

DESEMPENHO TÉRMICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE HABITAÇÃO CONVENCIONAL E DE TAIPA DE MÃO

Raphael Pinto Brandão¹; Carol Cardoso Moura Cordeiro²; Stefany Hoffmann Martins Jorge³; Emeli Lalesca Aparecida da Guarda⁴; Luciane Cleonice Durante⁵; Ivan Júlio Apolônio Callejas⁶

Curso de Arquitetura e Urbanismo, UFMT, Cuiabá, MT, Brasil, ¹raphaelpbrandao@hotmail.com; ³stefanyhoffmann@hotmail.com

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil, ²carolcardoso.eng@gmail.com; ⁴emeliguarda@gmail.com; ⁵luciane.durante@hotmail.com; ⁶ivancallejas1973@gmail.com

Palavras-chave: tipologia construtiva, identidade cultural, habitação de interesse social, habitação quilombola, zona bioclimática 7.

Resumo

Os programas habitacionais no Brasil têm disseminado habitações de forma padronizada em toda extensão territorial, sem levar em consideração o clima e as peculiaridades culturais de cada região. O estado de Mato Grosso compreende três biomas: Cerrado, Pantanal e Amazônia Legal. Sendo estes distintos em suas características, o que justifica diversas formas de morar e de se relacionar com as moradias, observadas, principalmente, nas habitações vernáculas. Diante desse contexto, tem-se por objetivo analisar os pré-requisitos de conforto térmico e eficiência energética de uma habitação de interesse social (HIS) de construção convencional, construída pelo Programa Minha Casa Minha Vida, e de uma habitação vernácula tradicional construída em taipa de mão em uma comunidade remanescente de quilombo situada na zona bioclimática 7, a fim de se obter resultados plausíveis de comparação das propriedades termofísicas das edificações. Para tanto, a metodologia consistiu de, primeiramente, um levantamento dos materiais e sistemas construtivos das habitações em questão, e da análise suas propriedades frente aos pré-requisitos da norma brasileira NBR 15575 e do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais. Em seguida, foram comparadas as propriedades termo físicas das envoltórias destas habitações. Constatou-se que a habitação vernácula apresenta melhor desempenho termoenergético, atingindo classificação “A” de eficiência para desempenho termoenergético da envoltória para o verão, enquanto que a HIS obteve a classificação “C”. Isto se deve ao fato de a habitação remanescente de quilombo apresentar características adequadas à zona bioclimática em que se insere. Assim, o presente trabalho possibilita o embasamento de um viés crítico acerca do atual modelo de HIS replicado ao longo do território nacional, demonstrando, por intermédio do resgate de técnicas consideradas remotas pelo imaginário popular, a possibilidade de adequação das habitações, contribuindo para com a sustentabilidade da indústria da construção civil, e promovendo moradias mais resilientes e menos impactantes ambientalmente.

1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, as diferentes formas de morar e construir têm considerado os diferentes climas de suas implantações. Todavia, mesmo o Brasil apresentando, segundo a classificação Köppen-Geiger (Álvares et al., 2014), 12 tipos de climas, os programas habitacionais replicam tipos habitacionais padronizados ao longo da vasta extensão territorial, o que, por sua vez, prejudica o desempenho termoenergético dos edifícios, considerando que a mesma envoltória não se adequa às diferentes regiões e climas.

Tem-se discutido, na contemporaneidade, acerca dos edifícios sustentáveis, os quais visam atender requisitos de sustentabilidade, dotados geralmente do uso de iluminação natural, uso racional de sistemas de refrigeração e aquecimento, aproveitamento de águas pluviais, produção autônoma de energia, reciclagem de resíduos (Guarda et al., 2018) e outros sistemas passíveis de garantir a autonomia da edificação em detrimento do impacto ambiental causado.

No Brasil, assim como em outros países subdesenvolvidos, o custo de implementação destes tipos de tecnologia é elevado, devido aos custos de importação dos materiais e equipamentos. Todavia, esquece-se que tais tecnologias replicam conceitos e técnicas que eram praticadas desde séculos passados.

