REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES DE GURUPI-TO: CONFORMIDADE DE PAREDES E COBERTURAS COM A NORMA DE DESEMPENHO E O SELO CASA AZUL

THERMAL PERFORMANCE EVALUATION OF BUILDINGS IN GURUPI-TO: COMPLIANCE WITH PERFORMANCE STANDARDS AND THE CASA AZUL SEAL

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE EDIFICACIONES EN GURUPI-TO: CONFORMIDAD DE MUROS Y CUBIERTAS CON LA NORMA DE DESEMPEÑO Y EL SELLO CASA AZUL

Igor Dias Caldas Marinho[1], Arthur Aviz Palma e Silva[2], Tiago Martins de Abreu[3], Suylan Matias da Cruz[3], Ítalo Ribeiro Gonçalves Lima[3], Julio Roberto Uszacki Junior[3]

e717141
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i1.7141

PUBLICADO: 01/2026

RESUMO

O conforto térmico em edificações habitacionais é fundamental para o bem-estar dos usuários, especialmente frente às mudanças climáticas e às condições climáticas regionais. Este estudo avaliou o desempenho térmico de edificações localizadas em Gurupi-TO, verificando sua conformidade com os requisitos da Norma ABNT NBR 15575 e os critérios do Selo Casa Azul. A análise considerou parâmetros de transmitância térmica e capacidade térmica de paredes e coberturas, bem como a influência de diferentes sistemas construtivos, à luz das características da zona bioclimática local. A metodologia consistiu na seleção de edificações com distintos sistemas construtivos e revestimentos, distribuídas em diferentes áreas da cidade. Foram realizadas medições *in loco* para avaliação do desempenho térmico das paredes e coberturas, adotando como referência os limites normativos estabelecidos pela ABNT NBR 15575 e pelo Selo Casa Azul. Os resultados indicaram que edificações com sistema de parede de concreto não atenderam aos requisitos mínimos de transmitância térmica e capacidade térmica estabelecidos pela norma, sendo, portanto, passíveis de avaliação complementar por meio de simulações computacionais. Em contrapartida, as edificações em alvenaria apresentaram desempenho térmico compatível com os critérios normativos para paredes e coberturas. Conclui-se que o sistema construtivo exerce influência significativa no desempenho térmico das edificações, destacando a importância da escolha adequada de materiais e soluções construtivas para a promoção do conforto térmico e da eficiência energética em regiões de clima quente.

PALAVRAS-CHAVE: Conforto térmico. Norma de desempenho. Selo Casa Azul. Coberturas.

ABSTRACT

Thermal comfort in residential buildings is essential for occupants' well-being, particularly in the context of climate change and regional climatic conditions. This study evaluated the thermal performance of buildings located in Gurupi-TO, assessing their compliance with the requirements of the ABNT NBR 15575 Performance Standard and the Casa Azul Seal criteria. The analysis focused on thermal transmittance and thermal capacity of walls and roofs, as well as the influence of different constructive systems, considering the characteristics of the local bioclimatic zone. The methodology involved selecting buildings with different construction systems and surface finishes, located in various areas of the city. In situ measurements were carried out to assess the thermal performance of walls and roofs, adopting the parameters established by ABNT NBR 15575 and the Casa Azul Seal as reference criteria. The results showed that buildings with concrete wall systems

[1] Graduando em Engenharia Civil, Instituto Federal do Tocantins (IFTO), Gurupi-TO, Brasil.
[2] Professor do curso de Engenharia Civil, Estácio Brasília, Brasília-DF, Brasil.
[3] Universidade de Brasília (UnB), Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil (PECC), Brasília-DF, Brasil.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

did not meet the minimum requirements for thermal transmittance and thermal capacity established by the standard, thus requiring complementary evaluation through computational simulations. Conversely, masonry buildings complied with the normative thermal performance criteria for walls and roofs. The findings demonstrate that the construction system plays a decisive role in the thermal performance of buildings, emphasizing the importance of selecting appropriate materials and construction solutions to ensure thermal comfort and energy efficiency, especially in hot climate regions.

KEYWORDS: *Thermal comfort. Performance standard. Casa Azul Seal. Roofs.*

RESUMEN
El confort térmico en edificaciones habitacionales es fundamental para el bienestar de los usuarios, especialmente ante el cambio climático y las condiciones climáticas regionales. Este estudio evaluó el desempeño térmico de edificaciones ubicadas en Gurupi-TO, analizando su conformidad con los requisitos de la Norma ABNT NBR 15575 y los criterios del Sello Casa Azul. El análisis consideró la transmitancia térmica y la capacidad térmica de muros y cubiertas, así como la influencia de diferentes sistemas constructivos, de acuerdo con las características de la zona bioclimática local. La metodología consistió en la selección de edificaciones con distintos sistemas constructivos y revestimientos, distribuidas en diferentes sectores de la ciudad. Se realizaron mediciones in situ para evaluar el desempeño térmico de muros y cubiertas, utilizando como referencia los parámetros establecidos por la ABNT NBR 15575 y el Sello Casa Azul. Los resultados indicaron que las edificaciones con sistema de muros de concreto no cumplieron con los requisitos mínimos de transmitancia térmica y capacidad térmica establecidos por la norma, siendo necesarias evaluaciones complementarias mediante simulaciones computacionales. Por otro lado, las edificaciones de mampostería presentaron un desempeño térmico acorde con los criterios normativos para muros y cubiertas. Se concluye que el sistema constructivo influye significativamente en el desempeño térmico, resaltando la importancia de la adecuada selección de materiales y soluciones constructivas para garantizar confort térmico y eficiencia energética en regiones de clima cálido.

PALABRAS CLAVE*: Confort térmico. Norma de desempeño. Sello Casa Azul. Cubiertas.*

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as alterações climáticas, em especial o aumento progressivo das temperaturas médias, têm se consolidado como uma das principais preocupações no contexto das edificações habitacionais, devido ao seu impacto direto no conforto térmico, na saúde e no bem-estar dos usuários. Em regiões de clima quente, como o sul do estado do Tocantins, a inadequação térmica das construções pode intensificar o desconforto ambiental, elevar o consumo energético e comprometer a qualidade de vida da população. Nesse cenário, torna-se imprescindível a adoção de critérios normativos que assegurem o desempenho térmico adequado das edificações.

No Brasil, a Norma ABNT NBR 15575 estabelece requisitos mínimos de desempenho para edificações habitacionais, abrangendo aspectos como segurança estrutural, resistência a impactos, durabilidade, isolamento térmico e acústico, além da eficiência no uso de recursos naturais, como a água. De acordo com Lima (2023), recentes alterações na Norma de

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Desempenho intensificaram a exigência quanto à avaliação do desempenho térmico, tornando obrigatórias as simulações térmicas anuais e ampliando a consideração de diferentes fontes de carga térmica, como ocupação, iluminação artificial e equipamentos. Conforme a ABNT NBR 15575 (2013), o desempenho térmico das edificações é avaliado, entre outros parâmetros, pela transmitância térmica e pela capacidade térmica dos sistemas de fechamento vertical e das coberturas.

