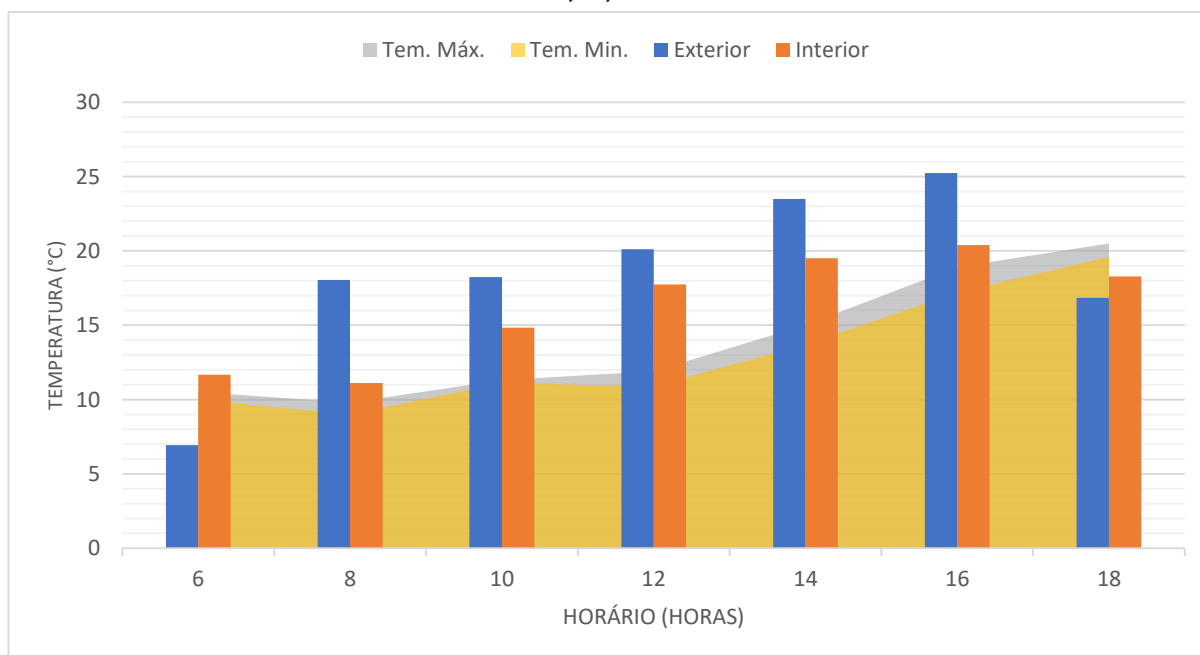
Figura 15: Tabela de Temperatura e Humidade Relativa do Ar – 18/06/2023.

18/06/2023	Exterior da Casa		Interior da Casa (Sala de TV)	
	Temperatura	Umidade	Temperatura	Umidade
6	6,93	87,75	11,68	70,69
8	18,04	61,97	11,12	76,9
10	18,23	68	14,83	80,35
12	20,12	55,31	17,74	64,45
14	23,49	48,71	19,5	59,6
16	25,23	43,54	20,4	57,02
18	16,84	69,8	18,28	68,09

Fonte: Produzida pela autora

A Figura 15 apresenta as temperaturas aferidas de duas em duas horas *in locu*, seguindo o mesmo padrão da medição anterior (10 de junho), feita pelo lado de fora da casa (no terreiro de café inferior), junto à face leste, e no interior da casa (sala de tv). Utilizou-se o termo-higrômetro digital portátil, modelo ITHT2210, da marca Instrutemp – Instrumentos de Medição, para o registro desses dados.

Figura 16: Gráfico de temperatura externa e interna e mínima e máxima conforme previsão do tempo – 18/06/2023.