Weimer (2005) descreve que em comunidades tradicionais, a arquitetura é, geralmente, marcada pela permanência, ao invés de sua transitoriedade. O que reflete que a arquitetura vernácula é resultado de séculos de adaptação ao meio, sendo as técnicas compartilhadas de geração para geração e aperfeiçoadas ao longo do tempo.

Ainda sob a ótica do conforto ambiental, a problemática se intensifica quando é considerado o recorte geográfico do estado de Mato Grosso, Brasil. Considerando o rigor climático que este compreende, havendo elevadas temperaturas e variações higrométricas ao longo de todo o ano, pode-se minimizar o consumo de energia elétrica para manutenção da moradia por meio da implementação de estratégias de adequação ao clima.

A arquitetura bioclimática ganhou destaque dentro do conceito de sustentabilidade devido à sua estreita relação entre o conforto ambiental e o consumo energético. Esta arquitetura é descrita por Corbella e Yannas (2003, p.17) como:

A arquitetura sustentável é a continuidade mais natural da Bioclimática, considerando também a integração do edifício à totalidade do meio ambiente, de forma a torná-lo parte de um conjunto maior. É a arquitetura que quer criar prédios objetivando o aumento da qualidade de vida do ser humano no ambiente construído e no seu entorno, integrando as características da vida e do clima locais, consumindo a menor quantidade de energia compatível com o conforto ambiental, para legar um mundo menos poluído para as próximas gerações.

As normas brasileiras regulamentadoras, como a NBR 15220 (2005) e NBR 15575 (2013), visam à adequação climática de habitações unifamiliares ao conforto ambiental e desempenho térmico no Brasil. Enquanto a eficiência energética é prescrita pelo Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais¹ (Inmetro, 2012). As normativas citadas apresentam estratégias para adequação de edifícios às oito diferentes zonas bioclimáticas (ZB) que compreendem o território nacional.

Portanto, o presente artigo tem por objetivo analisar comparativamente dois tipos de habitação, sendo uma convencional, constituída de tijolos e telhas cerâmicas e outra em taipa de mão (HTM), feita com tramas de madeira preenchidas de barro, situada em uma comunidade remanescente de quilombo², considerando as propriedades termofísicas das envoltórias, as áreas mínimas de iluminação e ventilação natural, e a orientação de implantação mais desfavorável.

2. MÉTODOS E OBJETOS DE ESTUDO

2.1 Caracterização do clima local

A zona de estudo analisada localiza-se no centro-oeste brasileiro, estado de Mato Grosso, e situa-se entre a área do município de Cuiabá (capital do Estado) e do município de Barra do Bugres. Segundo Peel, Finlayson e McMahon (2007), tal região é classificada pelo clima tropical de savana (Aw). Este clima tem como principais características duas estações bem definidas de altas temperaturas durante o ano todo, que se diferem quanto à precipitação, sendo uma seca e outra chuvosa (figura 1).

¹ Identificada pela sigla RTQ-R

² A denominação “quilombolas” designa grupos sociais afros-descendentes trazidos para o Brasil durante o período colonial, que resistiram ou, manifestamente, se rebelaram contra o sistema colonial e contra sua condição de cativo, formando territórios independentes onde a liberdade e o trabalho comum passaram a constituir símbolos de diferenciação do regime de trabalho adotado pela metrópole.

De acordo com NBR 15220 (2005), o Brasil possui oito ZB, ou seja, zonas relativamente homogêneas quanto ao clima. Cada uma delas determina um conjunto de recomendações construtivas e diretrizes de estratégias passivas aliadas às necessidades do clima local, a fim de obter conforto aos usuários das edificações. A estudada no presente artigo situa-se na zona bioclimática 7 (figura 2). Esta zona requer vedações externas pesadas, e aberturas pequenas e sombreadas.