Complementarmente, a Norma ABNT NBR 15220, implementada em 2005, foi pioneira ao tratar do desempenho térmico das edificações sob a ótica bioclimática, classificando paredes e coberturas conforme as zonas climáticas brasileiras. Essa norma estabelece limites para transmitância térmica, atraso térmico e fator solar, além de fornecer diretrizes relacionadas à ventilação natural e ao sombreamento das edificações. Apesar dos avanços normativos, ambas as normas ainda apresentam desafios quanto à sua aplicação prática e à efetividade na garantia do conforto térmico em diferentes contextos regionais.

Associado às normas técnicas, destaca-se o Selo Casa Azul, lançado pela Caixa Econômica Federal em 2009, como um sistema pioneiro de classificação da sustentabilidade em empreendimentos habitacionais no Brasil. O selo possui diferentes níveis de certificação — cristal/bronze, topázio/prata, safira/ouro e diamante — e incorpora critérios relacionados à eficiência energética, ao conforto ambiental e à sustentabilidade. No âmbito da Categoria 2 – Eficiência Energética e Conforto Ambiental, o Selo Casa Azul exige a conformidade das edificações com os requisitos da ABNT NBR 15575:2024, reforçando a importância do desempenho térmico da envoltória das construções.

A relevância desta temática é ainda mais evidente quando se considera o contexto climático brasileiro. As transformações climáticas ao longo do século XX resultaram em um aumento médio de aproximadamente 0,75 ºC na temperatura nacional. No estado do Tocantins, especialmente na região sul, as altas temperaturas predominam durante a maior parte do ano. Eventos extremos também têm sido registrados, como o recorde de 41,9 ºC observado em Palmas, em setembro de 2015 (CLIMATEMPO, 2015). Diante desse cenário, garantir o conforto térmico das habitações em cidades como Gurupi torna-se uma necessidade fundamental para assegurar condições adequadas de habitabilidade.

Nesse contexto, a avaliação do desempenho térmico das edificações em Gurupi – TO, em conformidade com a ABNT NBR 15575, a NBR 15220 e os critérios do Selo Casa Azul, mostra-se essencial, sobretudo considerando as recentes mudanças normativas que priorizam o aprimoramento do desempenho térmico. Torna-se igualmente imprescindível que essa avaliação incorpore as especificidades da zona bioclimática do Tocantins, de modo a assegurar que as soluções construtivas adotadas sejam compatíveis com as condições climáticas regionais.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Assim, o presente estudo tem como objetivo analisar a conformidade das paredes e coberturas das edificações habitacionais de Gurupi-TO em relação às normas de desempenho e aos critérios do Selo Casa Azul, avaliando o impacto dessas diretrizes no conforto térmico, na eficiência energética e na sustentabilidade das construções. Ao fazê-lo, busca-se contribuir para o avanço do conhecimento técnico-científico sobre o desempenho construtivo na região, oferecendo subsídios para a melhoria das práticas construtivas locais e para a promoção de ambientes habitacionais mais confortáveis, eficientes e adequados às necessidades climáticas regionais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As mudanças climáticas globais têm provocado impactos significativos nas sociedades contemporâneas, manifestando-se por meio de processos como desertificação, elevação do nível do mar, insegurança alimentar, intensificação de eventos climáticos extremos (furacões, tempestades e enchentes), redução da disponibilidade de água doce, perda de biodiversidade e aumento da incidência de doenças infecciosas e parasitárias, como dengue, leishmaniose, leptospirose e malária, afetando de forma mais intensa populações social e ambientalmente vulneráveis (Andrade, 2017). No Brasil, essas transformações resultaram em um aumento médio de aproximadamente 0,75 ºC na temperatura até o final do século XX, com ocorrência de extremos térmicos nos anos de 2014 e 2015, destacando-se o registro de 41,9 ºC em Palmas-TO, em setembro de 2015 (CLIMATEMPO, 2015). Nesse contexto, o estado do Tocantins, com área de 277.621 km², é majoritariamente ocupado pelo bioma Cerrado (91%) e, em menor proporção, pelo bioma Amazônia (9%) (IBGE, 2016), inserindo-se em um ambiente climático marcado por elevada sazonalidade e vulnerabilidade térmica.

O Cerrado, que ocupa cerca de 24% do território nacional (IBGE, 2004), apresenta elevada diversidade biológica, com mais de 12.000 espécies de plantas nativas, padrões florísticos heterogêneos e distintas fitofisionomias influenciadas pela sazonalidade climática (Felfili *et al.,* 2004; Mendonça *et al.,* 2008; Francoso *et al.,* 2016; Evangelista, 2016). No Tocantins, predominam sistemas atmosféricos equatoriais e tropicais, com atuação da Massa Equatorial Atlântica, Massa Equatorial Continental, Massa Tropical Atlântica e, de forma menos frequente, da Massa Polar Atlântica, além de episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul durante o verão (Pinto, 2013; Souza, 2016). O município de Gurupi, localizado no sul do estado, apresenta temperaturas elevadas ao longo da maior parte do ano, sendo que o adensamento urbano intensifica alterações climáticas locais, afetando negativamente a qualidade de vida (Gomes *et al.,* 2020). Estudos realizados em Palmas entre 2000 e 2017 identificaram picos de temperatura média nos meses de agosto, setembro e outubro, a partir de estimativas de temperatura de superfície terrestre (LST), NDVI e do método de Thornthwaite e Mather (1955) (Gomes *et al.,* 2020), enquanto análises baseadas na percepção dos moradores evidenciam a subjetividade da

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

sensação térmica, reforçando a necessidade de abordagens que integrem aspectos técnicos e sociais (Silva; Souza, 2020).

A ABNT NBR 15220 (2005) estabelece o Zoneamento Bioclimático Brasileiro, dividido em oito zonas climáticas relativamente homogêneas, fundamentado na carta bioclimática de Givoni (1992), e apresenta diretrizes técnico-construtivas e estratégias de condicionamento térmico passivo, embora não defina procedimentos diretos para avaliação do desempenho térmico, a qual deve ser realizada por meio de cálculos, medições *in loco* ou simulações computacionais. A norma contempla a classificação climática de 330 cidades brasileiras (ABNT, 2005) e insere Gurupi na Zona Bioclimática 7, caracterizada por altas temperaturas e baixa umidade, demandando estratégias específicas para garantir o conforto térmico das edificações. Para essa zona, recomenda-se a adoção de ventilação natural eficiente, sombreamento adequado e o uso de vedações externas pesadas em paredes e coberturas, visando à redução dos ganhos térmicos (ABNT, 2005). A ventilação cruzada, obtida pela orientação adequada das aberturas, contribui para a dissipação do calor interno (Oliveira *et al.,* 2016), enquanto o sombreamento por elementos arquitetônicos e vegetação pode reduzir a temperatura interna em até 5 ºC (Andrade; Rosa, 2015). O emprego de materiais com bom desempenho térmico, como tijolos cerâmicos, concreto celular e sistemas isolantes, pode reduzir o consumo energético para resfriamento em até 30% (Gomes *et al.,* 2017), sendo complementado por estratégias como telhados verdes (Silva *et al.,* 2018), uso de cores claras (Costa; Almeida, 2019), orientação solar adequada, zonificação dos ambientes (Gomes *et al.,* 2017), isolantes térmicos (Mendes; Silva, 2016), ventilação eficiente (Oliveira *et al.,* 2018) e controle inteligente dos sistemas de climatização (Alves; Souza, 2019).

