

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
GOIÁS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE TINTA
TÉRMICA EM HABITAÇÕES DE CUNHO SOCIAL**

LEILA CRISTINA OLIVEIRA CAMPOS

JATAÍ
2022

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ~~ReDi~~ IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (~~ReDi~~ IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico/Tecnológico - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: **Leila Cristina Oliveira Campos**

Matrícula: **20181020260336**

Título do Trabalho: **Avaliação de desempenho de tinta térmica em habitações de cunho social**

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Jatáí, 28 / 02 / 2022.
Local Data

Leila Cristina Oliveira Campos

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

LEILA CRISTINA OLIVEIRA CAMPOS

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE TINTA TÉRMICA EM HABITAÇÕES DE CUNHO SOCIAL

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC I) elaborado e apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG – Campus Jataí).

Orientador: Prof. Dr. Rafael Aves Pinto Júnior.

JATAÍ
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

Campos, Leila Cristina Oliveira.

Avaliação de desempenho de tinta térmica em habitações de cunho social [manuscrito] / Leila Cristina Oliveira Campos. -- Jataí: IFG, Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, 2022.

58f. ; il.

Orientador: Profº. Rafael Alves Pinto Júnior.

Bibliografias.

1. Conforto térmico. 2. Tinta Térmica. 3. Qualidade de Vida. 4. Habitação Popular. I. Pinto Júnior, Rafael Alves. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS JATAÍ

Folha de Aprovação

LEILA CRISTINA OLIVEIRA CAMPOS

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE TINTA TÉRMICA EM HABITAÇÕES DE CUNHO SOCIAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do Curso Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado, em 02 de fevereiro de 2022, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rafael Alves Pinto Junior
Presidente da banca / Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Profª. Drª. Caroline Duarte Alves Gentil
Membro Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Eng. Civil Bruno Paniago Lima
Membro Externo
Sustente Engenharia

Jataí – GO

Documento assinado eletronicamente por:

- Leila Cristina Oliveira Campos, LEILA CRISTINA OLIVEIRA CAMPOS - ESTUDANTE - IFG - CÂMPUS JATAÍ (10870883000308), em 10/03/2022 14:11:51.
- Bruno Paniago Lima, BRUNO PANIAGO LIMA - 214205 - ENGENHEIRO CIVIL - PREFEITURA MUNICIPAL DE JATAÍ (1), em 23/02/2022 15:23:23.
- Caroline Duarte Alves Gentil, PROFESSOR ENS BASICO TECH TECNOLÓGICO, em 04/02/2022 15:13:56.
- Rafael Alves Pinto Junior, PROFESSOR ENS BASICO TECH TECNOLÓGICO, em 04/02/2022 11:38:57.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 31/01/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 261055

Código de Autenticação: 10f5578f5c



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Rua Maria Vieira Cunha, nº 775, Residencial Flamboyant, JATAÍ / GO, CEP 75804-714
(64) 3605-0837 (ramal: 837)

Dedico este trabalho a todas minhas musas inspiradoras dessa vida: Vovó Leila Lacerda, a mamãe super-heroína Patrícia Lacerda e a minha neném de todas as horas Izaura Luíza, amo vocês sem fim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço de todas as formas minha família e colegas, em especial, a Carolinna, Cleomar e Daniela pela força e paciência que tiveram; aos professores por compartilharem muito dos seus conhecimentos com cada um de nós.

Todos vocês estiveram sempre presentes comigo nessa jornada, moldando e me ensinando todos os dias a ser uma pessoa melhor.

Obrigada, de coração.

RESUMO

Esta pesquisa configura-se como um estudo complementar a um trabalho de conclusão de curso de 2019, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás: *Edificação unifamiliar do programa minha casa minha vida: uma análise de desempenho térmico*, de autoria da engenheira civil Andressa Ferreira Prado, aplicando tinta térmica nas moradias estudadas pela autora, situadas no Bairro Cidade Jardim II, no município de Jataí, as quais compõem as habitações do Programa Minha Casa Minha Vida, verificando se essa aplicação de fato reduz a sensação térmica no imóvel. Foram realizadas aferições de temperatura das paredes, nas orientações norte, sul, leste e oeste, nas mesmas condições, datas e horários do trabalho citado. Segundo Prado (2019), o conforto térmico, uma das solicitações do requisito de habitabilidade, tema deste trabalho, tem grande influência no conforto do usuário durante a realização de suas atividades diárias, além de contribuir de forma significativa para a economia de energia. As particularidades climáticas de cada região e a inércia térmica das vedações têm grande influência no conforto térmico de uma edificação. A inércia térmica na construção civil evita a oscilação e os picos de temperatura durante o dia no interior da edificação, dissipando o calor mais tarde, calor o qual foi armazenado dentro da estrutura da edificação ao longo do dia. Uma edificação com pouca inércia térmica segue muito próxima a variação da temperatura externa, levando ao desconforto térmico do seu usuário. Para tanto, a pesquisa está pautada nos parâmetros e cálculos estabelecidos pelas normas brasileiras NBR 15.575 e NBR 15.220, para investigar o desempenho da tinta térmica na redução da temperatura no local após a aplicação da mesma.

Palavras-chave: Conforto térmico. Tinta Térmica. Qualidade de Vida. Habitação Popular.

ABSTRACT

This research intends to continue a work of conclusion of course of 2019, from the Federal Institute of Education, Science and Technology of Goiás: *Single-family building of the Programa Minha Casa Minha Vida: an analysis of thermal performance*, authored by civil engineer Andressa Ferreira Prado, applying thermal paint in the houses studied by the author, located in Bairro Cidade Jardim II, in the municipality of Jataí, which make up the houses of the Programa Minha Casa Minha Vida, checking whether this application actually reduces the thermal sensation in the property. Wall temperature measurements will be carried out in the north, south, east and west orientations, under the same conditions, dates and times of the work mentioned. According to Prado (2019), thermal comfort, one of the requirements of the habitability requirement, the theme of this work, has a great influence on user comfort during the performance of their daily activities, in addition to contributing significantly to energy savings. The climatic peculiarities of each region and the thermal inertia of the fences have a great influence on the thermal comfort of a building. The thermal inertia in civil construction avoids temperature fluctuations and spikes during the day inside the building, dissipating heat later on, heat which was stored inside the building structure throughout the day. A building with little thermal inertia follows the variation of the external temperature very close, leading to the thermal discomfort of its user. For this purpose, the research be guided by the parameters and calculations established by the Brazilian standards NBR 15.575 and NBR 15.220, to investigate the performance of the thermal paint in reducing the temperature in the place after its application.

Keywords: Thermal comfort. Thermal Ink. Quality of life. Popular housing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Conjunto Habitacional Cidade Jardim II – Jataí GO	19
Figura 2 - Bairro Cidade Jardim Etapa I - Jataí-GO durante a fase de construção.....	20
Figura 3 - Residências do PMCMV 2 no bairro Cidade Jardim II em Jataí-GO.....	20
Figura 4 - Edificação construída com parede de concreto	25
Figura 5 - Zoneamento Bioclimático Brasileiro.....	29
Figura 6 – Ilhas de Calor	32
Figura 7 - Tinta Isolante térmica aplicada sobre cobertura	34
Figura 8 - Infrared Thermometer GM900	36
Figura 9 – Resultado das aferições <i>in loco</i> – Orientação Norte	43
Figura 10 - Resultado das aferições <i>in loco</i> – Orientação Norte VT.....	44
Figura 11 - Resultado das aferições <i>in loco</i> – Orientação Sul.....	45
Figura 12 - Resultado das aferições <i>in loco</i> – Orientação Sul VT	46
Figura 13 - Resultado das aferições <i>in loco</i> – Orientação Leste	47
Figura 14 - Resultado das aferições <i>in loco</i> – Orientação Leste VT	48
Figura 15 - Resultado das aferições <i>in loco</i> – Orientação Oeste	49
Figura 16 - Resultado das aferições <i>in loco</i> – Orientação Oeste VT.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Orientações quanto ao desempenho térmico	28
Tabela 2 – Densidade de massa parente	40
Tabela 3 – Resultados antes da pintura com tinta térmica	40
Tabela 4 – Transmitância térmica e atraso térmico	41
Tabela 5 – Transmitância térmica e capacidade térmica	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Temperaturas máximas e mínimas médias	22
Gráfico 2 – Probabilidade diária de precipitação	23
Gráfico 3 – Níveis de conforto em umidade	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRAVA - Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento

AGEHAB - Agência Goiana de Habitação

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CCB - Construtora Central do Brasil S/A

DUDH – Declaração Universal dos Direitos Humanos

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NASA - National Aeronautics and Space Administration – Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço

NBR - Norma Brasileira

PMCMV - Programa Minha Casa Minha Vida

PMCMV 1 - Programa Minha Casa Minha vida – primeira etapa

PMCMV 2 - Programa Minha Casa Minha vida – segunda etapa

PMCMV 3 - Programa Minha Casa Minha vida – terceira etapa

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

SINAT - Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos

Inovadores SVVE – Sistemas de vedação vertical externa

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO 2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
CAPÍTULO 3 REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1 PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA.....	18
3.2 BREVE HISTÓRICO DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA EM JATAÍ....	19
3.3 ESTUDO CLIMÁTICO DE JATAÍ.....	21
3.4 SISTEMA CONSTRUTIVO DE VEDAÇÃO DO PMCMV	24
3.5 EXIGÊNCIAS NAS TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS.....	25
3.6 NORMAS PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO.....	26
3.7 PRINCIPAIS FATORES DE INFLUÊNCIA NO CONFORTO TÉRMICO	28
3.7.1 Inércia térmica.....	30
3.8 DESEMPENHO DAS TINTAS TÉRMICAS.....	31
3.8.1 Tintas isolantes térmicas	32
CAPÍTULO 4 METODOLOGIA... ..	35
CAPÍTULO 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
CAPÍTULO 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	52
ANEXOS	56

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, qualidade de vida é “a percepção do indivíduo de sua inserção na vida, no contexto da cultura e sistemas de valores nos quais ele vive e em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações” (BRASIL, 2013).

Nesse sentido, quando se trata de qualidade de vida, percebe-se que a mesma está, também, intimamente relacionada à moradia de uma família. Afinal, é no ambiente residencial que são realizadas as principais atividades diárias: refeições, lazer, descanso e convivência social, além de servir de estrutura para os demais aspectos da existência humana.

Pode, ainda, servir de método para valorar as condições de vida de uma pessoa, já que envolve o bem-estar físico, mental, psicológico e emocional. Podem-se incluir nessa lista os relacionamentos sociais: família, amigos, educação, trabalho, saúde, diversão, e, até mesmo, poder aquisitivo.

Em decorrência disso, a busca por condições favoráveis de conforto térmico, em habitações populares não climatizadas, em regiões de clima quente na maior parte do ano, torna-se muito importante para o bem-estar dos usuários, além de reduzir o consumo de energia, o que contribui para a sustentabilidade do planeta.

Segundo relatório publicado em outubro de 2018 pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), agência ligada à Organização das Nações Unidas (ONU), divulgado no sítio G1 - O Globo, o planeta passa por períodos críticos, pois a temperatura média da Terra teve um aumento de 1,02 grau Celsius em relação ao início da Revolução Industrial.

Devido a fatores como este, existe uma grande preocupação da construção civil em buscar conforto no ambiente em que se vive, criando soluções para promover habitações mais confortáveis e com sensação térmica mais amena, especialmente em regiões com clima quente, como já mencionado.

Dessa forma, devido à alta incidência de raios solares nas edificações, em especial nas moradias populares – objeto de estudo desta pesquisa, percebe-se muitas vezes um desconforto no ambiente em que as pessoas vivem, e profissionais da área buscam sempre formas inteligentes de amenizar esses desconfortos térmicos, seguindo alguns parâmetros.

Quanto aos parâmetros ambientais de conforto térmico, pode-se citar a temperatura, a radiação térmica, a umidade relativa e a velocidade média do ar, de acordo com a Recomendação Normativa nº 03 da ABRAVA (2003).

Levando-se em consideração que a temperatura influencia diretamente na qualidade de vida dos moradores dentro do ambiente de moradia e pensando em melhorar a satisfação das pessoas em relação a esse parâmetro é possível usar alternativas e tecnologias como a aplicação de tintas térmicas.

Uma das normas que tratam do tema é a NBR 12582 04/1992 que prescreve o método para determinação da resistência de tintas expostas a altas temperaturas. As tintas térmicas quando aplicadas nas paredes de alvenaria tendem a diminuir os graus de temperatura dentro do ambiente em questão, e a tinta também impermeabiliza, trazendo um conforto maior para o morador.

Diante do exposto e pensando em manter um ambiente com níveis satisfatórios de conforto térmico, contribuindo com a sustentabilidade do meio ambiente, devem ser respeitados os preceitos do Art. 225 – “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”, e em decorrência disso, este trabalho pretende verificar se a aplicação de tintas isolantes térmicas são capazes de minimizar a temperatura no interior do imóvel.

De acordo com Prado (2019), a Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH) afirma que todos os seres humanos têm direito a uma moradia digna, acompanhada de infraestrutura adequada, condição de ocupação estável, a um custo compatível com os níveis de renda, sendo um local de conforto, segurança e abrigo, indispensável para a sobrevivência e bem-estar de qualquer pessoa, contudo o déficit habitacional é uma realidade vivida mundialmente.

Nesse sentido, foram elencadas quatro moradias da localidade Cidade Jardim, bairro do município Jataí-GO, todas adquiridas pelo Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), do Governo Federal, dando continuidade ao trabalho de conclusão de curso da Engenheira Civil Andressa Ferreira Prado, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás: *Edificação unifamiliar do programa minha casa minha vida: uma análise de desempenho térmico*, no ano de 2019, no qual constatou-se “uma desconformidade no atendimento dos critérios de desempenho térmico previstos na NBR 15.575-1:2013 para as edificações estudadas”, considerando, ainda “o procedimento realizado e as temperaturas medidas das paredes externas, as quais comprovaram a baixa inércia térmica das mesmas” (PRADO, 2019, p. 46), o que revela desconforto aos usuários das habitações desse programa.

Dessa forma, não há como negar que o desempenho térmico, objeto deste estudo, seja um dos tópicos que compõem o fator de habitabilidade¹, sendo de grande importância para a concepção habitual das edificações, visto que implica diretamente no consumo de energia elétrica e propicia o bem-estar dos usuários, como salienta Prado (2019), vez que “A avaliação de desempenho térmico de uma edificação pode ser feita tanto na fase de projeto, quanto após a construção. Em relação à edificação construída, a avaliação pode ser feita através de medições *in loco* de variáveis representativas do desempenho [...]” (ABNT - NBR 15.220, Parte 3, 2003).

Assim sendo, justifica-se o ensaio do desempenho térmico das edificações, almejando primeiramente o conforto dos moradores, bem como a diminuição do gasto de energia elétrica, um fator de extrema importância nos dias atuais.

Diante das desigualdades sociais, especificamente, quanto ao déficit habitacional, em 2009, foi criado o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), uma medida corretiva para o déficit habitacional brasileiro, iniciativa do Governo Federal em parceria com prefeituras municipais, entidades e empresas sem fins lucrativos, tendo como objetivo para a solução desse déficit, a concessão de financiamentos de moradias a baixo custo para famílias de média e baixa renda com pagamentos simplificados.