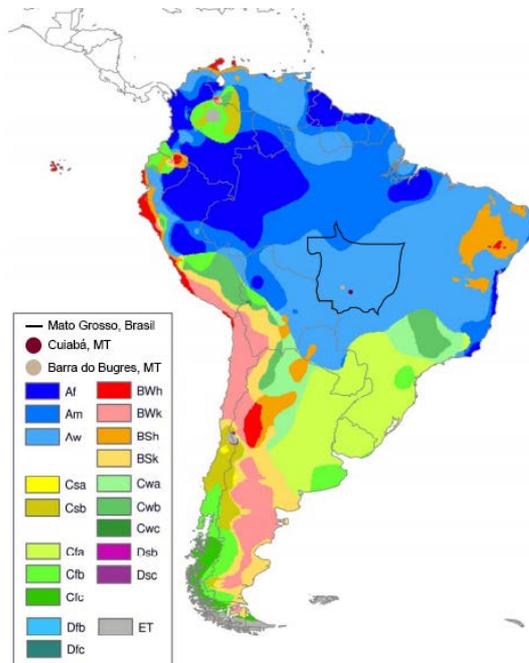


Figura 1. Classificação climática da América do Sul (adaptado de Peel; Finlayson; McMahon, 2007)

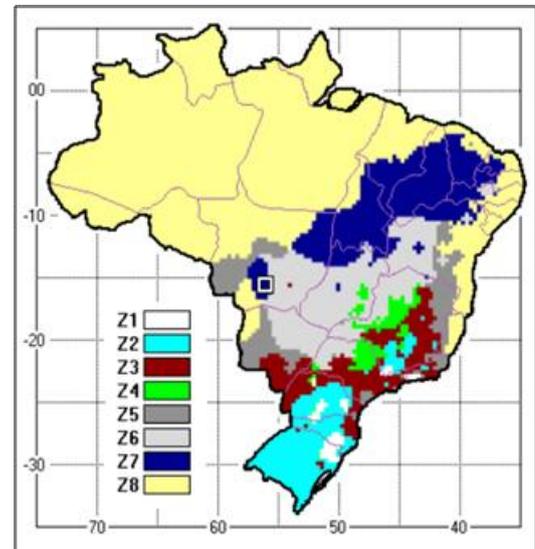


Figura 2. Zoneamento bioclimático brasileiro (NBR 15220, ABNT, 2005)

2.2 Caracterização do objeto de estudo

Os objetos de estudo, denominadas HIS (figura 3) e HTM (figura 4), são duas habitações populares unifamiliares implantadas de maneira isolada no lote com área aproximada de 39,57m² e 40,0m² respectivamente.

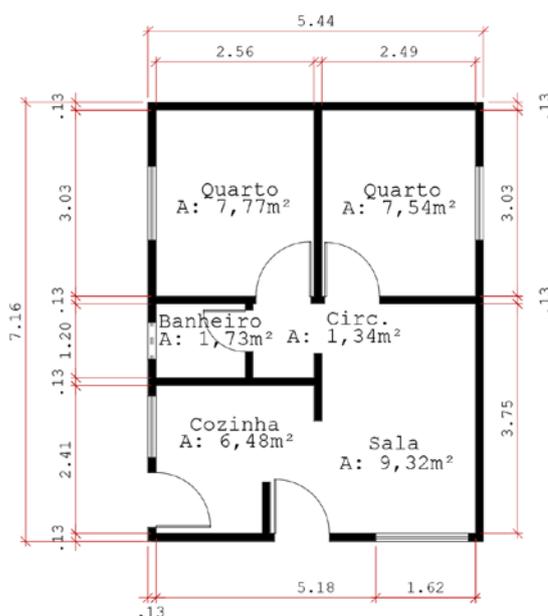


Figura 3. Planta baixa HIS (PMCMV, adaptada por Guarda et al., 2018)