A Norma Brasileira de Desempenho ABNT NBR 15575-1, atualizada em 2021 e revisada em 2024, estabelece requisitos mínimos para a qualidade, segurança e conforto das edificações residenciais de até cinco pavimentos, contemplando desempenho térmico, acústico, lumínico e segurança contra incêndio, com níveis mínimo (M), intermediário (I) e superior (S), sendo o atendimento ao nível mínimo obrigatório (ABNT, 2013). O desempenho térmico é avaliado para condições de verão e inverno, exigindo, por exemplo, temperaturas internas no inverno ao menos 3ºC superiores às externas, reconhecendo-se a natureza por vezes conflitante entre critérios como ventilação natural e isolamento acústico (Rodrigues, 2023; Nascimento, 2023; Santos, 2023). O Procedimento 1 – Simplificado, avalia o desempenho térmico por meio da transmitância térmica e da capacidade térmica de paredes e coberturas, conforme as ABNT NBR 15575-4 e 15575-5, considerando condições de ventilação padrão (1 ren/h) ou ventilada (5 ren/h), sombreamento das aberturas e o fator de ventilação (FV) em coberturas, associado à ventilação do ático (ABNT, 2005; ABNT, 2013). A absortância solar das superfícies externas é definida conforme a cor dos elementos construtivos, adotando-se valores de referência de $\alpha = 0,3$ (cores claras), $\alpha = 0,5$ (cores médias) e $\alpha = 0,7$ (cores escuras) quando não especificada em projeto (ABNT, 2013).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Nesse contexto, o Selo Casa Azul, lançado pela Caixa Econômica Federal em 2010, constitui um instrumento voluntário de certificação socioambiental estruturado em seis categorias e quatro níveis de gradação, incentivando práticas construtivas sustentáveis e exigindo, entre outros critérios, o atendimento à ABNT NBR 15575, o planejamento da orientação solar e dos ventos e a adoção de soluções que promovam eficiência energética, iluminação e ventilação natural, podendo gerar pontuação adicional na certificação (CAIXA, 2024; Ugreen, 2023; Pensamento Verde, 2014; Mobuss Construção, 2023).

3. MÉTODOS

A metodologia adotada neste estudo envolveu uma série de etapas. Primeiramente, foi realizada uma revisão abrangente da literatura para identificar e compreender os critérios e parâmetros delineados pelas normas técnicas vigentes, como a ABNT NBR 15575, e os requisitos estabelecidos pelo Selo Casa Azul. Esta revisão focou critérios de desempenho térmico, incluindo absortância, capacidade térmica e transmitância térmica.

Com base em um levantamento preliminar, foram identificadas as residências estudadas, assegurando uma representatividade adequada das condições habitacionais regionais. A seleção considerou a diversidade de tipologias construtivas e a localização geográfica dentro da cidade de Gurupi-TO, além das variações na exposição às condições climáticas locais.

Foi conduzida inspeção detalhada das edificações selecionadas. O procedimento simplificado envolveu a coleta de dados *in situ* sobre a absortância, capacidade térmica e transmitância térmica das estruturas verticais e horizontais, a verificação da conformidade com os requisitos das zonas bioclimáticas locais e a avaliação das condições de ventilação, sombreamento e isolamento térmico. Também foram observadas e registradas práticas construtivas relacionadas à eficiência energética e sustentabilidade.

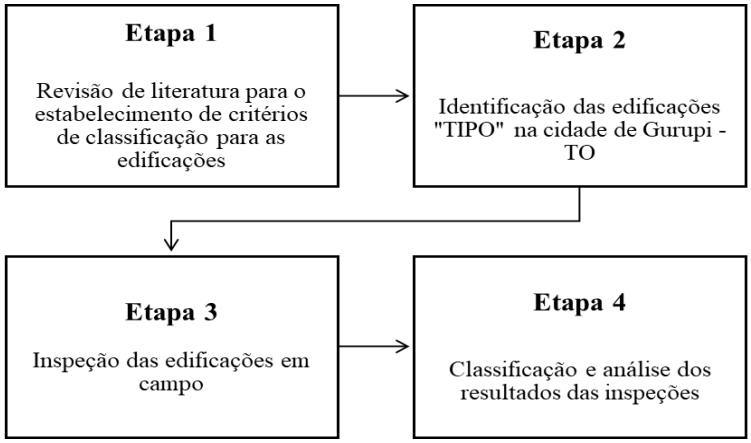
As edificações foram então classificadas com base nos dados coletados e comparadas com os padrões normativos de desempenho térmico. Esta análise incluiu a comparação dos dados coletados durante a inspeção com os padrões normativos, a avaliação do cumprimento dos critérios de qualidade, segurança, conforto, durabilidade e sustentabilidade, a atribuição de níveis de desempenho (mínimo, intermediário, superior) conforme a ABNT NBR 15575 e a verificação da adoção de práticas sustentáveis e eficientes preconizadas pelo Selo Casa Azul.

Esta metodologia visou aferir o desempenho das edificações em conformidade com os parâmetros normativos e critérios de selos de qualidade, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e o bem-estar dos residentes de Gurupi. Na Figura 1, é possível visualizar o fluxo de atividades a serem realizadas na pesquisa.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Figura 1. Fluxograma de atividades da pesquisa



Fonte: Autores

Na ETAPA 1, a revisão bibliográfica elucidou os critérios de desempenho térmico com foco na ABNT NBR 15575 e nos parâmetros do Selo Casa Azul, particularmente em relação à avaliação de paredes e coberturas. Essa análise detalhada destacou a importância de normas específicas para garantir a eficiência térmica e a sustentabilidade das edificações, contribuindo para o conforto e o bem-estar dos ocupantes.

Com o intuito de garantir a representatividade das condições habitacionais locais em Gurupi, múltiplas residências foram selecionadas na ETAPA 2, considerando a diversidade tipológica e geográfica. Na Figura 2, é possível visualizar o mapa da cidade de Gurupi-TO, para uma melhor compreensão da área de inspeção. A inspeção das edificações selecionadas envolveu a coleta de dados *in situ*, através da avaliação simplificada, abrangendo absortância, capacidade térmica e transmitância térmica das estruturas verticais e horizontais. Verificou-se a conformidade com as zonas bioclimáticas locais, avaliando-se condições de ventilação, sombreamento e isolamento térmico, além de práticas construtivas relacionadas à eficiência energética e sustentabilidade.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Figura 1. Vista via Satélite da cidade foco da pesquisa



Fonte: Autores

Os dados coletados foram comparados com os padrões normativos para classificar as edificações. Avaliou-se o cumprimento dos critérios de qualidade, segurança, conforto, durabilidade e sustentabilidade, atribuindo-se níveis de desempenho (mínimo, intermediário, superior) conforme a ABNT NBR 15575 e verificando-se a adoção de práticas sustentáveis e eficientes conforme o Selo Casa Azul. O fluxo de avaliação está contido na Figura 3.

