ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Simulação do conforto térmico de usuários de habitações em Moçambique

User thermal comfort simulation in Mozambican dwellings

Lorraine Vaz Pessoa dos Santos
Universidade Federal de Viçosa | Viçosa/MG | Brasil | lorraine.santos@ufv.br
Joyce Correna Carlo
Universidade Federal de Viçosa | Viçosa/MG | Brasil | joycecarlo@ufv.br

Resumo

O objetivo desse artigo é quantificar o conforto térmico dos usuários de habitações de baixa renda de Moçambique segundo o Zoneamento Climático proposto por meio do convênio entre a Universidade Federal de Viçosa e a Universidade Lúrio de Moçambique. Para isso, foi realizado um levantamento das habitações moçambicanas típicas nas três zonas climáticas propostas e, posteriormente, simulações termoenergéticas usando EnergyPlus. Estabeleceu-se como recorte geográfico as cidades de Nampula, Chimoio e Xai-Xai, uma cidade representativa para cada zona. Os resultados indicaram que a habitação representativa para zona climática 2, a palhota de Chimoio, apresentou maior porcentagem de horas em conforto térmico se comparada às outras habitações. Ainda, a pior situação acontece para Xai-Xai, zona climática 3. Dessa forma, os resultados contribuem para a ampliação do entendimento da realidade moçambicana no que tange habitação, além de indicar a possibilidade de aprofundamento e continuidade das investigações no campo em questão.

Palavras-chave: Desempenho Térmico. Habitação rural. Condicionamento Natural. Simulação. Zonas Climáticas.

Abstract

The objective of this paper is to quantify the thermal comfort of low-income housing in Mozambique according to the previously proposed Climate Zoning via an agreement between the Federal University of Viçosa and Lúrio University. To this end, a survey of the Mozambican typical housing was carried out following the three proposed climate zones. Subsequently, thermo-energy simulations were carried out using EnergyPlus. The cities of Nampula, Chimoio, and Xai-Xai were selected as representative cities for each climate zone. The results indicate that the typical dwelling for climate zone 2, a hut in Chimoio, returned more hours in thermal comfort compared to the other typologies. Furthermore, the worst situation occurs in climate zone 3, Xai-Xai. In this way, these results contribute to expanding the understanding of the Mozambican housing actuality, allowing further and deeper investigations in the said domain.

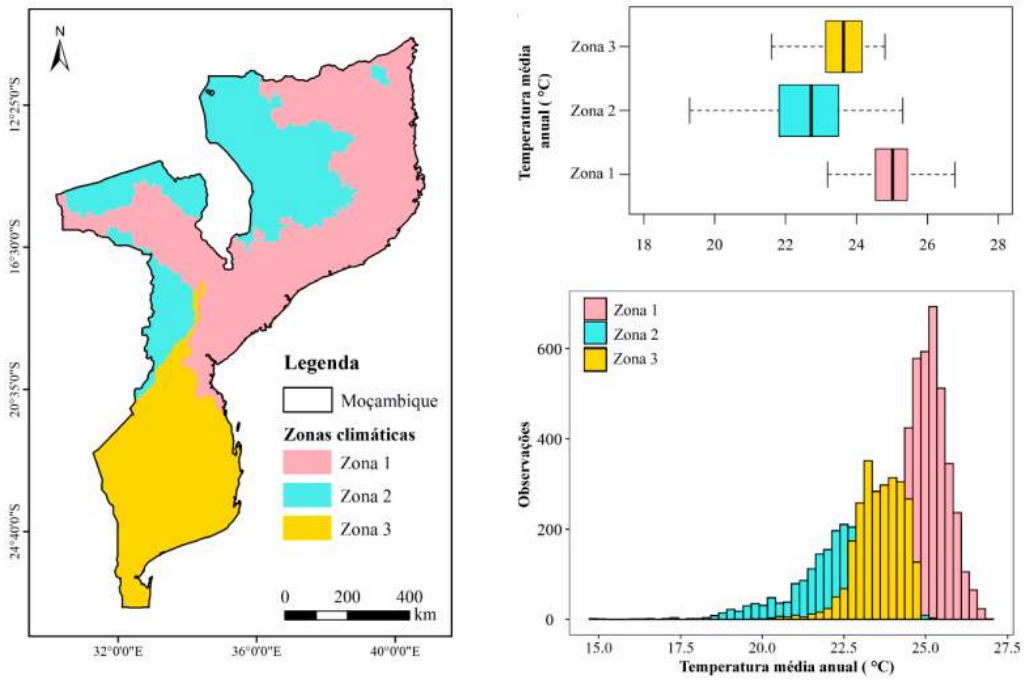
Keywords: Thermal Performance. Rural dwelling. Natural Conditioning. Simulation. Climatic Zones.