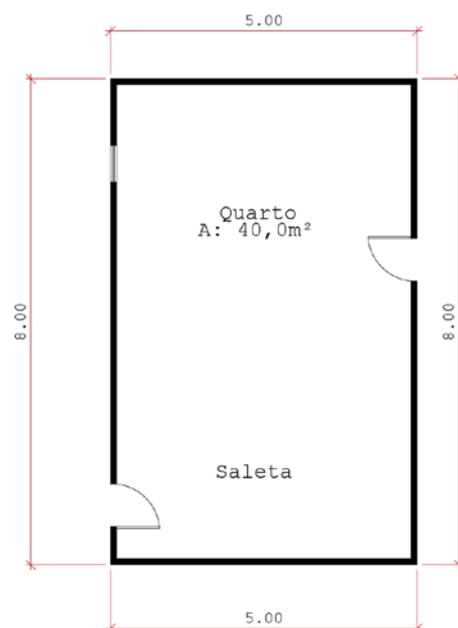


Figura 4. Planta baixa HTM (Fonte: autores)

Os materiais de construção utilizados em ambas foram identificados, e os valores de suas propriedades termofísicas estabelecidos em conformidade com a NBR 15220-2 (2005) e o catálogo de propriedades térmicas de paredes e coberturas (Labeee, 2010) (tabela 1).

Tabela 1. Propriedades termofísicas das paredes e coberturas

Tipo	Envoltória	RTCA ($m^2 \times K/W$)	U ($W/m^2 \times K$)	CT ($J/m^2 \times K$)	Características da envoltória
HIS	Parede		2,55	122,70	Tinta (cor clara) ($\alpha = 0,3$)
	Cobertura	0,21	1,75	21,00	Telha cerâmica ($\alpha = 0,8$)
HTM	Parede		1,80	285,60	Terra argilosa seca ($\alpha = 0,8$)
	Cobertura		0,36	138,00	Palha ($\alpha = 0,87$)

RTCA – Resistência térmica da câmara de ar; U – Transmitância térmica;

CT – Capacidade térmica; α - Absortância

a) HIS

As unidades do programa habitacional implementado em 2009 no Brasil apresentam fechamento vertical em bloco cerâmico de oito furos (19x19x9cm) e revestimentos interno e externo em argamassa pintada na cor clara. Já o sistema de vedação horizontal é compreendido por forro de policloreto de vinila (PVC) com espessura de 1 cm, câmara de ar, e telha cerâmica convencional suportada por estrutura de madeira (Rios, 2015).

As aberturas são do tipo veneziana e vidro, de correr, com quatro folhas, no caso dos quartos e sala. Na cozinha, são do tipo basculante com vidro, em folha única. Considerando o RTQ-R (2012), os valores adotados para os fatores de ventilação (F_{vent}) e iluminação (F_{ilum}) das janelas de correr foram 40% e 70%, enquanto os da janela basculante foram de 70% e 65%, respectivamente (tabela 2).

b) HTM

A habitação vernácula possui fechamento vertical em taipa de mão, com as paredes estruturadas em madeira, utilizando-se ripas de ipê (*Tabebuia*) ou aroeira (*Anacardiaceae*), as quais são vedadas com terra acrescida de elementos orgânicos, como casca de feijão. Internamente, não há qualquer tipo de revestimento, enquanto o sistema de vedação exterior se faz necessário para garantir maior durabilidade e impermeabilidade ao sistema construtivo. O qual, no objeto de estudo, é composto de terra de formigueiro acrescido de cinzas do fogão à lenha. Já o sistema de cobertura é composto por folhas secas de palmeiras regionais.

Apresenta planta retangular com medidas de 5 x 8 metros, compreendendo um quarto e uma pequena porção destinada à sala. O sanitário, cozinha, sala de jantar e despensa se localizam em outros dois volumes à parte, não considerados no presente estudo.