As empresas responsáveis pelos projetos e execução dos imóveis devem seguir especificações exigidas pela Caixa Econômica Federal, e, por contarem com restrições orçamentárias, devem optar por meios construtivos mais econômicos (LIMA, 2018). Além disso, as obras do PMCMV se caracterizam pela produção em larga escala, redução do desperdício e redução no tempo de execução, levando a um padrão de construção mais simples, visando o baixo custo. Diante dos recursos especificados, surge a importância da verificação do desempenho dessas edificações habitacionais de cunho social, ou seja, se atendem aos requisitos de segurança, habitabilidade e sustentabilidade dos usuários prescritos na Norma NBR 15.575:2013, a qual trata do desempenho de edificações habitacionais.

O desempenho térmico de uma edificação, uma das solicitações do requisito de

¹ Habitabilidade é um termo que não se limita à unidade habitacional em sua construção. É, na verdade, um tema que abrange outras faces coletivas e privadas, físicas, psicológicas, sociais e culturais. É um conceito complexo, que envolve muitos aspectos que afetam a qualidade da moradia, como a qualidade da casa em termos de material de construção, área construída, divisões internas e instalações, a segurança da posse da terra, a infraestrutura de abastecimento de água, esgoto, drenagem, sistema viário, forma do bairro e disponibilidade de equipamentos urbanos e serviços públicos, transporte, segurança, áreas de lazer e convivência comunitária, entre outros. Disponível em <https://web.archive.org/web/20090205190231/http://habitatbrasil.org.br/producao-social-do-habitat/o-que-e-habitabilidade>. Consulta em 21 set 2020.

habitabilidade tidas como mais importantes, tem grande influência no conforto do seu usuário. A realização de suas atividades diárias é diretamente relacionada ao conforto e ao desempenho de energia do edifício e também se relaciona diretamente com o conforto térmico que o espaço construído pode – ou não – proporcionar.

Para conseguir um desempenho térmico favorável ao usuário, deve-se levar em conta uma condição média, já que o nível de satisfação varia dependendo das particularidades dos moradores (número de pessoas, idade, sexo, condições fisiológicas e psicológicas) e das características do imóvel em si (quantidade de mobília, finalidade do imóvel, atividades exercidas em seu interior). Através dessa condição média, as características do local da obra (topografia, temperatura e umidade do ar, direção e velocidade do vento, etc.) e da própria edificação (materiais, número de pavimentos, dimensões, pé-direito, orientação das fachadas, etc.) podem ser trabalhadas, obtendo, assim, a habitabilidade necessária (MOBBUS CONSTRUÇÃO, 2018).

Para tanto, a pesquisa está pautada nos parâmetros e cálculos estabelecidos pelas normas brasileiras NBR 15.575 e NBR 15.220, para investigar o desempenho da tinta térmica na redução da temperatura no local após a aplicação da mesma.

Objetivou-se neste trabalho avaliar o desempenho térmico de habitações de interesse social, pós-aplicação de tinta térmica, através de aferições *in loco*, levando em consideração a incidência solar em fachadas com diferentes orientações (Norte, Sul, Leste e Oeste) e tipo de material empregado na vedação, verificando se o mesmo atendeu aos requisitos de desempenho presente na norma NBR 15.575:2013 a qual “estabelece os requisitos e critérios de desempenho aplicáveis às edificações habitacionais [...]” (ABNT, 2013), partindo de cálculos prescritos na NBR 15.220 2:2003, que trata do Desempenho Térmico de Edificações e da Avaliação do Zoneamento Bioclimático Brasileiro das edificações estabelecida na Norma NBR 15.220 3:2003.

Para a execução das medições, foram escolhidas 4 (quatro) casas do Projeto Minha Casa Minha Vida, localizadas no bairro Cidade Jardim II, no município de Jataí-GO, dispondo de fachadas com orientação solares distintas, as quais tiveram as temperaturas das fachadas verticais medidas no início da manhã e ao final da tarde, durante um período de 15 dias por um termômetro próprio para tal finalidade, constituindo-se o sistema construtivo das paredes de concreto. A partir das propriedades do material de composição destas fachadas e sua espessura, também foram feitas análises em relação ao desempenho térmico.

Este trabalho estrutura-se da seguinte maneira: o capítulo 1 – Introdução – apresenta o tema da pesquisa, a delimitação do tema, a justificativa, relevância do tema, a formulação da

questão de pesquisa *A tinta térmica é capaz de reduzir a temperatura do ambiente melhorando o conforto térmico?* e local de realização da pesquisa; o capítulo 2 abrange os Objetivos a serem alcançados com o desenvolvimento da pesquisa: o objetivo geral e os objetivos específicos; o capítulo 3 apresenta a Revisão Bibliográfica, abordando os seguintes temas: breve histórico do Programa Minha Casa Minha Vida, conceituação do clima em Jataí, o sistema construtivo, exigências nas tecnologias construtivas, as normas para avaliação do desempenho térmico, caracterização e desempenho das tintas térmicas; no capítulo 4 está abordada a Metodologia da pesquisa que engloba: a classificação da pesquisa, o planejamento do estudo, os materiais utilizados na pesquisa, procedimentos experimentais desenvolvidos, os cálculos e a análise e interpretação dos dados; o capítulo 5 apresenta os Resultados e Discussão dos dados obtidos; por fim, o capítulo 6 trata das Considerações Finais do trabalho a partir dos dados encontrados e sugestões para novas pesquisas.

CAPÍTULO 2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi analisar o desempenho das tintas térmicas na redução do impacto térmico em paredes de alvenaria das habitações do Programa Minha Casa Minha Vida, do Bairro Cidade Jardim II, em Jataí-GO, por meio de aferições *in loco*, levando-se em consideração as orientações estabelecidas nas normas destinadas a este tema.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a importância da diminuição da temperatura dentro do ambiente, visando conforto e economia para os usuários;
- Identificar se há redução (em graus) na temperatura, com a aplicação de tintas térmicas nos ambientes em questão, por meio de aferições das temperaturas nas edificações, em todas as orientações (norte, sul, leste e oeste);
- Utilizar termômetro digital para medição da temperatura;

CAPÍTULO 3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA

O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) foi lançado em março de 2009 pelo Governo Federal em parceria com estados, municípios, empresas e entidades sem fins lucrativos para permitir o acesso à casa própria para famílias de renda baixa e média. De acordo com Sienge (2019), este programa está ligado à Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades, que coordena a concessão de benefícios junto à Caixa Econômica Federal, o Banco do Brasil, governos e entidades locais.

Tal programa foi proposto como solução para o déficit habitacional do Brasil, que em 2008 estava estimado em 7,9 milhões de domicílios (VIANA, 2018). Para além disto, objetivou impulsionar a economia no setor da construção civil, a fim de combater os prejuízos gerados pela crise econômica mundial de 2008, cujos efeitos decorrem da globalização econômica e financeira. (ONLINE, 2009).

De acordo com Ferraz (2011), a primeira fase do PMCMV, tinha o propósito de, ao mesmo tempo, gerar empregos e construir 1 milhão de moradias, em um prazo de 2 anos (até 2011). A segunda fase do programa (PMCMV2), divulgada em junho de 2011, ampliava a meta de construção para 2 milhões de moradias até 2014.

Em 2016, foi lançada a terceira etapa do PMCMV, com a previsão da entrega de até 4,6 milhões de casas até 2018. Atualmente, o programa completa 10 anos com queda nas contratações; foi anunciada pelo Ministério do Desenvolvimento Regional, em abril deste ano (2019), a liberação de R\$ 933 milhões destinados ao projeto. Nesses 10 anos, cerca 5,5 milhões de unidades foram contratadas, das quais 4 milhões já foram entregues (MARTELLO, 2019).

Para a construção das edificações provenientes do programa, são adotados uma série de processos construtivos para produção em larga escala com baixo custo, visando a produtividade, agilidade e economia, o que resulta em empreendimentos com altarepetitividade, conforme demonstrado na Figura 1 a seguir.

Figura 1 - Conjunto Habitacional Cidade Jardim II – Jataí GO.



Fonte: HOSANA MORAIS, 2016.

3.2 BREVE HISTÓRICO DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA EM JATAÍ²

Segundo Prado (2019), na cidade de Jataí, o PMCMV teve início em agosto de 2009, com a realização, inicialmente, das pré-inscrições dos candidatos com até 10 salários mínimos de renda mensal, com o objetivo de levantar informações acerca da demanda habitacional do município. A princípio, apenas os moradores de alguns bairros tinham a preferência para a pré-inscrição, a exemplo os bairros execução da obra, que teve investimento aproximado de R\$ 38 milhões. As residências populares foram destinadas a famílias com renda de até R\$ 1,6 mil e contam com área de 40,7 metros quadrados, divididos em dois quartos, sala, circulação, banheiro social, cozinha e área de serviço. Trinta unidades são adaptadas para portadores de necessidades especiais (PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO, 2012).

A Figura 2 mostra o bairro Cidade Jardim I em sua fase intermediária. Nesta etapa, o sistema viário encontrava-se pronto bem como a respectiva infraestrutura e pode-se identificar diversos estágios das edificações: Centro, Centro Baixo, Vila Progresso, Vila Olavo, Setor Dom Benedito e Loteamento Carvalho (CÂMARA MUNICIPAL DE JATAÍ, 2009).

Em 2012, o município de Jataí recebeu 990 unidades habitacionais do PMCV 1. As residências foram construídas no bairro Cidade Jardim I pela Construtora Central do Brasil S/A (CCB) e entregues pela Caixa Econômica Federal, responsável pelo repasse financeiro.

² Informações retiradas do trabalho de conclusão de curso de 2019, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás: Edificação unifamiliar do programa minha casa minha vida: uma análise de desempenho térmico, de autoria da engenheira civil Andressa Ferreira Prado.

Figura 2: Bairro Cidade Jardim Etapa I - Jataí-GO durante a fase de construção.



Fonte: CCB CONSTRUTORA.

Na etapa 2 do PCMCV, 1.000 moradias no bairro Cidade Jardim II foram entregues em 2016. Segundo consta no site do Governo de Goiás, ele por meio da Agência Goiana de Habitação (AGEHAB), garantiu contrapartida de R\$ 5 milhões, em Cheque Mais Moradia. A obra foi executada pela CCB e a participação do Governo Federal foi de R\$ 62,5 milhões, com recursos do Fundo de Arrendamento Residencial e a Prefeitura de Jataí entrou com R\$ 658 mil. Ainda de acordo com o site do Governo de Goiás, as casas possuem 40 metros quadrados de área construída, em lotes de 200 metros quadrados com dois quartos, sala, cozinha, área de serviço e banheiro. O residencial conta com infraestrutura completa: energia, asfalto, água e rede de esgoto. Veja a Figura 3 abaixo após a finalização das construções:

Figura 3 - Residências do PMCMV 2 no bairro Cidade Jardim II em Jataí-GO.



Fonte: SAULO PRADO, 2016.

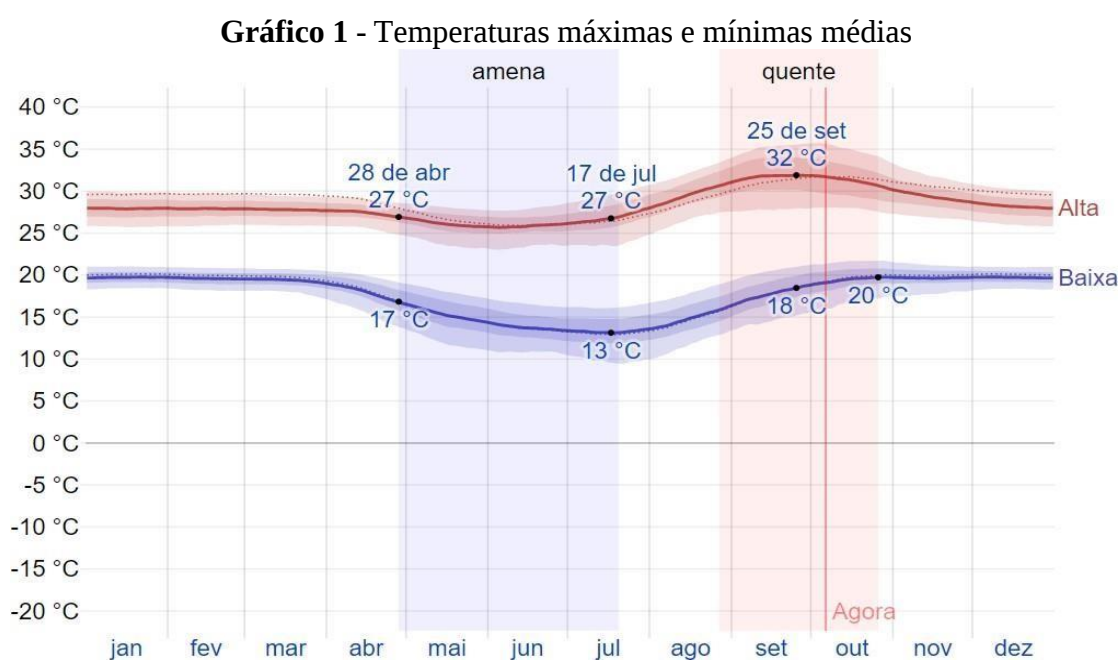
3.3 ESTUDO CLIMÁTICO DE JATAÍ

O crescimento e a falta de infraestrutura das cidades vêm ocasionando inúmeros impactos negativos para a qualidade do meio urbano, visto que estas áreas são capazes de provocar impactos sobre o clima local, contribuindo de forma negativa ou positiva para a qualidade de vida da população. Dessa forma, os dados do clima da região devem ser conhecidos para que sejam incorporados em ações de intervenção urbana de maneira sustentável. Isso porque as cidades tornam-se mais suscetíveis às alterações climáticas, pois a superfície da massa edificada contribuiu para a condutibilidade térmica e o aumento das temperaturas, em relação às superfícies naturais (PANTALEÃO; ROMERO, 2008, p. 3)

Nesse sentido, é apresentado a seguir um breve estudo sobre o clima em Jataí, para que se justifique a preocupação com o bem-estar e conforto térmico dos moradores das habitações do Programa Minha Casa Minha Vida, do conjunto habitacional Cidade Jardim II, neste município.

De acordo com o sítio Climate-Data.org, a cidade de Jataí está a 732 m acima do nível do mar e o clima é tropical, havendo mais pluviosidade no verão que no inverno. Segundo a Köppen e Geiger o clima é classificado como clima de savana, sendo 30°C a temperatura média. A média anual de pluviosidade é de 1541 mm/m².

Observe o gráfico abaixo:



Fonte: climate-data.org

³ Informações disponíveis em <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/goias/jatai-43420/#temperature-graph>

O Gráfico 1 demonstra que a temperatura máxima (linha vermelha) e mínima (linha azul) médias, com faixas do 25º ao 75º e do 10º ao 90º percentil. As linhas finas pontilhadas são as temperaturas médias percebidas correspondentes, com variação de 27°C a 32°C, e raramente é inferior a 9°C.