É importante frisar que não foram realizadas avaliações das edificações com simulações como recomendado. A avaliação por simulação se caracteriza por um processo complexo, e que não está contido no escopo deste trabalho, o qual se baseia em uma inspeção simples com critérios normativos e pelo selo Casa Azul.

Para a análise, foi selecionada uma amostra de nove edificações, cada uma com diferentes tipos de pintura e sistemas construtivos, e localizadas em diversas regiões da cidade. Inicialmente, foram avaliadas as paredes externas das edificações. Dentre as amostras, cinco edificações estavam situadas na região norte da cidade, próximas a áreas rurais. As outras quatro edificações, na região oeste, estavam localizadas em áreas mais centrais, próximas a mercados e zonas com intenso movimento de pessoas, oferecendo uma comparação entre áreas urbanas e semiurbanas.

Após a análise das paredes externas, a pesquisa avançou para a avaliação das coberturas das edificações. Em ambas as etapas, foi verificado se as estruturas atendiam aos requisitos mínimos de conforto térmico estabelecidos pelas normativas vigentes. Essa metodologia permitiu uma análise abrangente das variações comportamentais das edificações em

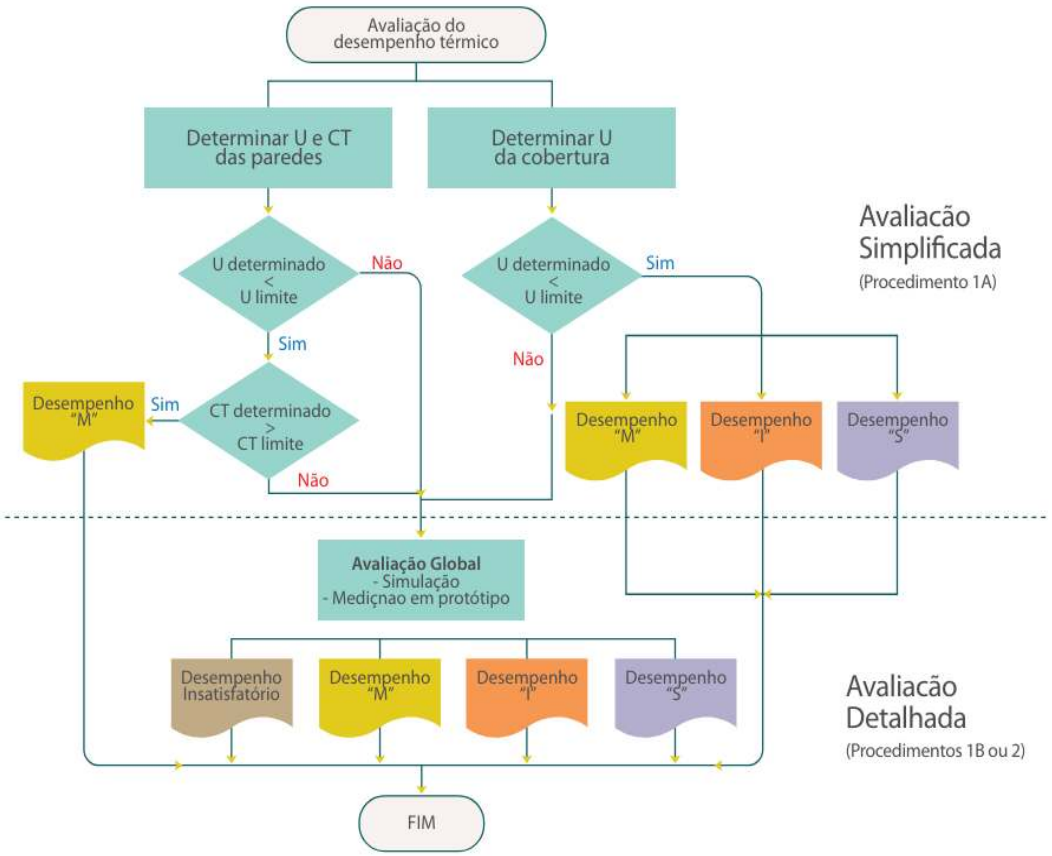
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

função de sua localização e tipo de pintura, contribuindo para uma compreensão mais profunda das influências contextuais no desempenho térmico das construções.

A Figura 4 ilustra a vista superior da localidade onde a pesquisa foi conduzida. Neste primeiro caso, foram analisadas cinco edificações construídas com sistema de parede de concreto e duas com sistema de alvenaria de vedação. Figura 5 retrata exemplo de sistema de parede de concreto na região norte da cidade, na mesma região utiliza-se edificações com sistema de vedação de alvenaria estrutural, neste estudo implica na mesma região dois tipos de sistemas construtivos e o que isso muda em relação ao desempenho térmico se atende a demanda mínima requisitada em norma.

Figura 3. Fluxo de Avaliação da Edificação



ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Figura 4. Vista via Satélite da região de edificações 1



Fonte: Autores

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 2. Edificação com sistema de parede de concreto



Fonte: Autores

Buscou-se determinar se duas regiões de edificações com distintos métodos construtivos podiam satisfazer os parâmetros normativos de conforto térmico. Essas localizações foram escolhidas para garantir uma amostragem abrangente das condições habitacionais em Gurupi-TO, possibilitando uma análise mais completa do desempenho térmico das edificações em diferentes contextos ambientais e urbanísticos. No segundo caso, realizaram-se análises em quatro edificações erguidas com o sistema de alvenaria de vedação.

O estado do Tocantins está inserido nas zonas bioclimáticas de 6 a 8, conforme o Zoneamento Bioclimático Brasileiro definido pela ABNT NBR 15220-3, sendo a cidade de Gurupi classificada na Zona Bioclimática 7 com base na análise de municípios próximos, como Peixe, Paranã, Porto Nacional e Taguatinga (ABNT, 2005). O zoneamento bioclimático fundamenta-se exclusivamente nas características climáticas regionais, independentemente de divisões político-administrativas, e associa estratégias de condicionamento térmico representadas pelas letras CDFHIJK, que indicam, respectivamente, o uso de paredes internas pesadas, permanência na zona de conforto térmico em baixas umidades, desumidificação por ventilação, resfriamento evaporativo, emprego de elevada massa térmica em paredes e coberturas, ventilação cruzada considerando os ventos predominantes e, quando necessário, o uso de resfriamento artificial. No Tocantins, a caracterização climática foi realizada com base no método de Thornthwaite, identificando três grandes regiões climáticas, sendo o clima úmido (B1) predominante em 61% das

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

localidades, seguido do clima úmido (B2), sem ocorrência do clima semiúmido seco (C1), com temperatura média anual de 25,7 °C e amplitude térmica de 3,6 °C, conforme complementado pela classificação proposta por Roldão e Ferreira (2019). Nesse contexto, as paredes externas e coberturas das edificações habitacionais devem atender aos limites máximos admissíveis de transmitância térmica (U) e capacidade térmica (C), apresentados no Quadro 3, de modo a assegurar o conforto térmico e a eficiência energética, em consonância com a zona bioclimática e as normas técnicas vigentes.