As janelas não se fazem presentes neste tipo de moradia, uma vez que os habitantes utilizam as próprias portas como dispositivos para ventilação e iluminação. No entanto, por preferências pessoais dos moradores, a habitação estudada apresenta uma pequena janela de madeira de abrir, em duas folhas, com dimensões 0,6 x 0,6 metros. Esta janela foi considerada juntamente com as duas portas para o cálculo de iluminação e ventilação, adotando o F_{vent} e F_{ilum} como 100% para ambos os fatores, devido à possibilidade de abertura total sem obstrução por caixilhos e possibilidade de fechamento total das mesmas (tabela 2).

Tabela 2. Dimensões das esquadrias e áreas efetivas de ventilação e iluminação

Tipo	Ambiente	Área (m ²)	Esquadrias		Área de ventilação natural		Área de iluminação natural	
			Dimensões (m)	Área (m ²)	Percentual (%)	Área efetiva (m ²)	Percentual (%)	Área efetiva (m ²)
HIS	Sala/Circ	10,66	1,50x1,00	1,50	40	0,60	45	0,68
	Cozinha	6,48	1,00x1,00	1,00	70	0,70	80	0,65
	Quarto 1	7,77	1,20x1,00	1,20	40	0,48	45	0,54
	Quarto 2	7,54	1,20x1,00	1,20	40	0,48	45	0,54
HTM	Quarto/Saleta	40,0	0,60x0,60	0,36	100	0,36	100	0,36
			0,70x1,80	1,26	100	1,26	100	1,26
			0,70x1,80	1,26	100	1,26	100	1,26

2.3 Pré-requisitos de conforto ambiental, desempenho térmico e eficiência energética

A orientação solar é um dos principais fatores responsáveis pelas trocas térmicas, desempenho térmico e, conseqüentemente, pelas condições ambientais no interior do edifício. Considerando a atual replicação das habitações do PMCMV³, fundado em 2009, sabe-se que há a possibilidade da implantação da edificação em qualquer orientação solar, devido à indiferença às características próprias de cada região. Isto posto, faz-se a proposta de adequação à Zona Bioclimática 7 para o estado de Mato Grosso, Brasil, utilizando-se da orientação solar mais desfavorável, exigindo estratégias mais concisas para proporcionar conforto à moradia. Segundo Rios (2015) a fachada mais prejudicada seria a que apresentasse o azimute à 180°, ou seja, com a fachada principal voltada para o sul.

Foram identificados os pré-requisitos das envoltórias utilizando as NBR 15220 (2005) e 15575 (2013) e o RTQ-R (Inmetro, 2012) para a ZB 7, e para as áreas mínimas de abertura em relação à área de piso da edificação. O RTQ-R (Inmetro, 2012) estabelece que a análise de desempenho térmico das edificações seja realizada por meio do indicador graus-hora de resfriamento (GH_R) para cada ambiente de permanência prolongada. Esse indicador representa o somatório anual de graus-hora, calculado a partir da temperatura de base de 26°C para resfriamento conforme recomendação do próprio RTQ-R (Inmetro, 2012). Calcula-se esse indicador, a partir da temperatura operativa horária (Equação 1).

$$T_o = A \times T_a + (1 - A) \times T_r \quad (1)$$

$$GHR = \sum (T_o - 26^\circ C) \quad (2)$$

onde:

To: Temperatura operativa (°C)

Ta: temperatura do ar (°C)

Tr: temperatura radiante média do ambiente (°C)

GH_R: graus-hora de resfriamento (°C×h)

O RTQ-R (Inmetro, 2012), determina o cálculo do equivalente numérico da envoltória (EqNumEnv), o qual expressa a eficiência energética da envoltória da habitação. Calcula-se a média ponderada do EqNumEnv pelas áreas dos ambientes de permanência prolongada, a fim de alcançar a eficiência energética (tabela 3). De acordo com a pontuação final obtida é atribuída uma classificação que varia do nível A (mais eficiente) ao E (menos eficiente).