A estação quente permanece por dois meses, de 27 de agosto a 26 de outubro, com temperatura máxima média diária acima de 31°C. O dia mais quente do ano é 25 de setembro, cuja temperatura máxima média é de 32°C e a mínima média é de 18 °C.

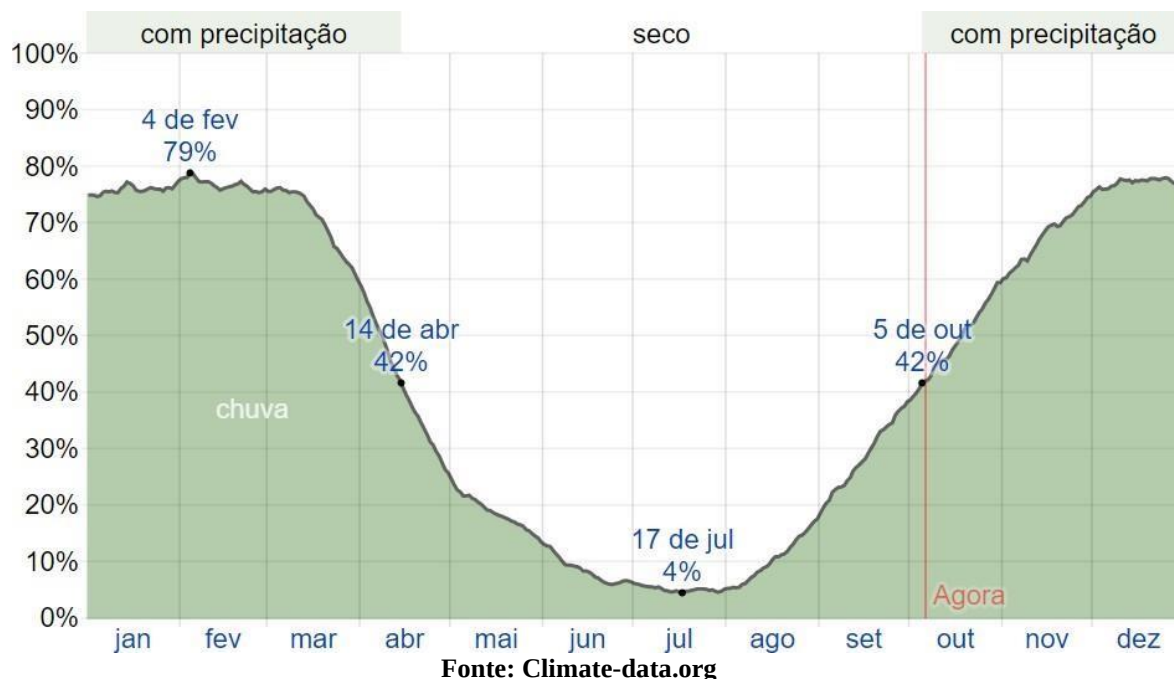
A estação fresca permanece por 2,8 meses, de 28 de abril a 20 de julho, com temperatura máxima diária em média abaixo de 27°C. O dia mais frio do ano é 17 de julho, com média de 13°C para a temperatura mínima e 27°C para a máxima.

Quanto às precipitações, em Jataí, a estação com precipitação é abafada e de céu encoberto e a estação seca é de céu quase sem nuvens, garantindo que durante o ano inteiro, o clima seja morno.

É considerado dia com precipitação aquele com precipitação mínima líquida ou equivalente a líquida de 1 milímetro. A probabilidade de dias com precipitação em Jataí varia acentuadamente ao longo do ano. A estação de maior precipitação dura 6,3 meses, de 5 de outubro a 14 de abril, com probabilidade acima de 42% de que um determinado dia tenha precipitação. A probabilidade máxima de um dia com precipitação é de 79% em 4 de fevereiro. A estação seca dura 5,7 meses, de 14 de abril a 5 de outubro. A probabilidade mínima de um dia com precipitação é de 4% em 17 de julho.

Dentre os dias com precipitação, distinguimos entre os que apresentam somente chuva. Com base nessa classificação, a forma de precipitação mais comum ao longo do ano é de chuva somente, com probabilidade máxima de 79% em 4 de fevereiro.

De acordo com o que se pode ver no Gráfico 2 abaixo, a precipitação pluviométrica é mais elevada nos meses de janeiro, fevereiro e dezembro.

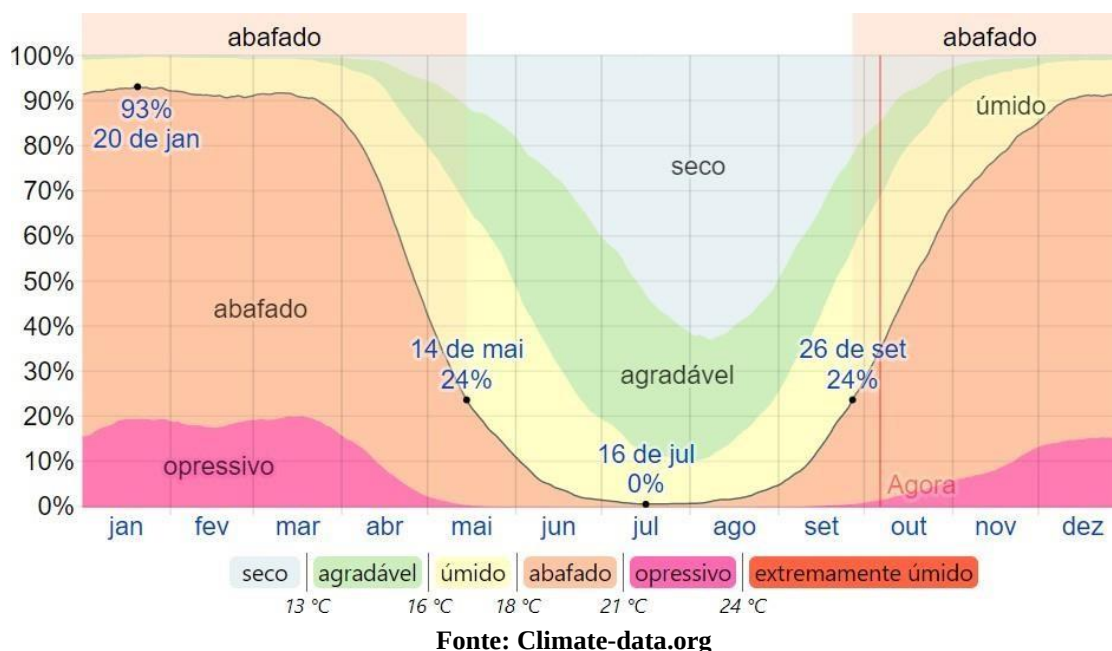
Gráfico 2 - Probabilidade diária de precipitação

Junho é o mês mais seco com 17 mm ou 4% de probabilidade de precipitação. Os meses com maior precipitação, apresentam uma média de 275 mm ou 79% de probabilidade.

A saúde e o bem-estar de uma população urbana podem ser diretamente afetados pelo clima gerado pela cidade. Essa influência pode se dar por meio de diversas variáveis, e segundo Andrade (2005), esses elementos climáticos possuem relação direta com o conforto térmico, consequentemente, com a qualidade de vida da população.

Uma destas variáveis cuja influência merece destaque é a umidade do ar. Estudos feitos pela Climate-data.org basearam o nível de conforto de umidade no ponto de orvalho, pois ele determina se a transpiração vai evaporar da pele e, consequentemente, esfriar o corpo. Pontos de orvalho mais baixos provocam uma sensação de mais secura. Pontos de orvalho mais altos provocam uma sensação de maior umidade. Diferente da temperatura, que em geral varia significativamente do dia para a noite, o ponto de orvalho tende a mudar mais lentamente. Assim, enquanto a temperatura pode cair à noite, um dia abafado normalmente é seguido por uma noite abafada.

Jataí tem variação sazonal extrema na sensação de umidade. O período mais abafado do ano dura 7,6 meses, de 26 de setembro a 14 de maio, no qual o nível de conforto é abafado, opressivo ou extremamente úmido pelo menos em 24% do tempo. O dia mais abafado do ano é 20 de janeiro, com condições abafadas durante 93% do tempo. O dia menos abafado do ano é 16 de julho, quando condições abafadas são praticamente inexistentes.

Gráfico 3 - Níveis de conforto em umidade

Em resumo, o Gráfico 3 acima evidencia a porcentagem de tempo passado nos vários níveis de conforto de umidade, categorizada pelo ponto de orvalho, na cidade de Jataí.

3.4 SISTEMA CONSTRUTIVO DE VEDAÇÃO NO PMCMV 2 EM JATAÍ⁴

Nas habitações do PMCMV 2, alvos do presente estudo, o método construtivo das vedações verticais foi por meio de placas preenchidas por concreto, conhecido por paredes de concreto moldadas *in loco*.

O sistema construtivo parede de concreto *in loco* é um método que utiliza formas que são montadas no local da obra e depois preenchidas com concreto. Todas as paredes são moldadas em uma única etapa de concretagem, permitindo que, após a retirada das formas, as paredes já contenham em seu interior todas as tubulações e elementos embutidos, como as tubulações elétricas e hidráulicas, elementos de fixação, caixilhos de esquadrias, etc. A principal característica desse sistema é que a vedação e estrutura constituem um único elemento (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

4. Informações retiradas do trabalho de conclusão de curso de 2019, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás: Edificação unifamiliar do programa minha casa minha vida: uma análise de desempenho térmico, de autoria da engenheira civil Andressa Ferreira Prado.

Figura 4: Edificação construída com parede de concreto.



Fonte: PINHO, 2010.

Esse sistema é recomendado para empreendimentos que têm alta repetitividade e pode ser utilizado em obras de pequeno, médio e alto padrão, devido a sua grande versatilidade. A intenção da concepção do sistema construtivo de paredes de concreto *in loco* é viabilizar a execução de obras de maneira mais eficaz, onde um modelo possa ser replicado em grande número e ao menor tempo possível, com baixo custo e alto desempenho estrutural (TECNOSIL).

No Brasil, esse sistema de vedação vem sendo bastante utilizado pelas construtoras para a execução das habitações populares do PMCMV, principalmente devido ao fato de os empreendimentos contarem com a repetitividade das edificações, além de trazer a redução de prazos de construção e de custos.

3.5 EXIGÊNCIAS NAS TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS

Apesar da indústria da construção civil poder ser caracterizada como uma “indústria de inovação” e realizar produtos únicos, no âmbito da habitação de cunho social vê-se certa limitação de opções.

Tal limitação, que tem como consequência uma limitação de resultados finais de produtos, evidencia a pouca variedade de soluções e materiais. Tal estratégia das construtoras destina-se a obter um maior controle qualitativo de seus produtos: é mais fácil dominar um número de soluções restritas, além de ser mais viável economicamente (FREITAS, 2016, p.

16).

De acordo com Mello (2004), devido à baixa qualidade dos materiais e processos construtivos utilizados, criou-se a preocupação para a avaliação de desempenho e qualidade introduzidos na sua aplicação. A partir disso, surge a busca em verificar o desempenho das edificações no que diz respeito às avaliações técnicas, sociais e ambientais

A Caixa Econômica Federal, importante agente do PMCMV, busca assegurar uma moradia adequada às necessidades de seus usuários finais e para isso, avalia os processos e método construtivos, de modo a comprovar o desempenho técnico adequado ou que sejam aprovados no Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores (SINAT), para garantir a qualidade das unidades construídas (PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA E PAREDE DE CONCRETO).

De acordo com Silva *et al* (2014), no Brasil foram publicadas duas normas que estabelecem requisitos mínimos de desempenho, vida útil e de garantia para os principais sistemas que compõem as edificações: NBR 15.220:2003 sob o título geral “Desempenho térmico de edificações” e a NBR 15.575:2013 – “Edifícios Habitacionais: Desempenho”.

3.6 NORMAS PARA A AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO

Segundo a ABNT NBR 15575/2013, desempenho diz respeito ao comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas, e a forma do seu estabelecimento é dada por meio da definição clara de requisitos (qualitativos), critérios (quantitativos ou premissas) e métodos de avaliação, os quais sempre permitem a mensuração clara do seu atendimento (FREITAS, 2016, p. 15).

Um dos tópicos que gerou grande expectativa e interesse na norma supracitada, foi o quesito desempenho térmico. Isso se justifica porque, nos anos recentes, a busca por soluções arquitetônicas energeticamente eficientes e climaticamente adequadas foi – e continua sendo - um tema preeminente no Brasil e no mundo (SILVA *et al.*, 2014).

A normalização de desempenho térmico objetiva avaliar e regulamentar um padrão mínimo de desempenho para as edificações, garantindo condições de habitabilidade e conforto delas. Para garantir um desempenho térmico mínimo, as normas brasileiras atuais com esse enfoque delimitam os ganhos através das superfícies externas opacas, principalmente, estabelecendo valores-limite para as características termofísicas de transmitância, absortância e capacidade térmica. (FERREIRA; SOUZA; ASSIS, 2017, p. 184).

A primeira norma brasileira de desempenho térmico de edificações instituída no Brasil foi a NBR 15220/2003, tendo como ênfase a avaliação de habitações unifamiliares de interesse social com até três pavimentos, a qual abrange 5 partes: Parte 1: Definições, símbolos e unidades; Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações; Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social; Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida; Parte 5: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico (ABNT, 2003).

A NBR 15575/2013 aborda o desempenho das habitações, qualquer que seja seu número de pavimentos. Ela não é uma norma prescritiva, ou seja, não indica como o prédio deve ser construído, mas sim ao que ele deve atender para que tenha o desempenho desejado (mínimo, intermediário ou superior), independentemente de seu sistema construtivo. O objetivo final é atender às necessidades do usuário, as quais, por sua vez, se traduzem nos aspectos de segurança (segurança estrutural, contra fogo, no uso e na operação); habitabilidade (estanqueidade, desempenho térmico, acústico e lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade, acessibilidade, conforto tátil e antropodinâmico); e sustentabilidade (durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental) (CHVATAL, 2014 apud PRADO, 2019).

Segundo a NBR 15575, a edificação deve reunir características que possam atender às exigências de desempenho térmico, considerando a zona bioclimática em que está inserida, avaliada sob as condições naturais da edificação. Desta forma, o item 11 da normativa supracitada trata especificamente deste tópico, definindo formas de avaliação para a determinação do nível de classificação através de três procedimentos com requisitos diferentes: Procedimento Simplificado (normativo), Procedimento por Simulação através do software Energy Plus e através do Procedimento Medição *in loco* (SILVA *et al.*, 2014).

A NBR 15575 é uma norma que trata do desempenho de edificações habitacionais e apresenta características indispensáveis de uma obra para o consumidor, com o objetivo de prezar pelo conforto, acessibilidade, higiene, estabilidade, vida útil da construção, segurança estrutural e contra incêndios.