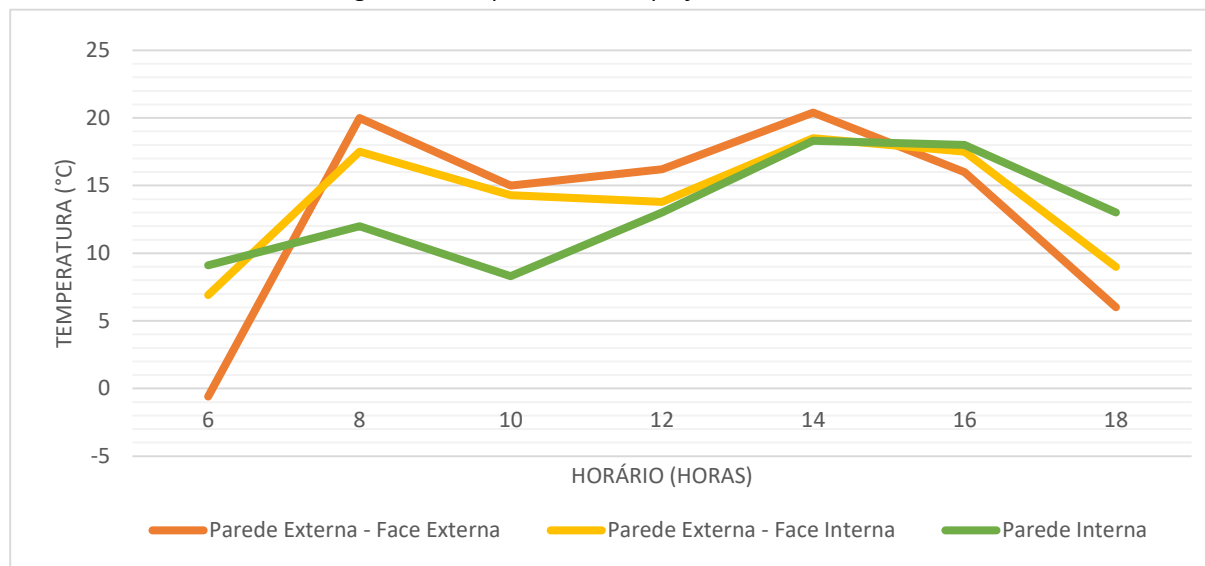
Fonte: produzido pela autora, dados da autora e INMET

Com base nos dados citados e apresentados na Figura 16, nota-se que o dia começou com a temperatura a 6,93°C. Com o nascer do sol e forte insolação, o ganho de temperatura no exterior da casa é rápido e forte. Internamente na residência, percebe-se resistência ao calor, mantendo-se mais aquecida que o exterior apenas ao entardecer. Esse comportamento

térmico arquitetônico demonstra um desempenho considerável da construção e dos materiais empregados quanto ao frio e perda de calor.

A seguir a *Figura 17* ilustra comportamento das paredes quanto à temperatura, seguindo o padrão de medições descritas anteriormente. Devido as condições climáticas do dia, que marcavam temperaturas mais baixas que na medição do dia 10 de junho, podem-se observar oscilações mais agressivas.

Figura 17: Temperatura de Superfície – 18/06/2023.



Fonte: Produzido pela autora

Analisando o comportamento das paredes da residência, o ganho de temperatura da parede externa foi abrupto em sua face externa, enquanto sua face interna, que já estava com temperatura mais elevada, teve um ganho mais brando e manteve-se mais fresca. A parede interna, fazendo referência ao comportamento das faces que não possuem interferência direta do calor do sol, se comportou acompanhando as variações de temperatura da parede externa, mas com oscilações mais suaves.

O gráfico da Figura 17 também evidencia os picos de temperatura, uma queda devido à travessia do sol, uma nova alta no início da tarde devido à insolação geral do horário, estabilização da mesma e uma nova queda ao anoitecer. Observa-se, respectivamente, a face externa da parede mais fria, a face interna mais branda e a parede interna mais aquecida, mantendo o calor interno e proporcionando conforto aos moradores.