³ Sigla do Programa Minha Casa Minha Vida, desenvolvido pela Caixa Econômica Federal

Tabela 3. Graus-hora de resfriamento (GH_R) (RTQ-R, 2012)

ZB 7		
EqNumEnvAmb	Condição GH_R ($^{\circ}C \times h$)	Classificação
5	$GH_R \leq 12.566$	A
4	$12.566 < GH_R \leq 18.622$	B
3	$18.622 < GH_R \leq 24.679$	C
2	$24.679 < GH_R \leq 30.735$	D
1	$GH_R > 30.735$	E

3. RESULTADOS

Determinou-se a classificação de eficiência energética da envoltória da HIS e da HTM e os GH_R pelo método prescritivo do RTQ-R (Inmetro, 2012). A comparação entre as habitações se deu através da classificação e dos GH_R necessários em cada caso.

3.1 Pré-requisitos de conforto ambiental, desempenho térmico e eficiência energética

Os pré-requisitos de transmitância térmica e atraso térmico definidos pela NBR 15220 (2005) referentes às propriedades termofísicas da envoltória vertical não foram atendidos pela HIS. Já o fator solar se apresentou suficiente ao exigido. A habitação quilombola, por sua vez, atendeu aos requisitos de transmitância térmica e atraso térmico, e não atendeu aos de fator solar e absorvância, este devido à cor escura da terra (tabela 4).

Quanto à adequação da cobertura à NBR 15220 (2005), o projeto padrão da HIS não atende às exigências da normativa, uma vez que é exigida transmitância térmica menor que a verificada, e atraso térmico quase seis vezes superior ao atual. Em suma, a cobertura foi a principal responsável pelos elevados ganhos de calor no interior da HIS. Por outro lado, a HTM atende a todas as exigências das normativas no quesito cobertura, reduzindo os ganhos térmicos no interior da habitação (tabela 5).

Tabela 4. Atendimento das exigências das normativas pela HIS

ZB	HIS	NBR 15220	Atende?	NBR 15575	Atende?	RTQ-R	Atende?
PAREDES							
7	$U = 2,50$ W/m^2K	<i>Pesada</i>	Não	-	-	-	-
	$\varphi = 2,80$ h	$U \leq 2,20$ W/m^2K	Não	$\alpha \leq 0,6$	Sim	$\alpha \leq 0,6$	Sim
	$FS_o = 3,00\%$	$\varphi \geq 6,5$ H	Não	$U \leq 3,70$ W/m^2K	Sim	$U \leq 3,70$ W/m^2K	Sim
	$\alpha = 0,3$	$FS_o \leq 3,5\%$	Sim	$CT \geq 130$ J/m^2K	Não	$CT \geq 130$ J/m^2K	Não
	$CT = 122,70$ J/m^2K	-	-	-	-	-	-
COBERTURA							
7	$U = 2,80$ W/m^2K	<i>Pesada</i>	Não	-	-	-	-
	$\varphi = 1,02$ h	$U \leq 2,00$ W/m^2K	Não	$\alpha > 0,4$	Sim	$\alpha > 0,4$	Sim
	$FS_o = 4,60\%$	$\varphi \geq 6,5$ h	Não	$U \leq 1,75$ W/m^2K	Não	$U \leq 1,5$ W/m^2K	Não
	$\alpha = 0,8$	$FS_o \leq 6,5\%$	Sim	CT sem exigência	-	CT sem exigência	Sim
	$CT = 21,0$ J/m^2K	-	-	-	-	-	-

FS_o – Fator solar; U – Transmitância térmica, CT – Capacidade térmica; φ – Atraso térmico; α – Absortância.