Conforme a Tabela 01 abaixo, verificamos as ações prováveis para cada tema referente ao desempenho térmico:

Tabela 01 – Orientações quanto ao desempenho térmico

ITEM DA NORMA	TEMAS	DESCRIÇÃO	AÇÕES
11	DESEMPENHO TÉRMICO		
1. Adequação de paredes externas (11.2 - Parte 4)		Transmitância térmica máxima das paredes externas conforme Tabela 13 Capacidade térmica mínima de paredes externas conforme Tabela 14.	Arquiteto: Poderá obter resultados do cálculo simplificado ou de Simulação Computacional para basear as soluções de projeto para a zona bioclimática do empreendimento. Coordenação: Recomendar a contratação de Consultoria que simule o Cálculo conforme NBR 15220-2. Consultoria: Garantir cálculos conforme NBR 15220-2.
2. Isolação térmica da cobertura (11.2 - Parte 5)		Transmitância térmica máxima da cobertura máxima conforme Tabela 5.	Arquiteto: Poderá obter resultados do cálculo simplificado ou de Simulação Computacional para basear as soluções de projeto. Coordenação: Irá recomendar a contratação de Consultoria que simule o Cálculo conforme NBR 15220-2. Consultoria: Irá garantir cálculos conforme NBR 15220-2.
3. Aberturas para ventilação (11.3 - Parte 4)		Áreas de aberturas para ventilação mínimas em ambientes de permanência prolongada (salas e dormitórios) conforme legislação ou valores da NBR 15575 - 4, Tabela 15, Parte 4 Pág. 28.	Arquiteto: Indicar em projeto área de aberturas para ventilação em relação à área de piso, considerando a área efetivamente sem obstrução (descontar vidros e perfis).
3. Aberturas para ventilação (11.3 - Parte 4)		Áreas de aberturas para ventilação mínimas em ambientes de permanência prolongada (salas e dormitórios) conforme legislação ou valores da NBR 15575 - 4, Tabela 15, Parte 4 Pág. 28.	Arquiteto: Indicar em projeto área de aberturas para ventilação em relação à área de piso, considerando a área efetivamente sem obstrução (descontar vidros e perfis). Coordenação: Solicitar a indicação em projeto área de aberturas para ventilação em relação à área de piso.
PRINCIPAIS NORMAS PERTINENTES AO TEMA 11: DESEMPENHO TÉRMICO NBR 6488; NBR 7213; NBR 9688; NBR 9909; NBR 10404; NBR 10412; NBR 11358; NBR 11360; NBR 11361; NBR 11362; NBR 11364; NBR 15220; NBR 11625; ASTM C351-92b; ASTM C518; ASTM C177; ASTM C1371; ASTM E903-96; ANSI/ASHRAE 74/88; ASTM E1918-06; EN 410-1998/EN 12898; ISO 8302; VERIFICAR LEGISLAÇÃO MUNICIPAL.			

Fonte: Guia para arquitetos para aplicação da norma de desempenho ANBT NBR 15.575:2013

3.7 PRINCIPAIS FATORES DE INFLUÊNCIA NO CONFORTO TÉRMICO

Conforme apresentado por Leão (2006), as habitações populares no Brasil, que são planejadas, em sua maioria, para cumprir metas sociais e políticas, são as que mais sofrem sob a influência dos diferentes climas existentes no país. Um país com a extensão territorial como o Brasil, que possui climas diversos, oferece dificuldades a se encontrar uma solução formal única para esta tipologia. Uma mesma solução encontrada para uma região como a Sudeste, por exemplo, dificilmente poderá corresponder às especificidades de uma região diversa, como a Norte ou Nordeste. Silva (2015), diz que o baixo padrão construtivo em virtude da padronização nacional utilizada e a desconsideração das peculiaridades climáticas locais em

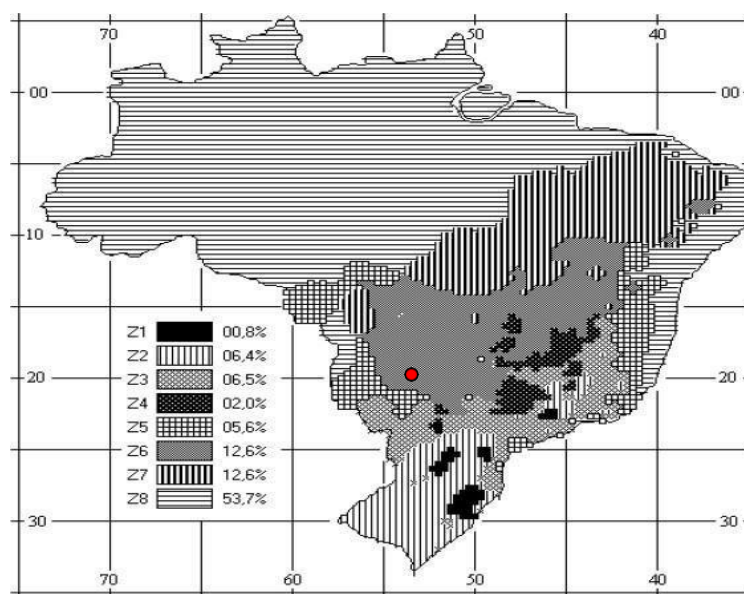
programas de moradia popular, têm resultado em construções que não atendem às necessidades de conforto térmico de seus usuários.

Embora existam requisitos mínimos de conforto, a experiência brasileira mostra uma série de patologias e acidentes ocasionados pela falta de cumprimento desses critérios. Esta conta, geralmente está equacionada pela busca de redução de custos e consequentemente pelo uso de materiais e métodos de baixa qualidade (FREITAS, LORENZO, 2016).

O desempenho térmico de uma edificação sofre influências, dentre outras coisas, das diversas características da região em que está inserida a obra, como topografia, temperatura e umidade do ar, direção e velocidade do vento. Além disto, o desempenho térmico está relacionado às propriedades construtivas utilizadas na edificação, como materiais constituintes, número de pavimentos, dimensões dos cômodos, pé direito, orientação das fachadas, etc. A sensação de conforto térmico depende muito das condições de ventilação dos ambientes, tendo grande influência o posicionamento e dimensões das aberturas de janelas. O nível de satisfação ou insatisfação depende, ademais, do tipo de atividades no interior do imóvel, quantidade de mobília, tipo de vestimentas, número de ocupantes, idade, sexo e condições fisiológicas e psicológicas dos usuários (CBIC, 2013).

A partir da diversidade climática do Brasil, considerando a grande extensão do território brasileiro, foi realizada a divisão do país em oito zonas relativamente homogêneas quanto ao clima, conforme demonstrado na Figura 5 e, para cada uma destas zonas, formulou-se um conjunto de recomendações técnico-construtivas que otimizam o desempenho térmico, divisão determinada pela NBR 15.220-3:2003.

Figura 5 - Zoneamento Bioclimático Brasileiro.



Fonte: ABNT, 2003.

Segundo a CBIC (2013), para cada uma dessas zonas climáticas é definido o dia típico de inverno e o dia típico de verão, estando o município de Jataí localizado na zona 6, estabelecidos com base na temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar incidente para o dia mais frio e para o dia mais quente do ano respectivamente, segundo a média observada num número representativo de anos.

3.7.1 Inércia térmica

Segundo Prado (2019), além das particularidades climáticas de cada região, na avaliação do desempenho térmico é de grande relevância a análise das propriedades térmicas das vedações das construções, sendo as propriedades das vedações verticais de concreto, estudo priorizado neste trabalho, as quais contribuem de maneira direta para a inércia térmica das paredes de uma edificação, sendo definida segundo Strafaci Neto; Watake; Alloise (2015), como a capacidade de contrariar as variações de temperatura no seu interior, ou seja, de reduzir a transferência ou transmissão de calor. Isto acontece devido à sua capacidade de acumular calor nos elementos construtivos. A velocidade de absorção e a quantidade de calor absorvida determina a inércia térmica de um edifício.

A inércia térmica na construção civil está relacionada à transferência de calor entre o ambiente externo e o interno. A otimização desta técnica assegura o conforto térmico no interior da edificação. O conceito de inércia térmica está diretamente ligado à capacidade do edifício de reduzir o calor transferido em suas maiores temperaturas e liberá-lo posteriormente. A arquitetura bioclimática baseia-se na correta aplicação de elementos arquitetônicos e tecnologias construtivas para consumir-se menos energia, otimizando o conforto de seus ocupantes. O conceito de inércia térmica está relacionado com a capacidade térmica da estrutura por unidade de superfície, que é o produto da densidade pela espessura e pelo calor específico do material. A velocidade de absorção e a quantidade de calor absorvida determinam a inércia térmica de uma edificação (STRAFACCI NETO; WATAKE; ALLOISE, 2015).

Entende-se inércia térmica como a capacidade de uma edificação de armazenar e liberar calor. Ela evita a oscilação e os picos de temperatura durante o dia no interior da edificação, dissipando o calor mais tarde, calor o qual foi armazenado dentro da estrutura da edificação. Uma edificação com pouca inércia segue muito próxima à variação da temperatura externa, e com uma inércia infinita, a temperatura interna permaneceria constante. A necessidade de grande inércia térmica aumenta quanto maior a variação da temperatura externa, radiação solar e ou ganhos de calor (PAPST, 1999 apud PRADO, 2019).

Com a utilização de sistemas de fechamento, empregando material com inércia

térmica elevada, consegue-se diminuição na amplitude da temperatura do ar interior em relação à temperatura exterior, ou seja, os picos de temperatura observados externamente serão percebidos de forma mais amena internamente e com atraso. Por outro lado, a temperatura interna de uma edificação que utiliza envoltória com baixa inércia térmica sofre grande influência das condições climáticas externas, ao contrário de uma edificação com elevada inércia térmica (FERNÁNDEZ; GÁNDARA; CHARGOY, 2005 *apud* SOUZA, 2011).

Para locais com estações bem definidas como o clima quente e seco ou frio e seco, a inércia térmica pode amortecer os picos do verão e do inverno, possibilitando menor utilização de sistemas de climatização e otimizando o projeto edificação (STRAFACCI NETO; WATAKE; ALLOISE, 2015).

3.8 DESEMPENHO DAS TINTAS TÉRMICAS

A tinta é uma dispersão, ou seja, mistura de várias substâncias, veículo, pigmentos, aditivos, água e/ou solventes, em que as partículas sólidas, com dimensões entre 1 μm e 1nm, encontram-se distribuídas em um componente volátil (água ou solventes orgânicos). Quando aplicada sobre um substrato apropriado, converte-se em película sólida, dada a evaporação do componente volátil e/ou reação química, com a finalidade de decoração, acabamento, proteção e outras (ANGHINETTI, 2012).

Em estudos recentes, os autores Pereira et al (2019, p. 01) afirmam que “o desempenho térmico de uma edificação depende de vários fatores, dentre eles as condições ambientais e os componentes empregados na construção”, por esses motivos, ressalta-se que “entre os componentes de uma edificação as telhas e as tintas são elementos que tem significativa importância no desempenho térmico, fato devido a sua intensa exposição à radiação solar e a sua capacidade de absorver ou refletir a radiação solar”. Desse modo,

As tintas refletivas ao serem aplicadas sobre diferentes superfícies, melhoram seu desempenho térmico (CASTRO et al, 2003). Estudos de Synnefa et al (2005) feitos com 14 amostras de revestimentos refletivos internacionais, confirmam que as tintas refletivas podem melhorar significativamente o desempenho térmico dos materiais aos quais são aplicados (SYNNEFA et al, 2005 *apud* PEREIRA et al, 2019).

Vejamos a seguir, algumas particularidades dessas tintas que são capazes de amenizar o desconforto térmico no ambiente interno.

3.8.1 TINTAS ISOLANTES TÉRMICAS

Para Silva (2018), com o intuito de manter os recursos naturais disponíveis para gerações futuras, os setores da construção civil também têm se preocupado com as ações de sustentabilidade, com a finalidade de contribuir para que estes tão ameaçados recursos não desapareçam com ação descontrolada do consumo humano. Nesta circunstância, tem se tornado frequente ouvir falar em residências verdes, prédios sustentáveis dentre outros, pensando na melhoria do conforto humano e na preservação do meio ambiente. Essas inovações inseridas no ramo da construção, trazem consigo uma série de contribuições de forma a melhorar não apenas a redução dos gastos com economia de energia elétrica e água, mas também um ótimo meio de minimizar os altos custos feitos com manutenções que sempre acarreta preocupação aos clientes, e também conscientizar que se deve ajudar a preservar o meio ambiente (JACOBI, 1999 apud SILVA, 2015).

Recentemente uma das novidades que chegou ao mercado da construção civil aplicado aos prédios sustentáveis é a tinta térmica para as coberturas, com grande capacidade refletora dos raios solares, evita a dispersão da energia recebida da incidência solar para o ambiente interno das construções. Esta novidade tem sido muito adotada nas construções dos grandes prédios, com a finalidade de evitar a formação de ilhas de calor, que é um efeito em que se observa uma elevação da temperatura em áreas urbanas, quando comparada a áreas rurais no entorno, bastante comum em grandes cidades (GARTLAND, 2010).

Observe a Figura 06 a seguir, demonstrando como se dá o aquecimento pela capacidade refletora dos raios solares.

Figura 06 – Ilhas de calor



Fonte: (Téchne, 2015)

Segundo Pannoni (2015) apud Silva (2018), as tintas térmicas foram desenvolvidas pela NASA (National Aeronautics and Space Administration – Administração Nacional da

L.C.O.CAMPOS *Referencial teórico*

Aeronáutica e Espaço), por sua alta tecnologia, e tiveram seu surgimento nos Estados Unidos. Essas tintas são feitas à base de água e microesferas ocas de vidro, e possuem grande capacidade de redução das temperaturas e do consumo dentro das residências. Por serem soluções mais baratas e viáveis nas construções como isolantes térmicos, observou-se uma alta no consumo internacional desse produto.

A tinta pode ser aplicada em qualquer superfície, porém seu resultado é potencializado quando esta é aplicada como revestimento dos telhados das construções, já que esta é a parte em que se recebe maior incidência dos raios solares. Para Silva (2018), esse material consegue reduzir em até 60% o consumo da energia elétrica quando aplicado sobre as coberturas, é usado para refrigerar indústrias, prédios, estabelecimentos comerciais, casas, dentre outros.

A princípio, a tinta isolante térmica foi desenvolvida pela NASA com a finalidade de aplicação em aeronaves, tubulações e navios no intuito de reduzir o calor dentro das estruturas. No entanto percebeu-se a grande eficácia do produto, o qual passou a ser comercializado rapidamente em lojas de construção nos Estados Unidos, popularizando-se rapidamente por ser bem mais barato e sustentável, quando comparado a espuma de poliuretano, um material altamente agressivo ao meio ambiente derivado do petróleo, muito usado como isolante térmico na construção civil (PANNONI, 2015).

A construção civil faz largo uso dessa tinta refletiva que é capaz de refletir os raios solares, evitando, assim, que o calor transpasse para o interior das construções, o que melhora consideravelmente o conforto térmico, amenizando a temperatura interna, e consequentemente tornando o ambiente mais agradável aos seus usuários, conforme evidenciado na Figura 07 abaixo:

Figura 07 – Tinta Isolante térmica aplicada sobre cobertura



Fonte: (Téchne, 2015)

Além de servir também como impermeabilizante, pois sua aplicação evita que ocorra

infiltrações de umidade nas edificações, previne uma série de problemas na estrutura, como as rachaduras, ajuda também na proteção da saúde, pois com a impermeabilização impede o surgimento de fungos e bactérias que causam doenças respiratórias (SILVA, 2018).