A absortância solar superfície externa emerge como uma variável intricada, frequentemente influenciada pela diversidade cromática. Conforme salientado por Dornelles (2008), a vasta gama de tonalidades e texturas disponíveis no mercado exerce um papel preponderante na configuração dos projetos arquitetônicos. O domínio das propriedades térmicas do invólucro edificado, bem como a capacidade dos materiais em absorver a radiação solar, assume uma relevância inestimável. Tais conhecimentos facultam aos arquitetos a especificação precisa de materiais que harmonizem com as exigências do projeto e as peculiaridades climáticas da localidade de inserção da construção. A avaliação de absortância nas superfícies foi realizada com base na classificação proposta por ASTM (2003), ilustrada por Dornelles (2008), conforme a Figura 6.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Figura 6. Absortâncias médias por faixa do espectro (%), medidas em espectrofotômetro e ajustadas ao espectro solar padrão (ASTM G173-2003)

Tipo	Cor	Nome Comercial	UV	VIS	IV	TOT
Metalatex Acrílica Fosca		Amarelo Antigo	95,6	53,5	46,8	51,4
		Amarelo Terra	96,5	68,9	57,2	64,3
		Areia	94,8	44,5	42,8	44,9
		Azul	94,7	87,0	56,4	73,3
		Azul Imperial	93,8	62,7	70,4	66,9
		Branco	94,4	11,6	16,7	15,8
		Branco Gelo	94,5	34,8	37,2	37,2
		Camurça	94,5	59,3	53,3	57,4
		Concreto	95,0	73,4	74,8	74,5
		Flamingo	95,7	54,3	41,5	49,5
		Jade	94,0	49,5	53,5	52,3
		Marfim	93,9	32,8	31,5	33,6
		Palha	94,2	35,0	35,8	36,7
		Pérola	94,5	32,3	30,8	33,0
		Pêssego	94,6	42,5	40,6	42,8
		Tabaco	94,7	79,1	76,2	78,1
		Terracota	95,7	69,9	56,9	64,6
Metalatex Acrílica Semi-brilho		Amarelo Antigo	95,1	52,4	44,2	49,7
		Amarelo Terra	95,6	71,0	64,5	68,6
		Azul	95,0	87,6	70,1	79,9
		Branco Gelo	93,7	31,2	39,1	36,2
		Cinza	94,6	84,5	88,2	86,4
		Cinza BR	93,9	55,2	66,3	61,1
		Crepúsculo	93,6	66,7	63,7	66,0
		Flamingo	94,5	51,9	39,5	47,3
		Marfim	93,9	33,1	31,8	33,9
		Palha	93,4	35,8	41,3	39,6
		Pérola	93,7	31,8	33,4	33,9
		Preto	96,1	96,7	97,6	97,1
		Telha	95,2	78,5	57,9	69,6
		Terracota	95,6	72,6	62,2	68,4
		Verde Quadra	94,0	88,4	59,7	75,5
		Vermelho	93,1	71,1	54,7	64,2
Novacor Látex PVA Fosca		Amarelo Canário	93,7	34,3	20,2	29,3
		Amarelo Terra	95,7	65,7	54,7	61,4
		Areia	93,4	41,5	33,4	39,0
		Azul angra	92,4	33,6	27,8	32,3
		Bianco Sereno	91,8	26,0	24,1	26,6
		Branco	92,0	8,7	9,9	11,1

Tipo	Cor	Nome Comercial	UV	VIS	IV	TOT
Novacor Látex PVA Fosca		Branco Gelo	92,3	32,4	33,1	34,0
		Erva doce	92,0	23,6	16,3	21,9
		Flamingo	94,6	52,8	37,4	46,8
		Laranja	94,7	48,6	27,0	39,9
		Marfim	93,4	30,4	25,6	29,7
		Palha	93,6	30,9	22,5	28,5
		Pérola	93,0	24,9	23,2	25,7
		Pêssego	94,2	42,2	33,6	39,5
Suvinil Acrílica Fosca		Alecrim	95,2	63,3	63,3	64,0
		Azul bali	95,3	59,8	34,0	48,9
		Branco Neve	91,7	7,6	9,0	10,2
		Branco Gelo	91,4	26,8	30,0	29,7
		Camurça	94,6	56,3	53,2	55,8
		Concreto	94,1	70,9	70,9	71,5
		Marfim	91,5	27,4	22,5	26,7
		Marrocos	95,5	60,7	45,7	54,7
		Mel	95,6	46,4	33,8	41,8
		Palha	92,5	26,6	24,6	27,2
		Pérola	91,3	22,6	18,1	22,1
		Pêssego	93,4	37,1	29,7	35,0
		Telha	95,8	76,7	62,7	70,8
		Vanila	92,1	27,3	16,7	23,9
Suvinil Látex PVA Fosca		Amarelo Canário	92,8	30,5	15,6	25,2
		Areia	91,1	37,8	30,4	35,7
		Azul Profundo	95,7	83,2	66,7	76,0
		Branco Neve	92,3	11,8	17,5	16,2
		Branco Gelo	91,5	26,8	26,3	28,1
		Camurça	93,6	55,9	47,9	53,2
		Cerâmica	96,4	73,4	54,4	65,3
		Concreto	95,3	71,1	71,0	71,6
		Flamingo	93,8	50,8	34,6	44,4
		Marfim	92,9	26,0	19,2	24,5
		Palha	90,8	26,8	22,7	26,4
		Pérola	91,9	23,6	18,6	22,9
		Pêssego	92,0	33,9	22,0	29,8
		Preto	97,1	97,1	97,7	97,4
		Vanila	92,5	30,8	20,9	27,7
		Verde Musgo	96,4	83,0	75,4	79,8
		Vermelho Cardinal	96,2	72,4	51,2	63,3

Fonte: Autores

4. RESULTADOS

O Quadro 1, a seguir, apresenta os casos gerais de transmitância térmica e capacidade térmica para paredes em duas regiões da cidade de Gurupi-TO. Na região norte foram analisadas amostras de 5 residências, das quais três possuem paredes de concreto e duas utilizam sistemas de vedação em alvenaria. As demais paredes foram analisadas de edificações na região oeste.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Quadro 1. Transmitância térmica (U) e capacidade térmica (CT) para paredes