4.4 Classificação do Conforto Térmico

O índice de Temperatura Efetiva em função do Vento (TEv) estabelece uma relação entre temperatura média e a umidade do ar, levando em consideração a velocidade do vento. Ele possui onze faixas de níveis de conforto térmico, como pode-se ver na imagem abaixo:

Figura 17: Faixas 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 Quente	Vasoconstrição
7	22 -25	Confortável	Neutralidade Térmica
8	25 -28	Ligeiramente Quente	Ligeiro Suor
9	28 -31	Quente Moderado	Suando
10	31 -34	Quente	Suor em profusão
11	>34	Muito Quente	Falha na termoregulação

Fonte: Adaptado pela autora, LEAL et al, 2017.

Outros índices de classificação de sensação de conforto térmico, como IDT⁴ e ITU⁵ abrem uma lacuna muito mais abrangente quando se trata do conforto sem, especificar níveis distintos para o usuário. Abaixo, segue um comparativo entre esses métodos e as lacunas de conforto que cada um apresenta:

Figura 19: Faixa de classificação da sensação de conforto segundo o IDT, o ITU e o TEv (°C).

ITU	Desconfortável				Levem. Desconf.	Confortável																	
IDT	Muito Desconfortável		Desconf.		Parcialm. Desconf.	Confortável																	
TEv	Quente	Quente moderado			Ligeiramente Quente		Confortável		Ligeiramente Fresco		Pouco Frio		Ligeiramente Frio		Frio Moderado								
	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10

Fonte: Adaptado pela autora, LEAL et al, 2017.

Baseando-se nas propostas de cada Índice apresentado, foi utilizado índice TEv para averiguar a sensação promovida pelo ambiente em distintos horários do dia, calculado a partir da seguinte fórmula:

Figura 20: Equação Índice TEv

$$TEv = 37 - \{ (37 - Ta) / [0,68 - (0,0014 \times UR) + (1/1,76 + 1,4 \times v^{0,5})] \} - \{ 0,29 \times Ta \times [1 - UR/100] \}$$

Fonte: Suping et al. (1992, p.366)

Onde Ta é a temperatura do ar em °C, UR é a umidade relativa em percentual e v é a velocidade do vento em m/s (SANTOS, AMORIM E CAVALCANTE, 2004).

Nas Figuras 21 e 22, pode-se ver os resultados obtidos por meio do Índice TEv para os horários aferidos (de duas em duas horas, das seis às dezoito horas, no dia 10 e 18 de junho de 2023).

⁴ Índice de Desconforto Térmico
⁵ Índice de Temperatura e Umidade

Quanto às Figuras 21 e 22, a temperatura está em °C, a umidade em percentual (%) e a velocidade em m/s como é orientado por Santos, Amorim e Cavalcante (2004) pra se calcular índice TEv em °C. Foi utilizada a velocidade do vento da estação meteorológica de Barra Bonita - SP para a cidade, retirados do site Meteostat (2023), para o cálculo do exterior da casa e considerada como zero no interior dela.

Figura 21: Classificação da sensação de conforto segundo o Índice TEv – 10/06/2023.

10/06/2023	Exterior da Cada					Interior da Casa (Sala de TV)			
Horário	Temp.	Umidade	Velocidade	TEv	Conforto	Temp.	Umidade	TEv	Conforto
6	9,4	85,7	2,19	2,99	Muito Frio	12,63	75,47	14,77	Ligeiramente Frio
8	19,1	63,81	2,5	13,74	Ligeiramente Frio	16,18	67,71	17,43	Pouco Frio
10	29,87	42,55	1,5	24,17	Confortável	25,6	52,04	23,74	Confortável
12	31,88	32,73	2,5	25	Ligeiramente Quente	27,15	43,15	24,23	Confortável
14	30	36,27	3	23,39	Confortável	28,43	40,38	24,89	Confortável
16	28,65	40,93	2,5	22,54	Confortável	31,12	36,49	26,36	Ligeiramente Quente
18	19,6	71,17	2,89	14,19	Ligeiramente Frio	20,82	60,23	20,7	Ligeiramente Fresco

Fonte: Produzido pela autora

Figura 22: Classificação da sensação de conforto segundo o Índice TEv – 18/06/2023.