Nesse sentido, podemos citar como vantagens a redução dos custos de manutenção de telhados, devido a eliminação dos choques térmicos: Aquecimento / Dilatação – Esfriamento / Contratação; o excelente índice de custo benefício, proporcionando um baixo custo na aplicação por m²; auxilia a troca térmica; reduz a dilatação; eficiência energética, pois garante minimização no consumo de energia com condicionadores de ar; proteção contra corrosão (superfícies metálicas), fungos e bactérias; redução de temperatura; alta reflexão de raios solares e proteção contra raios UV; redução dos níveis de CO₂ da atmosfera; redução de ruídos em telhados metálicos, impermeabilização (SILVA, 2018).

CAPÍTULO 4 METODOLOGIA

Neste projeto foi utilizada a mesma linha de pesquisa analisada por Prado (2019), dando continuidade à sua investigação, buscando soluções para minimização de temperatura interna do imóvel, com novas adaptações. Nesse caso específico, a solução sugerida foi feita apartir da aplicação de tinta térmica nas mesmas paredes das moradias investigadas pela autora citada. Parte-se do problema em tela, oferecendo uma visão geral do sistema de análise do comportamento térmico nas moradias do PMCMV.

As casas constituintes desse estudo, foram as mesmas quatro unidades já selecionadas pela pesquisadora Andressa Prado, pensando nas orientações Norte, Sul, Leste e Oeste, e foram pintadas na semana de 26 a 30 do mês de julho do ano de 2021, conforme Anexo 1.

A tinta adquirida para a realização da intervenção necessária para esta pesquisa teve o custo de R\$ 420,00 (Anexo 2) para o galão de 18 litros, da marca Anjo, vide Anexo 3. Cada galão adquirido apresenta capacidade de cobertura de 120m², sendo utilizado apenas uma demão da referida tinta para pintura das residências. Assim, o custo médio de cobertura por m² seria de R\$3,50, valor este que, pressupondo que os usuários destas habitações são famílias de baixa renda, é relativamente alto, considerando a área total a ser coberta.

A base de estudo para a pesquisa foi a revisão das normas NBR 15.575:2013 – Edifícios Habitacionais: Desempenho e NBR 15.220:2003 – Desempenho térmico de edificações, as quais contêm as recomendações e procedimentos de cálculos necessários para análise do desempenho térmico de edificações no Brasil.

Por conseguinte, foram realizadas aferições da temperatura das paredes das fachadas de 4 (quatro) residências do bairro Cidade Jardim II, com diferentes orientações solares, na cidade Jataí-GO, as quais foram executadas após a terceira fase do PMCV, constituindo-sea vedação vertical por paredes de concreto moldadas *in loco*, a fim de analisar sua inércia térmica.

O projeto foi desenvolvido em etapas, sendo elas: pintura das residências, medição das temperaturas no mês de agosto de 2021, análise a respeito da temperatura da estrutura, estudo sobre os efeitos das tintas térmicas e estudo dos parâmetros de conforto ambiental.

O termômetro utilizado para referir a temperatura das 4 (quatro) residências supracitadas foi um termômetro infravermelho, modelo *Infrared Thermometer GM900* (Figura 8), usado para medir a temperatura da superfície de objetos, aplicável a vários objetos quentes, perigosos ou de difícil acesso, sem contato, com segurança e rapidez, sendo a temperatura aferida dada em °C (celsius).

Figura 8 - Infrared Thermometer GM900

Fonte: SITE JUMIA KENYA, 2019

O termômetro digital foi utilizado para medição e verificação da temperatura, comparando o antes e depois da aplicação da tinta térmica, fornecendo planilhas e gráficos que auxiliaram na obtenção dos resultados.

A pesquisa *in loco* se desenvolveu no mês de agosto de 2021, em quatro habitações do Programa Minha Casa minha Vida, no bairro Cidade Jardim, em Jataí-GO, sendo estas alvo da pesquisa realizada por Prado, em 2019.

De acordo com a norma de desempenho NBR 15.575-1:2013, a avaliação térmica pode ser efetuada de diferentes formas:

A) Procedimento 1 A – Simplificado (normativo): presta-se a verificar o atendimento aos requisitos e critérios para o envelopamento da obra, com base na transmitância térmica (U) e capacidade térmica (CT) das paredes de fachada e das coberturas.

B) Procedimento 1 B – Simulação por software Energy Plus7 (normativo): para os casos em que os valores obtidos para a transmitância térmica e/ou capacidade térmica se mostrarem insatisfatórios frente aos critérios e métodos estabelecidos nas partes 4 e 5 da norma NBR 15.575:2013, o desempenho térmico global da edificação deve ser avaliado por simulação computacional.

C) Procedimento 2 – Medição *in loco* (informativo, Anexo A da NBR 15.575-1:2013): prevê a verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos na NBR 15.575:2013 por meio da realização de medições em edificações existentes ou protótipos construídos com essa finalidade. Tem caráter meramente informativo.

Apesar de ser recomendado para ser empregado nas fases de elaboração dos projetos, adotou-se o Procedimento 1 A por dois motivos. Primeiro não houve a oportunidade de participar da elaboração dos projetos destes programas. Em segundo lugar entende-se que os dados obtidos podem fornecer compreensão do comportamento térmico deste tipo de edificação para outros projetos. Ao invés de se tornar uma impossibilidade, compreende-se que este recorte pode proporcionar novos projetos e colocar os parâmetros de conforto em outros patamares.

Desta maneira, os dados obtidos tiveram como finalidade auxiliar nos cálculos necessários para determinação dos seguintes parâmetros: transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico de elementos e componentes de edificações, métodos de cálculos vigentes na NBR 15.220-2:2003, verificando assim os requisitos e critérios para fachadas, estabelecido na NBR 15.575-1:2013 e NBR 15.575-4:2013, para os sistemas de vedação vertical externa – SVVE, o que permite a comparação dos dados obtidos por Prado (2019) antes da aplicação da tinta térmica e os dados obtidos pela pesquisadora após aplicação.

É importante ressaltar que, nesta pesquisa, também foi levada em consideração para os cálculos, a análise do zoneamento bioclimático brasileiro, proposto pela NBR 15.220-3:2003: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, a qual apresenta recomendações de diretrizes construtivas e detalhamento de estratégias para o condicionamento térmico passivo, tendo-se como base parâmetros e condições de contorno fixadas, recomendações que otimizam o desempenho térmico das edificações através de sua melhor adequação climática (PRADO, 2019).

Assim, com base nos resultados obtidos, foi realizada uma comparação dos mesmos com os resultados obtidos por Prado (2019) verificando se houve redução da temperatura interna das paredes medidas, proporcionando, assim, maior conforto e qualidade de vida do morador das habitações pesquisadas, além de concluir se as referidas edificações atendem ou não às recomendações das normas de desempenho térmico vigentes.

Portanto, para que fossem alcançados os objetivos almejados, foram realizadas as seguintes etapas ao longo desta pesquisa:

- Revisão bibliográfica sobre o tema “desempenho térmico em edificações”;

- Revisão das Normas NBR 15.575 e NBR 15.220, as quais servirão de parâmetro para as aferições que serão realizadas nas edificações;
- Localização das residências que serão a fonte de obtenção dos dados de estudo, a partir da implantação predominante do parcelamento, necessitando-se de quatro fachadas com orientação solar distintas (norte, sul, leste, oeste);
- Pesquisa acerca dos materiais utilizados na vedação das paredes das casas que serão objetos de análise;
- Aquisição das tintas térmicas a serem aplicadas;
- Aplicação da tinta nos ambientes das casas escolhidas para a pesquisa;
- Aquisição de aparelho para medição de temperaturas;
- Realização das medições *in loco*;
- Análise e desenvolvimentos dos resultados, comparando com as referências normativas;
- Conclusões finais da pesquisa;
- Apresentação perante Banca Avaliadora.
- Entrega ao repositório da Biblioteca do IFG.

Não houve alterações significativas no cumprimento do cronograma traçado por ocasião da primeira etapa do Trabalho de Conclusão de Curso I.

CAPÍTULO 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

São verificados e analisados a seguir, resultados do procedimento 1A descrito pela NBR 15.5575-1:2013, empregando cálculos e parâmetros dispostos nas NBR 15.220-2:2003, NBR 15.220-3:2003, NBR 15.575-1:2013 e NBR 15.575-4:2013.

As características das paredes analisadas das edificações estão exibidas a seguir:

- Parede de concreto maciço: espessura 10 cm;
- Parede com dimensões de 3,35 m de largura x 2,60 m de altura, totalizando em 8,71m²;
- Parede sem reboco, acabamento no concreto, pintura interna na cor branca e pintura externa colorida, variando entre as quatro residências.

As propriedades térmicas do material utilizado na construção das vedações de acordo com a NBR 15.220-2:2003 estão dispostas na Tabela 2, a seguir:

Tabela 2 - Densidade de massa parente, condutividade térmica, calor específico, absorvância para radiação solar e emissividade para radiações a temperaturas comuns

Material	ρ (kg/m ³)	λ (W/m.K)	C (kJ/kg.K)	a	ϵ
Concreto	2400	1,75	1,00	0,65/0,80	0,85/0,90

Fonte: ABNT, 2003. Adaptado pela Autora.

Os cálculos de transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico das paredes das edificações do estudo obtidos na primeira aferição, de acordo com a NBR 15.220-2:2003, estão dispostos na Tabela 3, a seguir:

Tabela 3 – Resultados obtidos antes da pintura com a tinta térmica

Resistência térmica [(m ² .K)/W]	0,057
Transmitância térmica [W/(m ² .K)]	17,5
Capacidade térmica [kJ/(m ² .K)]	230
Atraso térmico [Horas]	2,64

Fonte: Autora

A resistência térmica demonstrada na tabela acima é uma propriedade de calor e uma medida de uma diferença de temperatura pela qual um objeto ou material resiste a um fluxo de calor. Já a transmitância de um componente construtivo é o quanto ele conduz de calor de uma face da parede até a outra. A capacidade térmica é a quantidade de calor que deve ser absorvida ou cedida por um corpo para que ocorra variação de 1 °C e o atraso térmico é o tempo que leva

uma diferença térmica ocorrida num dos meios para manifestar-se na superfície oposta.

De acordo com o Zoneamento Bioclimático Brasileiro presente na NBR 15.220-3:2003, a região de Jataí-GO, alvo do estudo, está localizada no zoneamento 6, onde os dados são equivalentes aos da cidade de Goiânia-GO. Considerando-se que na falta de dados para a cidade onde se encontra a habitação, é recomendado utilizar aqueles de uma cidade próxima com características climáticas semelhantes, na mesma Zona Bioclimática brasileira (ABNT, 2013).

De acordo com a NBR 15.220-3:2003, o tipo de vedação vertical recomendada de acordo com o zoneamento bioclimático 6 é a pesada. A Tabela 4 a seguir apresenta os dados referentes a transmitância térmica e atraso térmico de acordo com este tipo de vedação externa:

Tabela 4 - Transmitância térmica, atraso térmico e fator solar de calor admissíveis para cada tipo de vedação externa.

Vedações Externas		Transmitância Térmica U (W/(m ² .K))	Atraso Térmico φ (horas)
Paredes	Pesada	$U \leq 2,20$	$\varphi \geq 6,5$

Fonte: ABNT,2003. Adaptado pela Autora.

Já na NBR 15.575-4:2013 são apresentados os requisitos e critérios de verificação dos níveis mínimos de desempenho térmico de vedações verticais externas. Os seguintes parâmetros de transmitância térmica são apresentados na Tabela 5 abaixo, a partir da avaliação da Zona Bioclimática presente na NBR 15.220-3:2003:

Tabela 5 - Transmitância Térmica e Capacidade Térmica de paredes externas

Transmitância térmica de paredes externas		Capacidade Térmica de paredes externas
Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8		
$\alpha \leq 0,6$	$\alpha > 0,6$	CT
$U \leq 3,7$	$U \leq 2,5$	≥ 130

Fonte: ABNT, 2013. Adaptado pela Autora

A absorvância para radiação solar (α) das paredes externas é um parâmetro indispensável para a avaliação térmica, a qual depende diretamente da cor do material presente na vedação. No caso deste trabalho, as paredes das fachadas analisadas não possuem as cores descritas na NBR 15.220-2:2003. Logo, a absorvância para radiação solar considerada é a do concreto aparente, visto que seu valor está dentro de uma margem equivalente aos valores de tintas escuras descritas na norma. Assim, de acordo com os dados da Tabela 5.1, a absorvância para radiação

solar é $> 0,6$.

Sendo a transmitância térmica (U) igual a $17,5 \text{ [W/m}^2\text{.K]}$ e a norma NBR 15.575-4:2013 define a necessidade deste valor ser menor que 2,5 caso tenha-se uma absorptância à radiação solar (α) maior que 0,6 foi verificado desempenho insatisfatório à transmitância térmica das paredes externas em etapa anterior à pintura com tinta térmica.

Mesmo diante da consideração da Tabela 4 presente na NBR 15.220-3:2003, na qual transmitância térmica deve ser menor ou igual a 2,20, tal requisito continua não atendendo aos critérios estabelecidos, verificando-se um valor muito superior ao mínimo recomendado. Isso se deve a baixa resistência térmica do material em função da sua espessura, o que facilita a passagem de calor para o ambiente interno.

Com a capacidade térmica das paredes externas igual a $230 \text{ [kJ/(m}^2\text{.K)]}$, e a norma definindo a necessidade, para a zona bioclimática 6, que este valor seja maior ou igual a 130, pode-se concluir que, segundo os critérios e diretrizes estabelecidos pela NBR 15.575-1:2013, as edificações de estudo atendem ao critério estabelecido já que o valor encontrado (240) é superior ao mínimo necessário.