Tabela 5. Atendimento das exigências das normativas pela HTM

ZB	HTM	NBR 15220	Atende?	NBR 15575	Atende?	RTQ-R	Atende?
PAREDES							
7	$U = 1,80$ W/m^2K	Pesada	Sim	-	-	-	-
	$\varphi = 9,17$ h	$U \leq 2,20$ W/m^2K	Sim	$\alpha \leq 0,6$	Não	Se $\alpha \leq 0,6$	Não
	FS _o = 5,76%	$\varphi \geq 6,5$ H	Sim	$U \leq 3,70$ W/m^2K	Sim	$U \leq 3,70$ W/m^2K	Sim
	$\alpha = 0,8$	FS _o $\leq 3,5\%$	Não	CT ≥ 130 J/m^2K	Sim	CT ≥ 130 J/m^2K	Sim
	CT = 285,60 J/m^2K	-	-	-	-	-	-
COBERTURA							
7	$U = 0,36$ W/m^2K	Pesada	Sim	-	-	-	-
	$\varphi = 14,26$ h	$U \leq 2,00$ W/m^2K	Sim	$\alpha > 0,4$	Sim	$\alpha > 0,4$	Sim
	FS _o = 1,25%	$\varphi \geq 6,5$ h	Sim	$U \leq 1,75$ W/m^2K	Sim	$U \leq 1,5$ W/m^2K	Sim
	$\alpha = 0,87$	FS _o $\leq 6,5\%$	Sim	-	-	CT sem exigência	Sim
	CT = 138,0 J/m^2K	-	-	-	-	-	-

Acerca das áreas efetivas das esquadrias dos ambientes para iluminação, apenas o RTQ-R (Inmetro, 2012) apresenta critérios. Considerando a relação entre a área efetiva da esquadria para ventilação ou iluminação em razão da área útil total do ambiente, foi possível verificar a adequação de cada ambiente ao critério pré-estabelecido (tabela 5). Apenas a sala de estar, em conjunto com a área de circulação na HIS, atende aos critérios mínimos de ventilação determinados pela NBR 15575 (2013), enquanto todos os outros ambientes, tanto da HIS quanto da HTM, não atendem a nenhuma outra normativa utilizada para o presente trabalho. Constatou-se, portanto, a insuficiência da iluminação e da ventilação proporcionadas pelas aberturas em ambos os objetos de estudo (tabela 6).

Tabela 6. Atendimento das exigências das normativas pela HTM

Tipo	Ambiente	Av/A_u^1 (%)	Ai/A_u^2 (%)	% da área de piso requerida para ventilação				% da área de piso requerida para ventilação e iluminação		
				NBR 15220 ³	Atende ?	NBR 15575-4	Atende ?	RTQ-R	Atende ?	
HIS	Sala/Circ.	8,23	6,65	$15\% < A < 25\%$	Não	$A \geq 7\%$	Sim	$A > 12.5$ 0%	Não	
	Cozinha	8,23	6,65							Não
	Quarto 1	6,18	6,18							Não
	Quarto 2	6,37	6,37							Não
HTM	Quarto / Saleta	7,20	7,20		Não		Sim		Não	

Ao simular ambos os objetos de estudo utilizando a planilha do RTQ-R (Inmetro, 2012), foram verificados os GH_r necessários para resfriamento de ambas as habitações, tornando possível medir o desempenho térmico das envoltórias, e ressaltando que foi avaliada a implantação mais desfavorável em ambos os casos, ou seja, com a fachada principal voltada para o Sul (azimute igual à 180°) (tabela 7).

Tabela 7. Classificação de eficiência energética das habitações.

ZB	HIS		HTM	
	Classificação de eficiência energética da envoltória	Graus hora de resfriamento (°C×h)	Classificação de eficiência energética da envoltória	Graus hora de resfriamento (°C×h)
7	3,0	C	5,0	A
		21,950		-4.545

4. CONCLUSÃO

Os resultados evidenciam que o nível de adequabilidade da habitação de taipa de mão é superior à habitação de interesse social, considerando, principalmente, as propriedades termofísicas dos materiais envolvidos na edificação. Evidencia-se ainda, que mesmo não atingindo os níveis mínimos desejados pelas três normativas quando ao quesito área efetiva para iluminação e ventilação, a habitação vernácula apresentou a maior porcentagem de área de abertura em razão da área útil do ambiente de permanência.