18/06/2023	Exterior da Cada					Interior da Casa (Sala de TV)			
Horário	Temp.	Umidade	Velocidade	TEv	Conforto	Temp.	Umidade	TEv	Conforto
6	6,93	87,75	2,31	-0,16	Muito Frio	11,68	70,69	13,97	Ligeiramente Frio
8	18,04	61,97	2,89	12,3	Moderadamente Frio	11,12	76,9	13,56	Ligeiramente Frio
10	18,23	68	2,5	12,87	Moderadamente Frio	14,83	80,35	16,63	Pouco Frio
12	20,12	55,31	2,89	14,4	Ligeiramente Frio	17,74	64,45	18,54	Pouco Frio
14	23,49	48,71	2,11	18,07	Pouco Frio	19,5	59,6	19,69	Ligeiramente Fresco
16	25,23	43,54	2,5	19,35	Ligeiramente Fresco	20,4	57,02	20,25	Ligeiramente Fresco
18	16,84	69,8	2,69	11,2	Moderadamente Frio	18,28	68,09	19,07	Ligeiramente Fresco

Fonte: Produzido pela autora

Analisando os dados obtidos, percebe-se a diferença de temperatura e também a distinção de sensação térmica entre interior e exterior da residência em ambos os dias de medições. Mantendo em dias de baixas temperaturas seu interior sempre em uma categoria de conforto mais ideal e tendo baixa variância no Índice TEv em seu interior em relação ao exterior.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como consideração final deste trabalho de iniciação científica, que buscou analisar e avaliar a qualidade da casa de fazenda quanto ao conforto térmico oferecido em dias frios, típicos de outono, é possível afirmar que as aspirações foram alcançadas. A residência foi estudada considerando o comportamento térmico de seus materiais, distribuição espacial dos ambientes, zoneamento bioclimático, o entorno próximo e a insolação.

As análises realizadas ao longo da pesquisa confirmaram a eficácia do método construtivo empregado na residência no que diz respeito ao conforto térmico. Isso foi evidenciado através do índice TEv e zona de conforto (Projeteee, 2023), com base nas medições realizadas em ambos os dias. Mesmo com partes do forro degradado, o que prejudica seu isolamento térmico, a casa demonstrou manter níveis satisfatórios de conforto.

Sugere-se que futuras avaliações sejam feitas em condições de calor, no período de verão ou primavera. Essa abordagem permitiria uma comparação mais abrangente dos dados, possibilitando uma análise mais completa do comportamento bioclimático, isolamento térmico e o conforto que ela oferece aos seus habitantes. Essa extensão da pesquisa permitiria uma compreensão mais completa do desempenho térmico da residência em diferentes condições climáticas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15220-1: 2005. **Desempenho térmico de edificações Parte 1: Definições, símbolos e unidades**, [S. l.], 29 abr. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15220-3: 2005. **©ABNT 2005 NORMA BRASILEIRA ABNT NBR 15220-3 Primeira edição 29.04.2005 Válida a partir de 30.05.2005 Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**, [S. l.], ano 2005, 29 abr. 2005.

ASSOCIAÇÃO DE TURISMO RURAL DO NORESTE PULISTA. **Você já ouviu falar em tulha de café?**. [S. l.], 1 jun. 2022. Disponível em: <https://www.atrnp.com.br/blog/voce-ja-ouviu-falar-em-tulha-de-cafe>. Acesso em: 7 nov. 2023.

BARBOSA, Dejeanda C; LIMA, Mariana B. Arquitetura bioclimática: recomendações apropriadas para Palmas/To. Anais Eletrônicos. 1º Jornada de Iniciação Científica e extensão do IFTO, 2010.