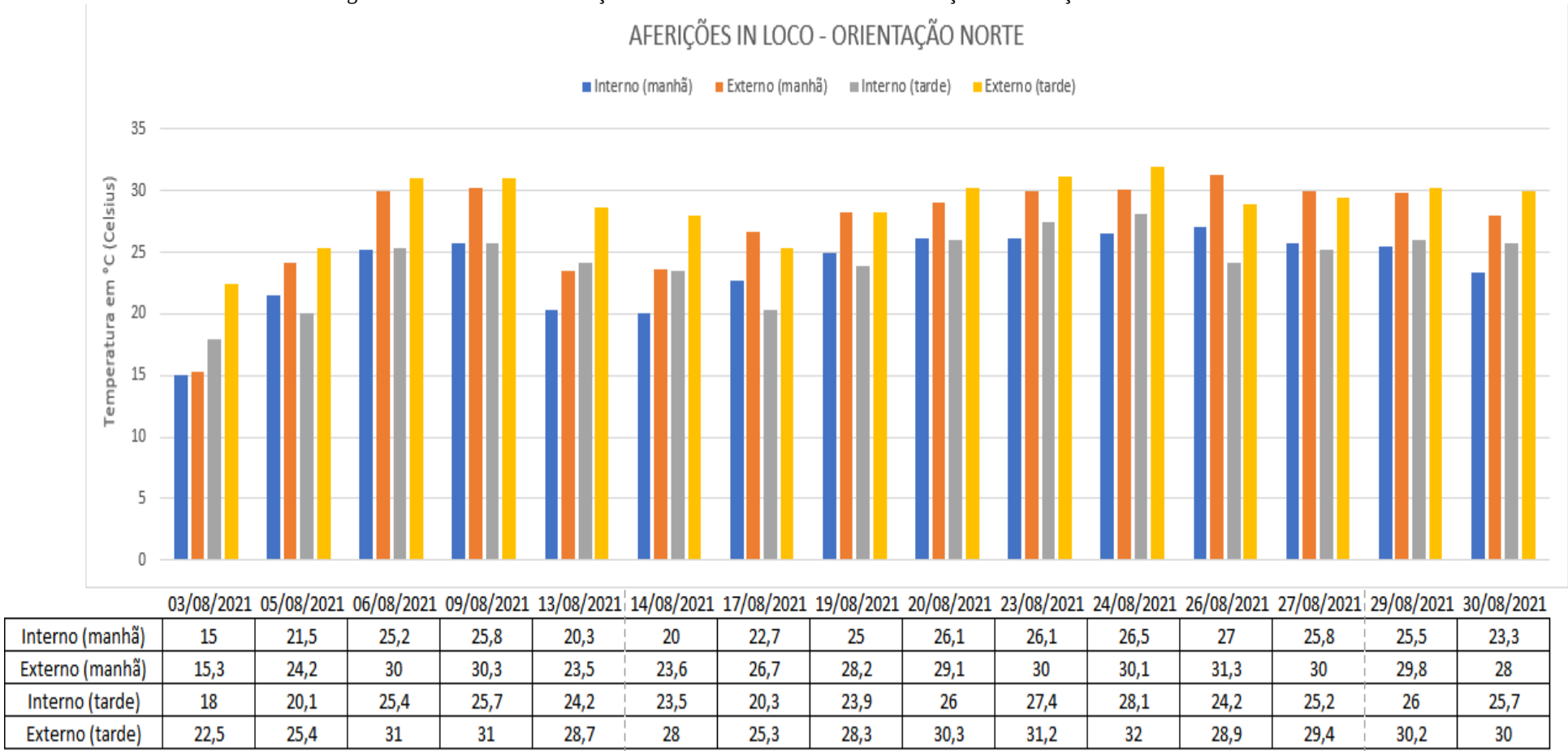
No caso do requisito de atraso térmico definido na Tabela 4 como maior ou igual a 6,5 horas, o mesmo não cumpre com os requisitos presentes na norma, visto que o atraso térmico calculado das edificações foi igual a 2,64 horas (Tabela 5.2).

As aferições realizadas nas moradias foram realizadas em época similar às realizadas por Prado (2019), compreendendo o mês de agosto que, conforme exposto anteriormente neste mesmo estudo, apresenta baixíssima precipitação pluviométrica e alta incidência de radiação solar. É importante destacar também que a primeira aferição de temperatura foi realizada com ascasas em sua pintura original, sem qualquer tratamento térmico neste sentido.

Nos gráficos a seguir, são expostas as temperaturas aferidas após a aplicação da tinta térmica num período de 15 dias nas 4 residências do bairro Cidade Jardim II, em Jataí-GO. É possível perceber uma maior amplitude térmica entre a parede interna e externa em grande parte das medições, em comparação com os dados obtidos em período anterior à intervenção proposta neste estudo. Ou seja, a baixa resistência térmica da parede que permitia a passagem quase total do calor externo foi amenizada com a aplicação da tinta térmica.

Como uma edificação com pouca inércia térmica segue muito próxima a variação da temperatura externa, isso leva ao desconforto térmico do seu usuário, fato que pode ser revertido a partir da vedação térmica adequada, como demonstrado no presente estudo.

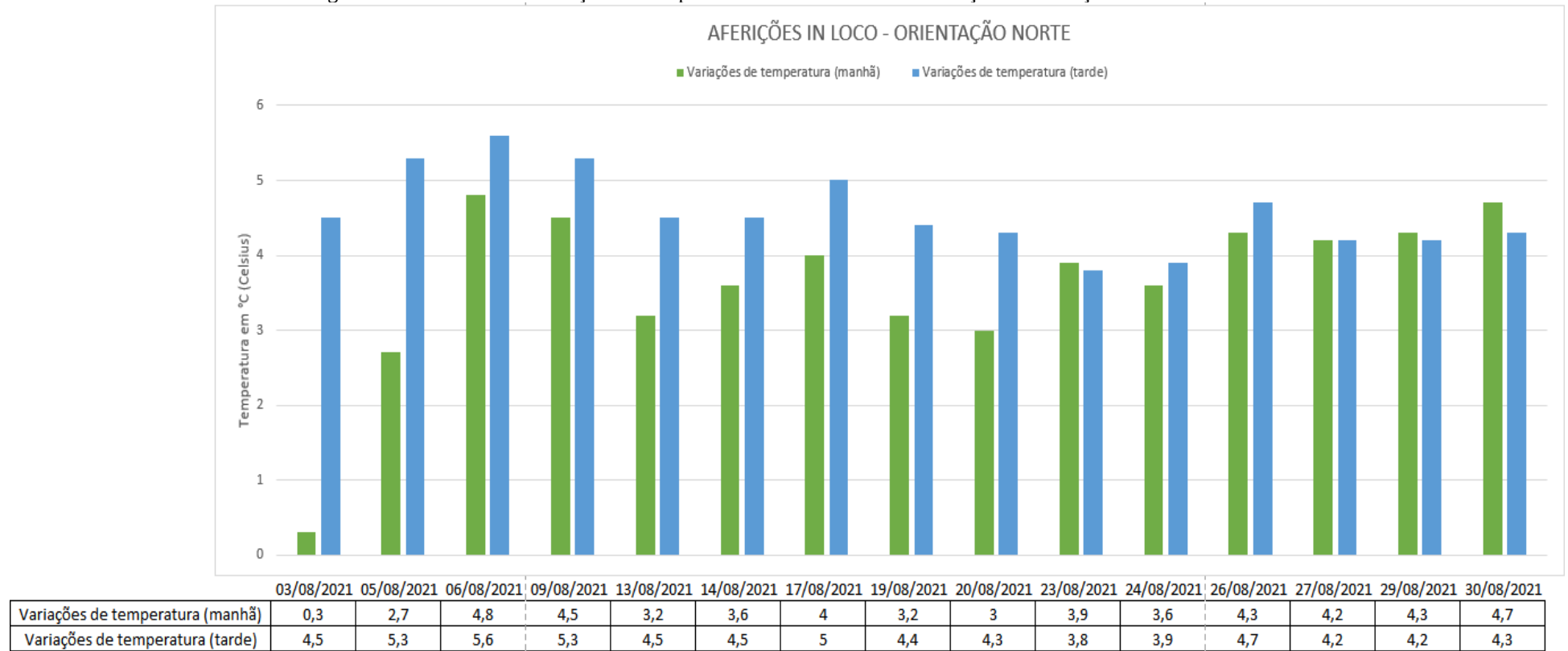
Figura 9 – Resultados das aferições realizadas de acordo com as orientações: Orientação Norte



Fonte: Autora

A temperatura média interna foi de 23,7° C pela manhã e 24,4°C a tarde, ou seja, com uma variação de 3,6°C e 4,5°C, respectivamente, em relação à temperatura aferida externamente no mesmo período. Os valores encontrados por Prado (2019) mostrou haver pouca variância entre a temperatura externa e interna, o que já demonstra uma efetividade da aplicação da tinta térmica.

Figura 10 - Resultado das variações de temperatura de acordo com as orientações: Orientação Norte



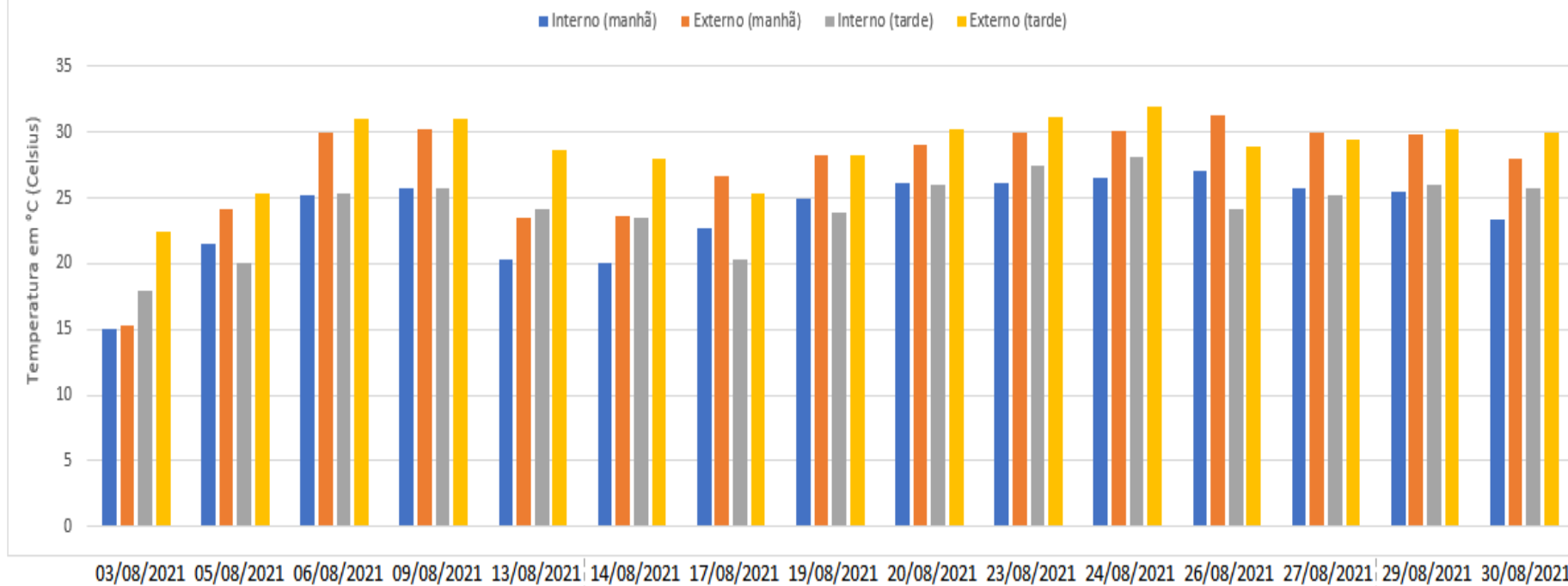
Fonte: Autora

Em comparação com os valores encontrados por Prado (2019) em sua pesquisa, ficou evidente que houve uma menor transferência de calor entre exterior e interior das casas, uma vez que a variação média encontrada por ela foi de 4,6°C pela manhã e apenas 1,4°C a tarde. A partir da aplicação da tinta térmica, esta variação passou a ser de 3,6°C pela manhã e de 4,5°C na parte da tarde, o que demonstra que, no geral, as construções tiveram uma redução significativa na taxa de absorção do calor externo.

Desempenho de tinta térmica em habitações de cunho social promovendo melhoria na qualidade de vida do usuário

Figura 11 – Resultados das aferições realizadas de acordo com as orientações: Orientação Sul

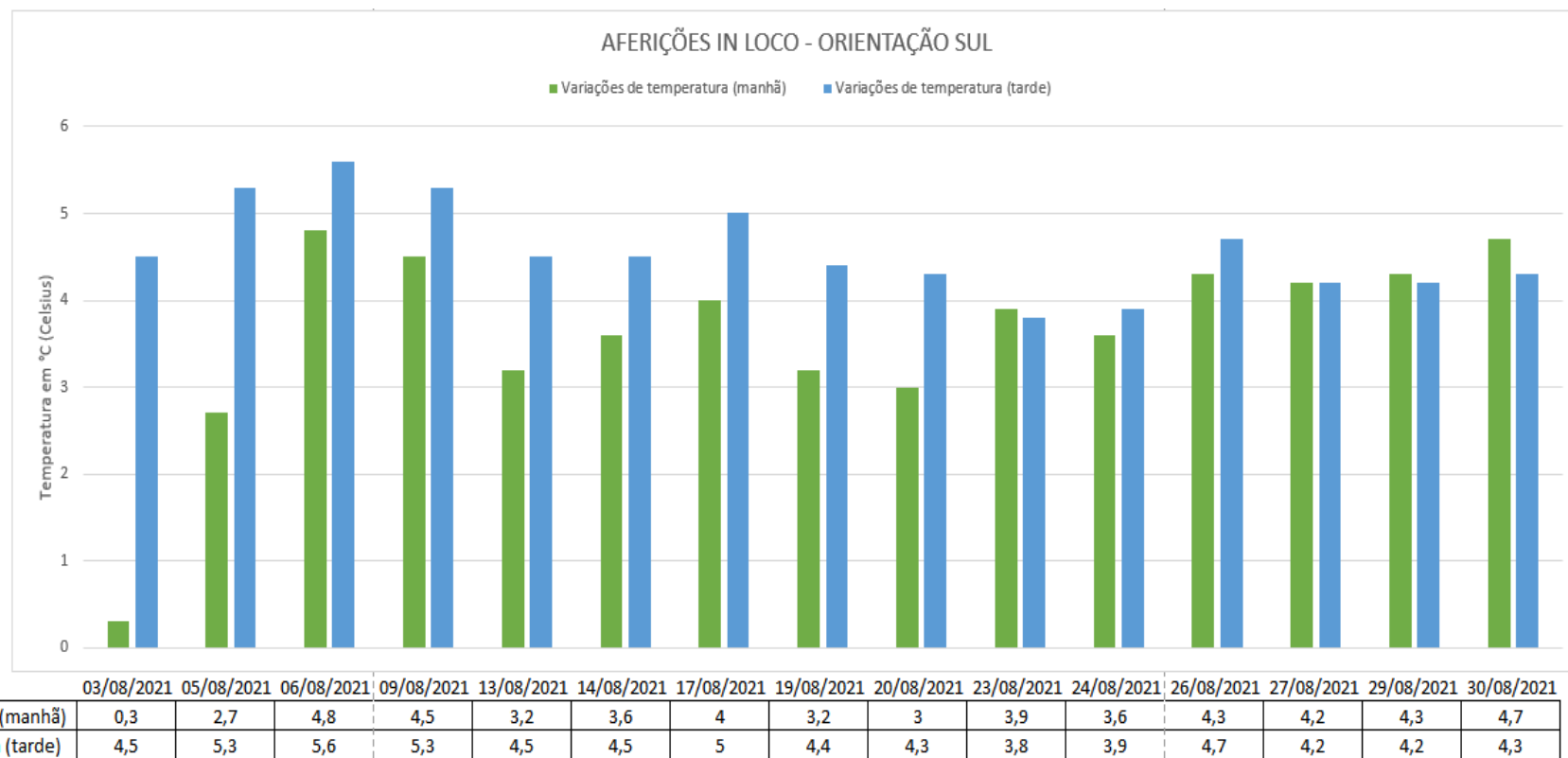
AFERIÇÕES IN LOCO - ORIENTAÇÃO SUL



	03/08/2021	05/08/2021	06/08/2021	09/08/2021	13/08/2021	14/08/2021	17/08/2021	19/08/2021	20/08/2021	23/08/2021	24/08/2021	26/08/2021	27/08/2021	29/08/2021	30/08/2021
Interno (manhã)	15	21,5	25,2	25,8	20,3	20	22,7	25	26,1	26,1	26,5	27	25,8	25,5	23,3
Externo (manhã)	15,3	24,2	30	30,3	23,5	23,6	26,7	28,2	29,1	30	30,1	31,3	30	29,8	28
Interno (tarde)	18	20,1	25,4	25,7	24,2	23,5	20,3	23,9	26	27,4	28,1	24,2	25,2	26	25,7
Externo (tarde)	22,5	25,4	31	31	28,7	28	25,3	28,3	30,3	31,2	32	28,9	29,4	30,2	30