ED.	ESPECIFICAÇÃO DAS PAREDES EXTERNAS ENCONTRADAS	*U [W/(M².K)]*	*CT [KJ/(M².K)]*	*A*
A	Parede de concreto maciço Espessura total da parede: 10,0 cm	4,4	120	0,37
B	Parede de concreto maciço Espessura total da parede: 10,0 cm	4,4	120	0,61
C	Parede de concreto maciço Espessura total da parede: 10,0 cm	4,4	120	0,71
D	Parede de tijolos / blocos cerâmicos de 8 furos, assentados na menor dimensão Dimens. tijolo: 9,0x19,0x19,0 cm Espessura arg. de assent.: 1,0 cm Espessura arg. de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 14,0 cm	3,66	160	0,61
E	Parede de tijolos / blocos cerâmicos de 8 furos, assentados na menor dimensão Dimens. tijolo: 9,0x19,0x19,0 cm Espessura arg. de assent.: 1,0 cm Espessura arg. de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 14,0 cm	3,66	160	0,61
F	Parede de tijolos maciços aparentes Dimens. tijolo: 10,0x6,0x22,0 cm Espessura arg. de assent.: 1,0 cm Espessura total da parede: 10,0 cm	3,13	255	0,40
G	Parede de tijolos maciços aparentes Dimens. tijolo: 10,0x6,0x22,0 cm Espessura arg. de assent.: 1,0 cm Espessura total da parede: 10,0 cm	3,13	255	0,40
H	Parede de tijolos maciços aparentes Dimens. tijolo: 10,0x6,0x22,0 cm Espessura arg. de assent.: 1,0 cm Espessura total da parede: 10,0 cm	3,13	255	0,40
I	Parede de tijolos maciços aparentes Dimens. tijolo: 10,0x6,0x22,0 cm Espessura arg. de assent.: 1,0 cm Espessura total da parede: 10,0 cm	3,13	255	0,40

Fonte: Autores

A análise dos dados apresentados na tabela permitiu visualizar as condições de desempenho térmico em duas regiões da cidade. Na região norte, o sistema de paredes de concreto nos casos A, B e C não atende aos requisitos estabelecidos pela norma em termos de capacidade térmica, portanto como não atendeu método simplificado, um estudo mais complexo por avaliação computacional é essencial para este caso. Os dados indicam que a capacidade térmica dessas paredes de concreto é inferior ao valor mínimo estipulado pela norma, que exige uma capacidade térmica superior a 130 para a zona bioclimática 7.

Além disso, a transmitância térmica em relação à absortância dessas paredes está acima dos limites normativos, resultando em uma provável percepção de desconforto térmico, com exceção da parede da edificação A. O ponto de mudança foi devido à coloração de pintura desta parede, que gerou uma absortância diferente, menor que 0,6. Isto faz com que os critérios de U para esta parede sejam modificados, aprovando-a nos critérios normativos. A edificação D também apresentou critério positivo, em relação à capacidade térmica, porém, observa-se que para a absortância devida, também não apresentou boa transmitância em relação à norma.

No Quadro 2 estão dispostas as avaliações de conformidade ou não das edificações, com base nos critérios normativos.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Quadro 2. Conformidade das paredes das edificações conforme os critérios normativos

EDIFICAÇÃO	CT > 130	Absortância <0,6 / U<3,7	Absortância >0,6 / U<2,5
	Atendimento aos critérios normativos		
A	Não Conformidade	Conformidade	-
B	Não Conformidade	-	Não Conformidade
C	Não Conformidade	-	Não Conformidade
D	Conformidade	-	Não Conformidade
E	Conformidade	-	Não Conformidade
F	Conformidade	Conformidade	-
G	Conformidade	Conformidade	-
H	Conformidade	Conformidade	-
I	Conformidade	Conformidade	-

Fonte: Autores

Com base nas duas tabelas fornecidas, é possível realizar uma análise detalhada sobre os resultados obtidos em termos de transmitância térmica (U), capacidade térmica (CT) e absortância (A) para diferentes tipos de paredes externas, e como essas características influenciam a conformidade com os critérios normativos.

No critério CT > 130, as paredes A, B e C não atendem, pois sua capacidade térmica é de apenas 120 KJ/(m²·K). Todas as outras paredes (D, E, F, G, H e I) atendem a este critério com valores de CT acima de 130 KJ/(m²·K). No critério de absortância < 0,6 e U < 3,7, apenas a parede F atende a ambos os critérios. As paredes D e G atendem ao critério de absortância, mas não ao de transmitância térmica. As paredes A, B e C atendem ao critério de absortância, mas não ao de transmitância térmica. No critério de absortância > 0,6 e U < 2,5, nenhuma parede atende a este critério.

A partir da análise dos resultados, observa-se que as paredes de concreto maciço, apesar de terem uma boa absortância, falham em atender aos critérios normativos de capacidade térmica e transmitância térmica. Isso indica que, apesar de absorverem bem o calor, não conseguem reter e distribuir a energia de forma eficiente.

Por outro lado, as paredes de tijolos cerâmicos, especialmente aquelas com maiores espessuras e capacidade térmica, atendem melhor aos critérios normativos.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Isso sugere que esses materiais são mais adequados para manter a eficiência térmica em edificações, proporcionando melhor conforto térmico. Em conclusão, para cumprir com os critérios normativos de eficiência térmica e absortância, as paredes construídas com tijolos cerâmicos são mais eficazes do que as paredes de concreto maciço. Assim, para projetos que visam alta eficiência energética e conforto térmico, a escolha por paredes de tijolos cerâmicos seria mais vantajosa.

No Quadro 3 estão dispostos os resultados obtidos na avaliação das coberturas das edificações analisadas.

Quadro 3. Transmitância térmica e capacidade térmica para coberturas

Ed.	Especificação	U [W/m2]	CT [kJ/(m².a)]	α	Critério de α	Critério de U	FV	Conformidade
A	Telha fibrocimento	2,06	107	0,36	≤ 0,4	≤ 2,62	113,887	Conformidade
B	Telha fibrocimento	2,06	107	0,36	≤ 0,4	≤ 2,62	113,887	Conformidade
C	Telha fibrocimento	2,06	107	0,36	≤ 0,4	≤ 2,62	113,887	Conformidade
D	Telha fibrocimento	2,06	107	0,36	≤ 0,4	≤ 2,62	113,887	Conformidade
E	Telha fibrocimento	1,95	32	0,36	≤ 0,4	≤ 2,62	113,887	Conformidade
F	Telha cerâmica	1,94	32	0,86	> 0,4	> 1,71	113,887	Não Conformidade
G	Telha cerâmica	1,94	32	0,86	> 0,4	> 1,71	113,887	Não Conformidade
H	Telha cerâmica	1,94	32	0,86	> 0,4	> 1,71	113,887	Não Conformidade
I	Telha cerâmica	1,94	32	0,86	> 0,4	> 1,71	113,887	Não Conformidade

Para transmitância e capacidade térmica para coberturas em geral precisa considerar FV (Fator de ventilação), já que todas as coberturas avaliadas a altura h obtida foi em torno de 30 centímetros.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

As coberturas das edificações foram analisadas com base nos critérios de absortância (α\alphaα) e coeficiente de transmitância térmica (U), em conformidade com os requisitos estabelecidos para a zona bioclimática 7. As edificações A, B, C, D e E estão localizadas na região norte da cidade, enquanto as edificações F, G, H e I estão situadas na região oeste.