Como citar:
SANTOS, L, V. P.; CARLO, J C. Simulação do conforto térmico de usuários de habitações em Moçambique. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

INTRODUÇÃO

Em 2020 foi realizado um convênio entre a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e a Universidade Lúrio de Moçambique (Unilúrio) com a finalidade de desenvolver estudos e pesquisas na temática do conforto térmico dos usuários em habitações moçambicanas. Partindo da demanda de Moçambique para designação climática, foi proposto o Zoneamento Climático mostrado na Figura 1 [1]. Além disso, foram estabelecidas indicações de estratégias construtivas para condicionamento térmico passivo para cada uma das zonas segundo a carta bioclimática de Givoni [1]. As estratégias mais significativas para provimento de conforto térmico foram a ventilação natural diurna e a inércia térmica com aquecimento solar. Para a avaliação das condições de conforto térmico dos usuários, foi realizada uma análise bioclimática para habitações que simulou duas tipologias construtivas da Ilha de Moçambique, ilha em que os profissionais da Unilúrio possuíam mais proximidade.

Figura 1: Distribuição espacial das zonas climáticas definidas para Moçambique (à esquerda); Boxplot (à direita acima); Histograma dos valores de temperatura média anual observados em cada zona (à direita abaixo).



Fonte: Benevides, 2021.

Moçambique está localizado na costa sudeste da África, apresenta pelo menos 80% das moradias autoconstruídas; cerca de 67% dessas, seguem a mesma tipologia de "palhota" [2]. Palhota é um tipo de construção rústica cujo material predominante é de origem vegetal (capim, palha, palmeira, colmo, bambu, caniço, adobe ou paus maticados) [3]. Segundo Langa, apesar da precariedade dos materiais construtivos, essa arquitetura tradicional apresenta boa qualidade térmica [3], uma vez que "a combinação entre os materiais e a forma das habitações resolve eficazmente todos os problemas térmicos do microclima interno" [4, p. 62].

Segundo o Un-Habitat, em Moçambique as edificações costumam apresentar paredes maciças em terra ou pedra [2], proporcionadoras de inércia térmica, já que, ao armazenarem e liberarem calor, geram atraso térmico e regulam as oscilações de temperatura no interior das habitações [5]. Outra estratégia que tem bom efeito no clima moçambicano é o isolamento térmico. Exemplo disso é a cobertura de palha que atua como proteção térmica contra a insolação [6].

Nesse contexto, fica evidente os benefícios da arquitetura tradicional e vernácula que faz uso de técnicas construtivas simples e princípios bioclimáticos e sustentáveis para gerar adaptação contínua às flutuações das condições climáticas locais [7]. Ainda, o uso de técnicas construtivas e materiais locais, confere às construções vernaculares valor cultural e histórico, além de auxiliar na solução de uma série de problemas relacionados à disponibilidade ou escassez de recursos reduzindo consumo de energia e pegada de carbono [8]. Porém, observando a realidade moçambicana, apesar dos materiais apresentarem um bom desempenho térmico, eles também possuem baixa durabilidade [5] e, somado a um contexto de condições e flutuações climáticas extremas, como ciclones e tempestades, as habitações acabam não solucionando definitivamente todos os problemas de habitação no país.

Através da revisão bibliográfica, é perceptível a ausência de estudos que relacionem as construções do território moçambicano com as condições climáticas locais. Diante disso, o objetivo desse artigo é avaliar o potencial das habitações de baixa renda típicas de Moçambique em proporcionar horas em conforto térmico dos usuários nas três zonas climáticas características do país.