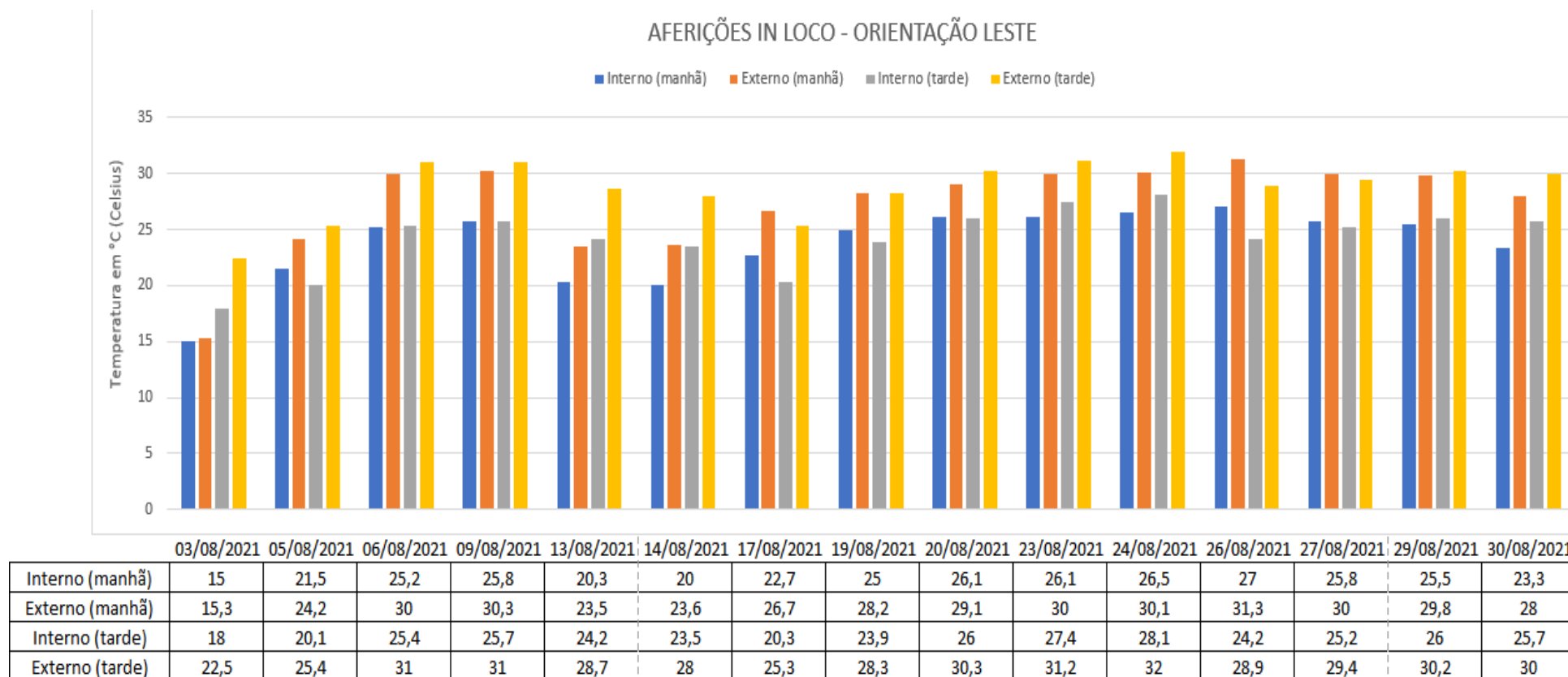
Fonte: Autora

Figura 12 - Resultado das variações de temperatura de acordo com as orientações: Orientação Sul



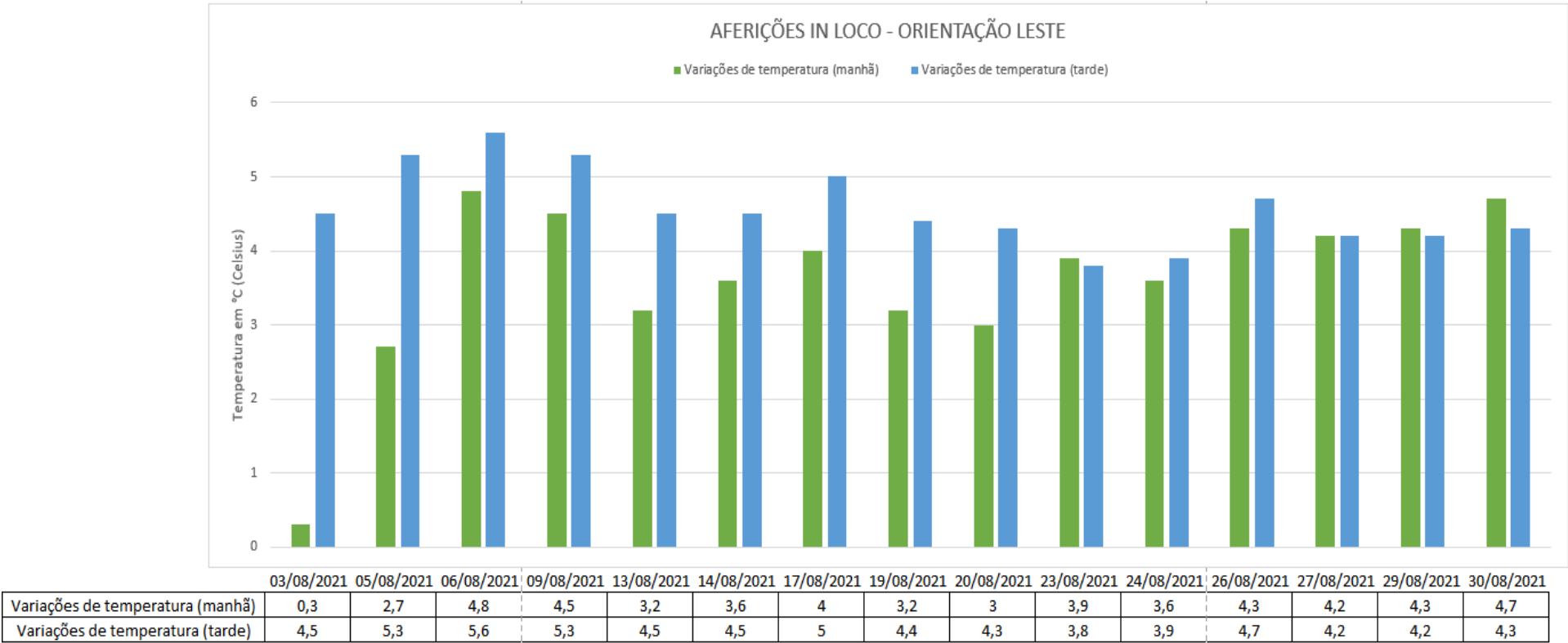
Fonte: Autora

Figura 13 – Resultados das aferições realizadas de acordo com as orientações: Orientação Leste



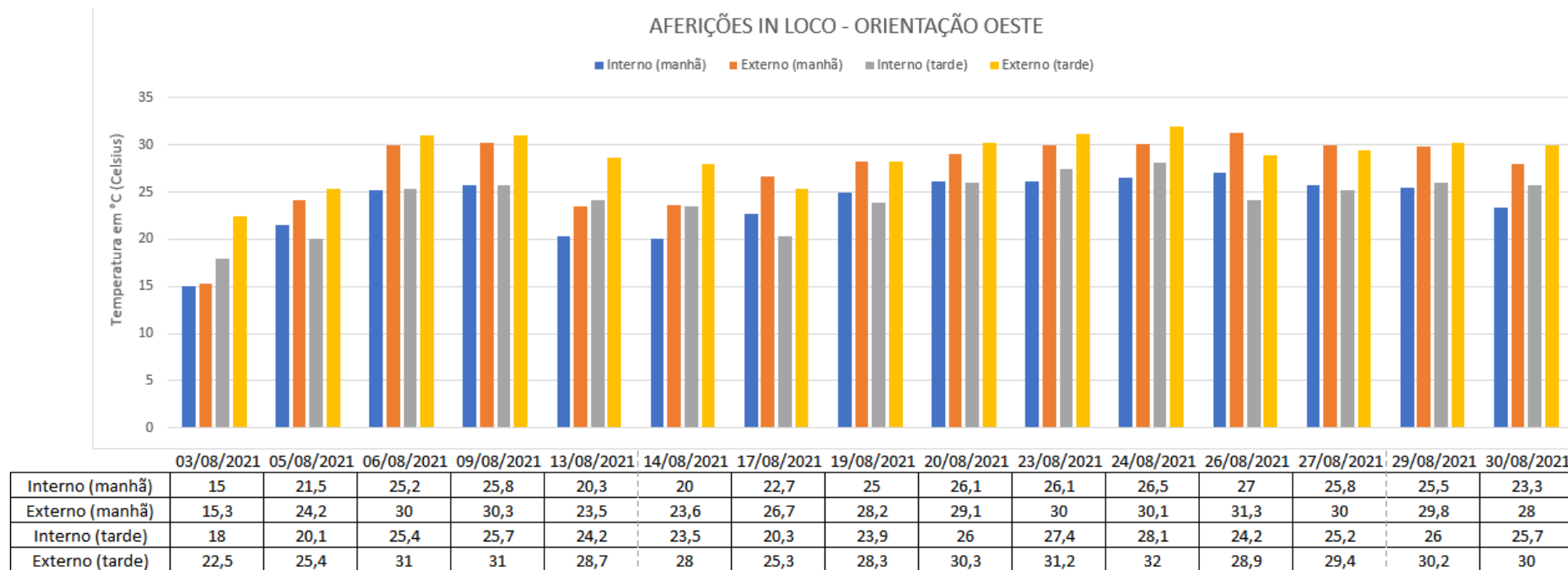
Fonte: Autora

Figura 14 - Resultado das variações de temperatura de acordo com as orientações: Orientação Leste



Fonte: Autora

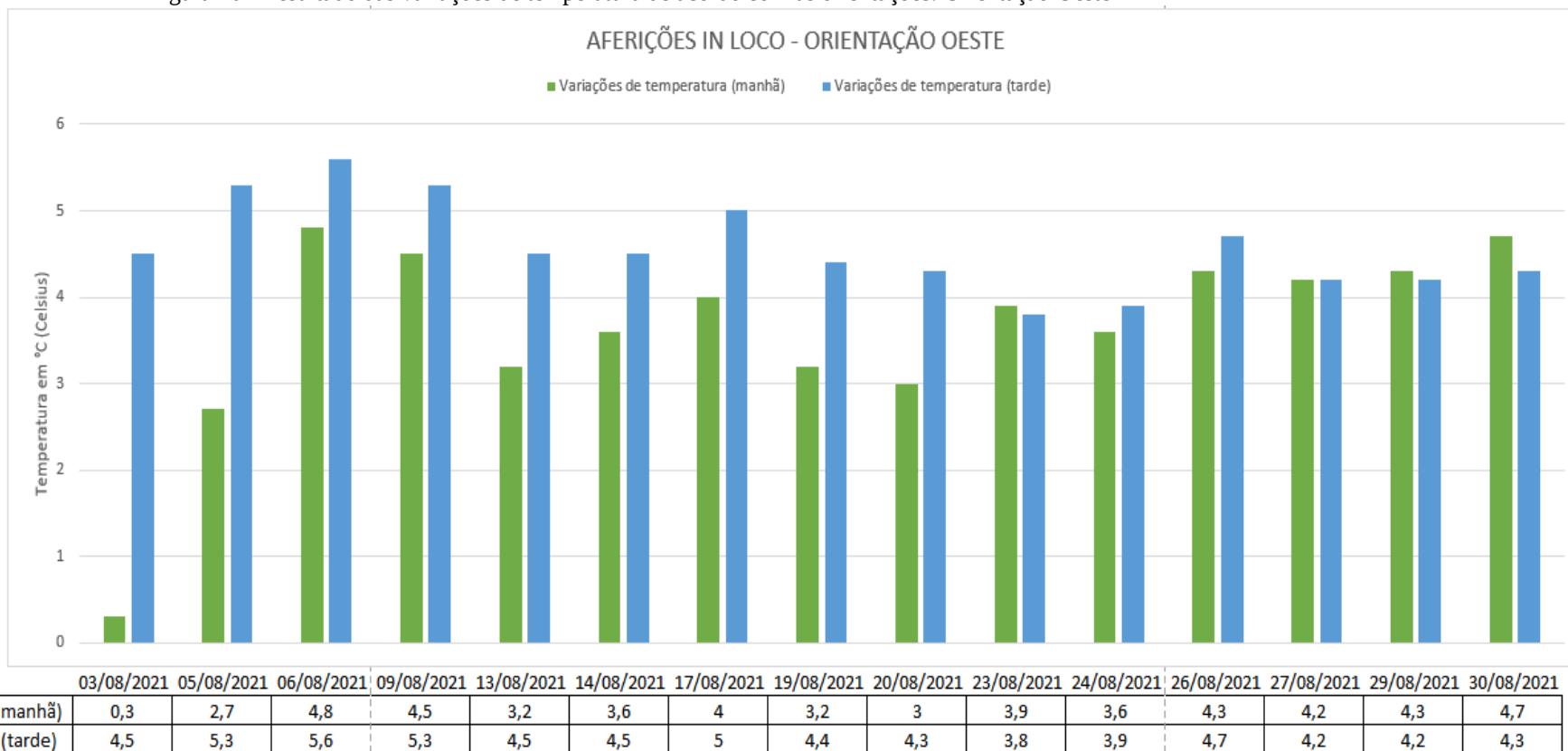
Figura 15 – Resultados das aferições realizadas de acordo com as orientações: Orientação Oeste



Fonte: Autora

Desempenho de tinta térmica em habitações de cunho social promovendo melhoria na qualidade de vida do usuário

Figura 16 - Resultado das variações de temperatura de acordo com as orientações: Orientação Oeste



Fonte: Autora

Tendo sido feitas medições em todos os pontos de orientação, não foram encontradas alterações significativas de temperatura segundo este critério. Assim, as conclusões obtidas são as mesmas em todas as quatro orientações: Norte, Sul, Leste e Oeste.