Para as edificações A, B, C, D e E, que utilizam telhas de fibrocimento, os valores de absortância (α\alphaα) são inferiores a 0,4 e os coeficientes de transmitância térmica (U) estão dentro dos limites normativos, resultando em conformidade para todas essas coberturas. Isso indica que as telhas de fibrocimento na região norte da cidade atendem adequadamente aos requisitos de desempenho térmico, proporcionando conforto e eficiência energética aos usuários.

Por outro lado, as edificações F, G, H e I, que utilizam telhas de cerâmica, apresentam valores de absortância (α\alphaα) superiores a 0,4 e coeficientes de transmitância térmica (U) que excedem os limites aceitáveis para a zona bioclimática 7. Isso resulta em não conformidade para essas coberturas. A alta absortância das telhas de cerâmica na região oeste contribui para uma maior captação de calor, o que pode levar a desconforto térmico e maior consumo de energia para refrigeração interna das edificações.

A diferença no desempenho das coberturas entre as regiões norte e oeste de Gurupi destaca a importância da escolha de materiais apropriados para coberturas, levando em consideração as características climáticas locais e os requisitos normativos para assegurar o conforto térmico e a eficiência energética das edificações.

Para a análise de resultados comparativos em relação aos requisitos para a obtenção do selo Casa Azul, os resultados foram organizados e resumidos no Quadro 4, proporcionando uma melhor visualização.

Quadro 4. Resumo dos resultados obtidos para comparação com o Selo Casa Azul

Região	Elemento	Material	Conformidade com Selo Casa Azul	Pontuação	Observações
Norte (A, B, C, D, E)	Coberturas	Telhas de fibrocimento	Sim	4	Baixa absortância (α<0,4) e bom desempenho térmico
Norte (A, B, C)	Paredes	Concreto	Não	1	Baixa capacidade térmica e alta absortância
Norte (D, E)	Paredes	Alvenaria	Parcialmente	4	Desempenho superior em termos de isolamento térmico
Oeste (F, G, H, I)	Coberturas	Telhas de cerâmica	Não	2	Alta absortância (α>0,4) e altos coeficientes de transmitância térmica
Oeste (F, G, H, I)	Paredes	Concreto/Alvenaria	Sim	2	Atendem aos critérios mínimos, mas insuficientes para pontuação elevada

As telhas de fibrocimento apresentaram boa conformidade com os critérios de isolamento térmico, atendendo aos requisitos do Selo Casa Azul. A baixa absortância (α<0,4) dessas telhas

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

contribui para um menor ganho de calor, melhorando o conforto térmico e a eficiência energética. Por outro lado, as telhas de cerâmica nas coberturas das edificações na região oeste (F, G, H, I) não atenderam aos critérios de isolamento térmico do Selo Casa Azul devido à alta absortância ($\alpha>0,4$) e elevados coeficientes de transmitância térmica (U). Isso resulta em maior ganho de calor, comprometendo o conforto térmico e aumentando a necessidade de climatização artificial.

Nas paredes, a região norte (A, B, C) mostrou não conformidade em vários critérios, especialmente em termos de capacidade térmica (CT) e absortância, indicando a necessidade de melhorias nos materiais e técnicas construtivas para atender aos requisitos do Selo Casa Azul. Já na região oeste (F, G, H, I), todas as paredes estão em conformidade com os critérios de desempenho térmico, sugerindo que essas edificações estão melhor alinhadas aos padrões de sustentabilidade do Selo Casa Azul.

A análise comparativa entre coberturas e paredes, considerando os critérios do Selo Casa Azul, revela que na região norte (A, B, C, D, E), todas as coberturas estão em conformidade, utilizando telhas de fibrocimento que atendem aos requisitos de desempenho térmico. Contudo, a maioria das paredes não está em conformidade, exceto as edificações D e E, que atendem parcialmente aos critérios, indicando a necessidade de melhorias para atender aos padrões de sustentabilidade do Selo Casa Azul. Na região oeste (F, G, H, I), todas as coberturas não estão conformes, utilizando telhas de cerâmica que não atendem aos requisitos de desempenho térmico, comprometendo o alinhamento com os critérios do Selo Casa Azul. No entanto, todas as paredes estão em conformidade, indicando um bom desempenho térmico e alinhamento com os padrões de sustentabilidade do Selo Casa Azul.

Esses resultados destacam a importância de escolher materiais adequados para cada elemento construtivo, considerando a localização e os requisitos normativos para assegurar o conforto térmico e a eficiência energética das edificações em Gurupi, TO. A adoção de materiais e técnicas construtivas que atendam aos critérios do Selo Casa Azul pode contribuir significativamente para a sustentabilidade e o conforto das edificações.

Atendendo aos critérios do Selo Casa Azul, a pontuação varia de 0 a 4, conforme o desempenho térmico: Desempenho térmico mínimo – 1 ponto; Desempenho térmico intermediário em pelo menos 30% dos ambientes de permanência prolongada – 2 pontos; Desempenho térmico intermediário em pelo menos 60% dos ambientes de permanência prolongada – 3 pontos; Desempenho térmico superior em pelo menos 30% dos ambientes de permanência prolongada – 4 pontos. Na região norte, as edificações com sistema de paredes de concreto obtiveram pontuações baixas, atendendo apenas o mínimo exigido para coberturas e não satisfazendo os requisitos de conforto térmico para paredes, resultando em apenas 1 ponto para os casos A, B e C. Por outro lado, as edificações com sistema de alvenaria de vedação nessa mesma região

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

apresentaram desempenho superior, atendendo ao nível mínimo para paredes e ao nível intermediário para coberturas, alcançando 4 pontos para os casos D e E.

Na região oeste, todas as edificações F, G, H e I atenderam ao nível mínimo tanto para paredes de concreto quanto para coberturas. No entanto, em termos de desempenho, essas edificações mostraram-se insuficientes para alcançar uma pontuação elevada no Selo Casa Azul, resultando em apenas 2 pontos. Isso destaca a necessidade de melhorias nas características térmicas das edificações para alcançar níveis mais elevados de desempenho e conforto térmico, conforme os padrões estabelecidos.

Como análise complementar, destaca-se o potencial de soluções passivas adicionais para a mitigação dos efeitos térmicos observados nas edificações avaliadas, em especial a adoção de telhados verdes e estratégias de ventilação cruzada. Os telhados verdes atuam na redução dos ganhos térmicos por meio do aumento da inércia térmica, do sombreamento da cobertura e dos processos de evapotranspiração, contribuindo para a diminuição das temperaturas internas e para a melhoria do microclima urbano, sobretudo em regiões de clima quente como Gurupi-TO. A ventilação cruzada, por sua vez, quando adequadamente considerada na orientação das edificações e no dimensionamento das aberturas, favorece a renovação do ar interno e a dissipação do calor acumulado, reduzindo a dependência de sistemas artificiais de climatização. Embora tais estratégias não tenham sido aplicadas de forma empírica no presente estudo, sua integração a análises futuras, associada a simulações computacionais e medições *in loco*, pode ampliar a compreensão do desempenho térmico das edificações e subsidiar recomendações projetuais mais robustas e alinhadas às diretrizes da ABNT NBR 15220, da ABNT NBR 15575 e dos critérios do Selo Casa Azul.