BARRA BONITA A741: Dados disponíveis em tempo real (sem controle de qualidade). [S. l.], 2023. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A741>. Acesso em: 27 out. 2023.

BORGES, Ariane Magda. **VERNACU[LARES]: A CASA DE FAZENDA SERIDOENSE DO SÉCULO XIX COMO EXEMPLO DE ADAPTAÇÃO AO CLIMA SEMIÁRIDO**. Orientador: Prof. Dr. José Clewton do Nascimento. 2015. 152 p. Dissertação (Mestre em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Departamento de Arquitetura, Natal/ RN, 2016.

CHITTO, Alexandre. **Lençóis Paulista Ontem e Hoje**. Lençóis Paulista: [s. n.], 1958.

DONAIKYI, Emerson; OLIVEIRA, G. H. C.; MENDES, Nathan. Algoritmos PMV-MBPC para conforto térmico em edificações e aplicação em uma célula-teste. **Revista Controle & Automação**, [S. l.], ano 2010, v. 21, n. 1, p. 1-13, 9 mar. 2010. DOI <https://doi.org/10.1590/S0103-17592010000100001>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ca/a/YXcQYdBxnfrP4hxqGPrGMM/?lang=pt#>. Acesso em: 27 out. 2023.

FANTE, Karime Pechutti. **EVENTOS EXTREMOS DE TEMPERATURA E SEUS IMPACTOS NO CONFORTO TÉRMICO HUMANO: ESTUDO DE CASO EM PRESIDENTE PRUDENTE, BRASIL, NA PERSPECTIVA DA GEOGRAFIA DO CLIMA**. Orientador: Prof. Dr. João Lima Sant'Anna Neto. 2019. 327 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente/ São Paulo/ Brasil, 2019.

FLECK, Jane Freitas. *As praças de bairro no contexto de supermodernidade: um cenário de diversidade e dialética* [online]. Mestrado. Unisinos, 2019. Available from: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/8759>

LEAL, Lais Reis *et al.* Análise de Índices de Conforto Térmico Urbano associados às Condições Sinóticas de Vitória (ES), Brasil. **II Encontro Nacional Sobre Reabilitação Urbana e Construção Sustentável: do edifício para a escala urbana**, [s. l.], 16 nov. 2017.

LEÃO, E. F. T. B. (2007). Carta bioclimática de Cuiabá–Mato Grosso, Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) –Curso de Pós-Graduação em Física e Meio Ambiente da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 147p.

MAO, Billy. Filho do Cel. Joaquim Ancelmo Martins desmistifica morte de fundador de Lençóis. **Sabadão**, Lençóis Paulista, p. 5, 27 out. 2012.

ROCHA, Moisés. Grandes Famílias: de Lençóis Paulista e Macatuba. *In*: SILVA, Marcos Paulo; CARPANEZI, Conceição Giglioli. **Os Frutos do Café**. [S. l.: s. n.], 2005. cap. Martins, p. 145-148.

SANTOS, Rosângela Leal; ANDRADE, Henrique Oliveira. Avaliação quantitativa do conforto térmico de uma cidade em área de transição climática: Feira de Santana-Bahia, Brasil. **Revista de Geografia Norte Grande**, [S. l.], ano 2008, n. 40, p. 77-84, set. 2008. DOI <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022008000200005>. Disponível em: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022008000200005. Acesso em: 27 out. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Dados Climáticos**: Avaré/ SP. [S. l.], 2016. Disponível em: http://www.mme.gov.br/projeteee/dados-climaticos/?cidade=SP-Avar%C3%A9&id_cidade=bra_sp_avare.869040_inmet. Acesso em: 27 out. 2023.

VELOSO, Maísa. Adequação da arquitetura a climas quente e seco: o caso da arquitetura vernacular no sertão nordestino. Fortaleza: ENCAC|ENLACAC, 1999. Disponível em: http://www.labee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/ENCAC99_veloso.pdf. Acesso: 27 out, 2023.