CAPÍTULO 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta monografia apresenta uma análise e uma avaliação do desempenho térmico de edificações de caráter popular localizadas no município de Jataí – GO após a aplicação de tinta térmica, utilizando o método simplificado, sendo complementada com aferições de temperaturas das vedações verticais externas.

Iniciou-se este percurso, conceituando o tema, recortando as referências teóricas pertinentes a subsidiar esta análise. Em sequência foi traçado um breve histórico da tipologia escolhida, do sistema construtivo e das normas para a avaliação do desempenho térmico. Em seguida, conceituamos os fatores responsáveis por este desempenho e analisamos o objeto de estudo selecionado.

A partir disto, pode-se concluir que, ao se constatar uma desconformidade no atendimento dos critérios de desempenho térmico previstos na NBR 15.575-1:2013 para as edificações estudadas, foi proposta uma solução que a partir das aferições realizadas mostrou-se eficaz frente o objetivo proposto. Assim, retornando à problemática anteriormente estabelecida, conclui-se que a tinta térmica é sim capaz de reduzir a temperatura interna e melhorar o conforto térmico nas habitações analisadas, o que sem dúvida, proporciona maior bem-estar aos moradores dessas habitações.

O estudo realizado provoca a continuidade de pesquisas nessa área, pois mostrou eficácia na redução das temperaturas internas nas habitações selecionadas, porém a um custo elevado em relação ao poder aquisitivo da população local. Importa salientar, que para a(s) construtora(s) e instituições ligadas à construção civil é possível que sejam encontradas soluções/maneiras para reduzir o desconforto térmico no interior das habitações e, consequentemente, a melhoria da qualidade de vida dos que adquirem tais moradias.

Seguindo esta linha de estudo, sugere-se a realização de trabalhos futuros que possam considerar outras propostas de medidas que possam amenizar a elevada passagem de calor do meio externo para o meio interno nas residências analisadas, ou aprofundar o estudo dos efeitos (patologias) na estrutura da edificação decorrentes da ineficácia do desempenho térmico.

REFERÊNCIAS

ABRAVA. Recomendação Normativa. **RN 03 – 2003**. Sistemas de condicionamento de ar para conforto parâmetros de conforto térmico. Disponível em <https://abrava.com.br/wp-content/uploads/2018/11/RenabravaRN-03-03-.pdf>

Andrade, H.O clima urbano- natureza, escalas de análise e aplicabilidade. **Finisterra**. Revista Portuguesa de Geografia, XL, 80, p.66-91, 2005.

ANGHINETTI, Izabel Cristina Barbosa. **Tintas, suas propriedades e aplicações imobiliárias**. Curso de Especialização em Construção Civil. Monografia. Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-1**: Desempenho térmico de edificações Parte 1: Definições símbolos e unidades. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2**: Desempenho térmico de edificações Parte 2: Método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ANTAC. **ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**. Porto Alegre, v. 14, n. 4, p.119-134, out. 2014. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/45677>>. Acesso em: 01 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Qualidade de Vida em 5 passos**. Dicas de Saúde. Julho de 2013Disponível em < https://bvsms.saude.gov.br/bvs/dicas/260_qualidade_de_vida.html#:~:text=De%20acordo%20com%20a%20Organiza%C3%A7%C3%A3o,expectativas%2C%20padr%C3%B5es%20e%20preocupa%C3%A7%C3%B5es%E2%80%9D.>

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (Brasília). CBIC. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. 2ª. ed. atual. Brasília: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. 311 p.

CÂMARA MUNICIPAL DE JATAÍ (Jataí). Câmara Municipal de Jataí (Ed.). **Minha Casa Minha Vida: pré-inscrições na segunda**. 2009. Disponível em: <<https://www.jatai.go.leg.br/noticias/minha-casa-minha-vida-pre-inscricoes-na-segunda>>. Acesso em: 03 jul. 2019.

CCB CONSTRUTORA. CCB Construtora (Ed.). **Obras Habitacionais**. Disponível em: <<http://www.ccbconstrutora.com.br/eficiente/sites/ccbconstrutora.com.br/pt-br/site.php?secao=obrashabitacionais>>. Acesso em: 03 jul. 2019.

CHVATAL, Karin Maria Soares. **Avaliação do procedimento simplificado da NBR 15575 para determinação do nível de desempenho térmico de habitações.** Revista Ambiente.

CLIMATE. **Clima Jataí:** Temperatura, Tempo e Dados climatológicos. Disponível em <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/goias-201/>. Acesso em 10 out 2020.

FERRAZ, Camila Araújo. **Crédito, exclusão financeira e acesso à moradia: Um Estudo sobre Financiamento Habitacional no Brasil e o Programa Minha Casa Minha Vida.** 2011. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Economia, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

FERREIRA, Camila Carvalho; SOUZA, Henor Artur de; ASSIS, Eleonora Sad de. **Discussão dos limites das propriedades térmicas dos fechamentos opacos segundo as normas de desempenho térmico brasileiras.** Revista Ambiente Construído: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p.183-200, jan. 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ac/v17n1/1678-8621-ac-17-01-0183.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

FREITAS, Ygor; LORENZO, Raydel. **Análise de desempenho térmico de edificações:** um estudo de caso na cidade de Palmas – TO. Revista Desafios, Palmas-TO, v. 3, n. 2, p.13-25, dez. 2016.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de calor:** como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

GOVERNO DE GOIÁS. Governo de Goiás (Ed.). **Governador entrega mil casas em Jataí.** 2016. Disponível em: <<http://www.goias.gov.br/noticias/32796-marconi-entrega-mil-casas-jatai.html>>. Acesso em: 29 jun. 2020.

LEÃO, Marlon. **Desempenho Térmico em Habitações Populares para Regiões de Clima Tropical: Estudo de Caso em Cuiabá-MT.** 2006. 105 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Física e Meio Ambiente, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2006.

MARTELLO, Alexandre (Brasília). G1 (Ed.). **Ministério diz que programa Minha Casa Minha Vida receberá R\$ 1,6 bilhão até junho.** 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/04/18/ministerio-diz-que-minha-casa-minha-vida-recebera-r-105-bilhao-ate-junho.ghtml>>. Acesso em: 29 jun. 2020.

MELLO, César Winter. **Avaliação de sistemas construtivos para habitações de interesse social.** Porto Alegre, 2004.

MISURELLI, Hugo; MASSUDA, Clovis. **Paredes de concreto.** 2009. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/147/paredes-de-concreto-285766-1.aspx>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

MOBBUS CONSTRUÇÃO. Mobbus Construção (Ed.). **Quais são as exigências de habitabilidade da NBR 15575.** 2018. Disponível em <<https://www.mobbusconstrucao.com.br/blog/habitabilidade-nbr-15575/>>. Acesso em: 03 jul. 2019.

ONLINE, Folha (Ed.). **Entenda como a crise financeira global afeta o Brasil**. 2009.

Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2009/02/498780-entenda-como-a-crise-financeira-global-afeta-o-brasil.shtml>>. Acesso em: 15 out. 2019.

PANNONI, Fábio Domingos. Projeto e Durabilidade. Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Siderurgia Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2009.

PANTALEÃO, Sandra Catharinne; ROMERO Marta Adriana Bustos. **Análise ambiental do espaço urbano: O calçadão de Londrina**. In: NUTAU 2008 – 7º Seminário Internacional: O Espaço Sustentável – Inovações em Edifícios e Cidades. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008.

PAPST, Ana Lígia. **Uso de Inércia Térmica no Clima Subtropical - Estudo de caso em Florianópolis-SC**. 1999. 180 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Curso de Pós-graduação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/dissertacoes/DISSERTACAO_Ana_Ligia_Papst.pdf>. Acesso em: 28 out. 2019.

PEREIRA, Célio Dias et al. Estudo comparativo de desempenho térmico entre tintas de cor branca aplicadas em coberturas de fibrocimento. In vol. 9 n. 2 (2019): **REVISTA ANÁPOLIS DIGITAL** – ISSN 2178-0722. Disponível em <https://portaleducacao.anapolis.gov.br/revistaanapolisdigital/wp-content/uploads/vol9/11.pdf>

PINHO, Dino de Tarso Pinheiro e. **Sistema Construtivo de Parede de Concreto**. 2010. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO (Brasília). Ministério da Economia (Ed.). **Jataí (GO) recebe 990 residências do MCMV**. 2012. Disponível em: <<http://www.planejamento.gov.br/assuntos/investimento-e-pac/noticias/jatai-go-recebe-990-residencias-do-mcmv>>. Acesso em: 03 jul. 2019.

PRADO, Andressa Ferreira. **Edificação Unifamiliar do Programa Minha Casa Minha Vida: uma análise de desempenho térmico**. Orientador: Rafael Alves Pinto Júnior. 2019. 53 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, 2019.

PROGRAMA Minha Casa Minha Vida e Parede de Concreto. Elaborado por: Núcleo Parede de Concreto. Disponível em: <<http://nucleoparededeconcreto.com.br/destaque-interno/programa-minha-casa-minha-vida-e-parede-de-concreto>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

ROCHA, José Ricardo Rodrigues et al. **O clima em cidade pequena: o sistema termodinâmico em Jataí (GO)**. Revista Brasileira de Climatologia, [S.l.], v. 15, apr. 2015. ISSN 2237-8642. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/36901>>. Acesso em: 06 oct. 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v15i0.36901>.

SAULO PRADO (Jataí). Plantão Jataí (Ed.). **Casas do "Cidade Jardim II" em Jataí serão entregues hoje**. 2016. Disponível em: <<https://www.plantaojti.com.br/noticias/casas-cidade-jardim-ii-em-jatai-serao-entregues-hoje/>>. Acesso em: 03 jul. 2019.

SIENGE. **Minha Casa Minha Vida**. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/minha-casa-minha-vida/>>. Acesso em: 28 jun. 2019.

SILVA, Arthur Santos et al. Incerteza do método de simulação da NBR 15.575-1 para a avaliação do desempenho térmico de habitações. **Revista Ambiente Construído**: Associação Nacional de L.C.O.CAMPOS

Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p.103-117, 01 out. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ac/v14n4/a08v14n4.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2019.

SILVA, Nayane Laurentino da. **Análise dos Parâmetros de Conforto Térmico em Habitações Populares de Um Conjunto em João Pessoa/PB**. 2015. 151 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

SITE JUMIA KENYA. **Infrared Thermometer GM900**. Disponível em:<<https://images.app.goo.gl/6HdzTk4sEuqTwQ3p6>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

SOUZA, Henor Artur de; AMPARO, Lucas Roquete; GOMES, Adriano Pinto. Influência da inércia térmica do solo e da ventilação natural no desempenho térmico: um estudo de caso de um projeto residencial em *light steel framing*. **Revista Ambiente Construído**: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p.113-128, dez.2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ac/v11n4/a09v11n4.pdf>>. Acesso em: 2 jul. 2019.

STRAFACCI NETO, Gilberto; WATAKE, Cristina; ALLOISE, William. **A influência da inércia térmica no desempenho térmico das edificações**. 2015. Disponível em: <<https://engenharia360.com/influencia-da-inercia-termica-no-desempenho-termico-das-edificacoes/>>. Acesso em: 03 jul. 2019.

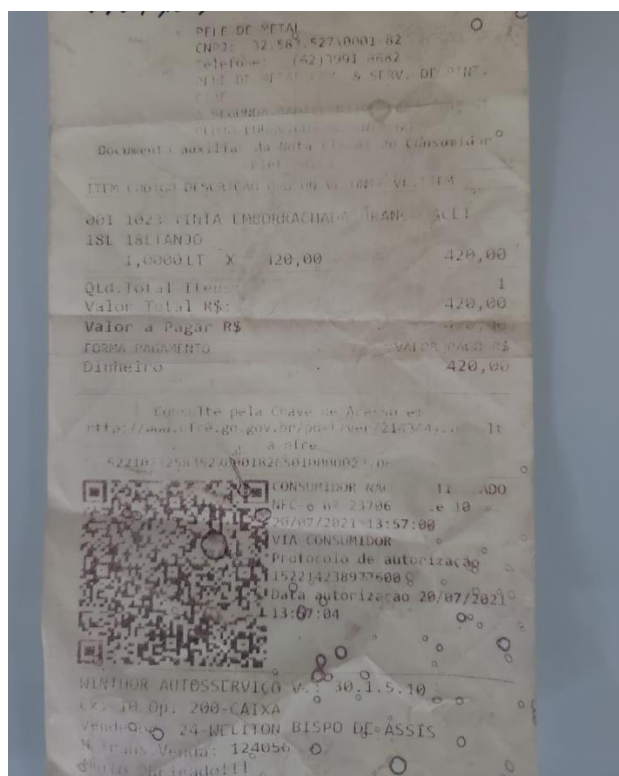
TECNOSIL. Tecnosilbr (Ed.). **Paredes de Concreto Moldadas in loco**: o que são e porque usá-las na sua obra? Disponível em<<https://www.tecnosilbr.com.br/paredes/>>. Acesso em: 03 jul. 2020.

VIANA, Raquel de Mattos; SOUZA, Luiz de Marilac de. **Déficit Habitacional no Brasil 2015**. 2018. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Centro de Estatística e Informações, Diretoria de Estatística e Informações, Fundação João Pinheiro - Fjp, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/direi-2018/estatistica-e-informacoes/797-6-serie-estatistica-e-informacoes-deficit-habitacional-no-brasil-2015/file>>. Acesso em: 28 jun. 2020

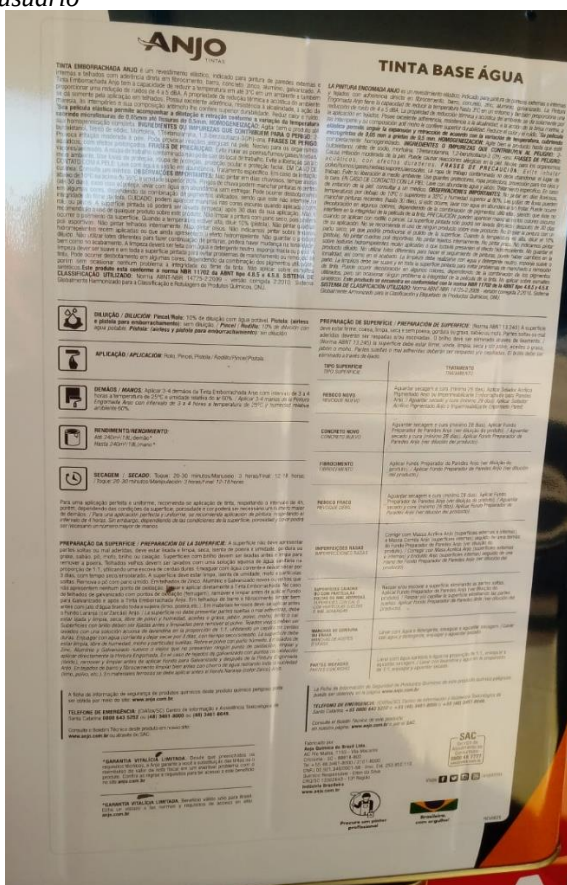
ANEXOS



ANEXO1- Pintura da parede interna



ANEXO 2- Valor da lata de tinta



L.C.O.CAMPOS