5. CONSIDERAÇÕES

Este estudo analisou a conformidade das edificações em Gurupi, Tocantins, com a Norma de Desempenho ABNT NBR 15575 e os critérios do Selo Casa Azul, ressaltando a relevância do conforto térmico em face das mudanças climáticas. As edificações com sistema de parede de concreto não atenderam aos requisitos mínimos estabelecidos pela norma, evidenciando uma transmitância térmica superior ao limite permitido e uma capacidade térmica inferior ao exigido. Para esses casos, recomendou-se a realização de simulações computacionais detalhadas para uma avaliação criteriosa.

Em contraste, as edificações construídas com sistema de alvenaria de vedação cumpriram os requisitos normativos, apresentando uma transmitância térmica inferior a 3,7 e uma capacidade térmica superior a 130, demonstrando plena conformidade tanto em áreas rurais quanto urbanas. As coberturas das edificações com paredes de concreto atenderam ao nível

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

mínimo exigido pela norma, enquanto as coberturas das edificações de alvenaria de vedação atingiram o nível intermediário, indicando um desempenho térmico satisfatório.

A conformidade com a NBR 15575 mostrou-se essencial para garantir a qualidade, segurança e conforto das construções, enquanto o Selo Casa Azul promoveu práticas sustentáveis que melhoraram significativamente o conforto térmico e a eficiência energética das edificações. Recomendou-se a realização de simulações computacionais detalhadas para edificações que não estavam em conformidade, a adaptação de materiais e técnicas para aumentar a capacidade térmica e reduzir a transmitância térmica, além de fomentar as práticas sustentáveis promovidas pelo Selo Casa Azul.

Este estudo contribuiu para o aprimoramento do desempenho térmico das edificações em Gurupi, promovendo ambientes habitacionais mais confortáveis, eficientes e sustentáveis, e evidenciou a necessidade de adaptações normativas e práticas construtivas adequadas às especificidades climáticas regionais. Sugere-se para estudos futuros que uma análise seja feita em termos de simulações energéticas, sobretudo nos casos em que a análise simplificada não se mostre capaz de avaliar os resultados propostos.

REFERÊNCIAS

AKBARI, H.; MENON, S.; ROSENFELD, A. Global cooling: increasing world-wide urban albedos to offset CO2. **Climatic Change**, v. 94, p. 275-286, 2009.

ALVES, L.; SOUZA, D. Controle inteligente de sistemas de aquecimento e resfriamento em edifícios. **Journal of Sustainable Architecture**, 2019.

ANDRADE, R.; ROSA, L. Estudo sobre o impacto da vegetação em fachadas para o conforto térmico. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA de NORMAS TÉCNICAS. **Desempenho térmico de edificações Parte 3**: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA de NORMAS TÉCNICAS. **Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1**: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA de NORMAS TÉCNICAS. **Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1:** Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA de NORMAS TÉCNICAS. **Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1**: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA de NORMAS TÉCNICAS. **Edificações habitacionais — Desempenho Parte 5**: Requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA de NORMAS TÉCNICAS. **Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4**: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BRITO, Daniel; OMENA, Thiago; OLIVEIRA, Mariela. **Análise de desempenho térmico de paredes em concreto armado em uma habitação social em Palmas -TO**. [*S. l.: s. n.*], 2022.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. **Guia Selo casa azul**. Brasília: Caixa Econômica Federal, 2024.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. **Selo casa azul**: Boas práticas para habitação mais sustentável. Brasília: Caixa Econômica Federal, 2010.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO**. Desempenho de edificações habitacionais**: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. Fortaleza: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2013.

CAMARGOS, Carolina. **Estado da Arte da discussão sobre a Norma de Zoneamento Bioclimático Brasileiro.** [*S. l.: s. n.*], 2013.

CÂNDIDO, C. D.; DORNELLES, K. A.; LUKIANTCHUKI, M. A. Impacto da absortância no conforto térmico em três zonas bioclimáticas. **PARC Pesq. em Arquit. e Constr**., Campinas, SP, v. 14, p. e023003, 2023.

COELHO, Thamys; GOMES, Carlos; DORNELLES, Kelen. **Desempenho térmico e absortância solar de telhas de fibrocimento sem amianto submetidas a diferentes processos de envelhecimento natural**. [*S. l.: s. n.*], 2016.

COSTA, F.; ALMEIDA, P. Cores claras e sua influência no desempenho térmico das edificações. **Journal of Environmental Engineering**, 2019.

DORNELLES, Kelen. **Absortância solar de superfícies opacas**: métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílico e PVA. [*S. l.: s. n.*], 2008.

GOMES, M.; SILVA, J.; PEREIRA, T. Isolamento térmico em edificações residenciais: uma análise comparativa de materiais. **Revista de Construção Civil**, 2017.

LEVINSON, R.; AKBARI, H.; BERDAHL, P. Measuring solar reflectance—Part I: Defining a metric that accurately predicts solar heat gain. **Solar Energy Materials and Solar Cells**, v. 95, n. 9, p. 2314-2323, 2010.

MACHADO, Fernando. **A eficiência de técnicas sustentáveis na construção civil medida através do conforto térmico**: estudo em escola no munícipio de Feliz. [*S. l.: s. n.*], 2010.

MAGNANI, Juliana. **Análise comparativa do selo casa azul com o sistema de certificação leed for homes**. [*S. l.: s. n.*], 2011.

MENDES, F.; SILVA, P. Eficiência do isolamento térmico em edificações residenciais. **Revista Brasileira de Engenharia**, 2016.

OLIVEIRA, A.; SOUZA, V.; MARTINS, R. Ventilação natural e conforto térmico em zonas quentes. **Journal of Building Performance**, 2016.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

PÉREZ-LOMBARD, L.; ORTIZ, J.; POUT, C. A review on buildings energy consumption information. **Energy and Buildings**, v. 40, n. 3, p. 394-398, 2008.

REIS, Matheus. **Estratégias de adaptação para conforto térmico em ambiente escolar**: Um estudo em escolas públicas de Porto Nacional – TO. [*S. l.: s. n.*], 2022.

ROQUE, E.; SANTOS, P. The Effectiveness of Thermal Insulation in Lightweight Steel-Framed Walls with Respect to Its Position. **Buildings,** v. 7, n. 1, p. 13, 2017.

SILVA, A. S.; OLIVEIRA, M. C. A. **Conforto térmico sustentável para edificações em palmas**: Estratégias recomendadas e análise de edificações. [*S. l.: s. n.*], 2017.

SILVA, A.; MELO, F.; CARVALHO, D. Telhados verdes como solução para o conforto térmico urbano. **Urban Sustainability Journal**, 2018.

SILVA, Liliane; MAIA, Cassandra. **Estrátegicas Bioclimáticas para cidade de Palmas-TO**. [*S. l.: s. n.*], 2021.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.