Constatou-se que a habitação vernácula analisada alcançou o nível “A” no quesito de eficiência energética da envoltória, apresentando o valor de graus-hora de resfriamento de - 4.545 °C×h, enquanto a habitação social foi classificada como nível “C”, e seu valor de graus-hora de resfriamento de 21.950 °C×h.

Por fim, ressalta-se que não são necessárias técnicas e materiais “modernos”, considerando-se o imaginário popular, para garantir uma habitação adequada às necessidades mínimas dos usuários. Pode-se, portanto, direcionar um foco para a adoção de técnicas e materiais tradicionais – como a taipa, que não têm sido abordadas durante a formação em arquitetura e engenharia – para conceber edifícios que promovam a produção de moradias mais resilientes e menos impactantes ambientalmente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. M.; Sparovek, G. (2014). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p.711-728
- Corbella, O.; Yannas, S. (2003). Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental. Rio de Janeiro: Editora Revan
- Guarda, E. L. A.; Durante, L. C.; Callejas, I. J. A.; Jorge, S. H. M.; Brandao, R. P. (2018). Estratégias construtivas para adequação da envoltória de uma habitação de interesse social às zonas bioclimáticas mato-grossenses. *E&S – Engineering and Science*, v.1, n.7, p. 45-57
- Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) (2012). Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais. Anexo da Portaria INMETRO nº 18 de 16/1/2012. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001788.pdf>
- Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (Labeee) (2010). Catálogo de propriedades térmicas de paredes e coberturas. Florianópolis.
- NBR 15220 (2005-2008). Desempenho térmico de edificações. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas
- Parte 1 (2005): Definições, símbolos e unidades.
- Parte 2 (2008): Métodos de cálculos da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações.
- Parte 3 (2005): Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações uni familiares de interesse social.
- Parte 4 (2005): Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida.
- Parte 5 (2005): Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico.
- NBR 15575 (2013). Edificações habitacionais — Desempenho. 6 partes. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Peel, M. C.; Finlayson, B. L.; McMahon, T. A. (2007). Updated world Köppen-Geiger climate classification map. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11, p.1633–1644

Rios, G. A. A. (2015). Desempenho termoenergético de habitação de interesse social. Tese (Doutorado), Brasil: Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Weimer, G. (2005). *Arquitetura popular brasileira*. São Paulo: Martins Fontes.

AUTORES

Raphael Pinto Brandão, discente de arquitetura e urbanismo na Universidade Federal de Mato grosso (UFMT) e voluntário de iniciação científica no Laboratório de Tecnologia e Conforto Ambiental (LATECA). Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/6826090789097348>.

Carol Cardoso Moura Cordeiro, mestranda no programa de pós-graduação em engenharia de edificações e ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), engenheira civil. Professora substituta no Instituto de Engenharia da UFMT, campus Várzea Grande. Pesquisadora no projeto Tipos, estratégias e operadores de flexibilidade arquitetônica com foco em pequenas habitações na UFMT. Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/9950575422654036>.

Stefany Hoffmann Martins Jorge, graduada em Arquitetura e Urbanismo, pesquisadora associada do laboratório de tecnologia e conforto ambiental (LATECA) na UFMT. arquiteta e urbanista. Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/6988410188233830>.

Emeli Lalesca Aparecida da Guarda, mestranda no programa de pós-graduação em engenharia de edificações e ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), arquiteta e urbanista. Pesquisadora do LATECA na UFMT. Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/3670370461390342>.

Luciane Cleonice Durante, doutora em física ambiental, mestre em educação e meio ambiente, engenheira civil. Professora do departamento de arquitetura e urbanismo e do programa de pós-graduação em engenharia de edificações e ambiental da UFMT. Coordenadora do LATECA. Vice Coordenadora do Grupo de Pesquisa em Tecnologia e Arquitetura Ambiental (GPTAA). Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/3288386869580332>.

Ivan Júlio Apolônio Callejas, doutor em física ambiental, mestre em estruturas, engenheiro civil. Professora do departamento de arquitetura e urbanismo e do programa de pós-graduação em engenharia de edificações e ambiental da UFMT. Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/7395380953207614>.