METODOLOGIA

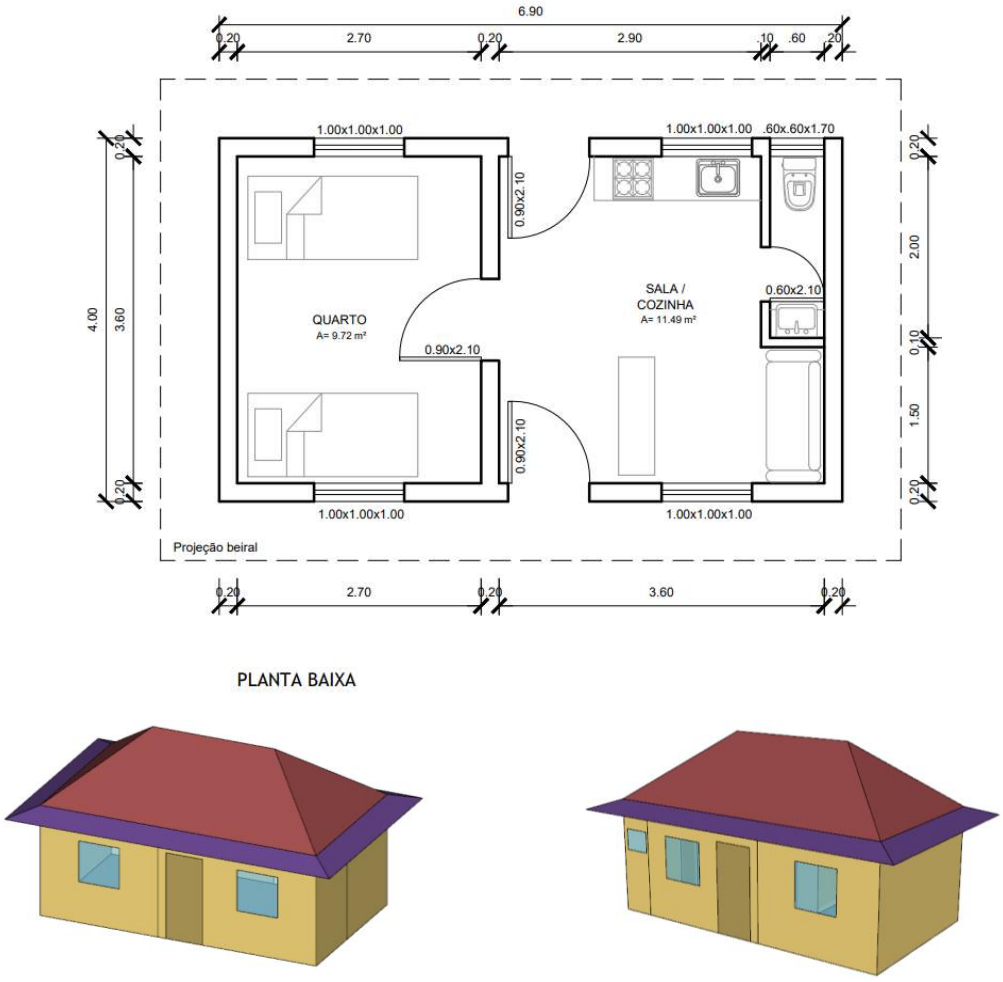
LEVANTAMENTO DE HABITAÇÕES REPRESENTATIVAS SEGUNDO AS ZONAS CLIMÁTICAS

Para se identificar a habitação mais representativa de cada zona climática, utilizou-se como base de dados o “Perfil do setor de habitação de Moçambique”, um relatório realizado pelo Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (UN-Habitat) em colaboração com o Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos de Moçambique no ano de 2018.

Diante disso, a tipologia mais comum na região norte e central de Moçambique é a habitação do tipo palhota que, segundo o UN-Habitat, representa dois terços das habitações do país e 80% das habitações no meio rural [2]. Normalmente, essas edificações são no formato retangular ou quadrangular no Norte e Centro do país. Ainda, o número médio de quartos em áreas rurais é de 1,56 [2] e “cerca de 75% das famílias compartilham quartos com pelo menos uma pessoa, enquanto 45% compartilham com pelo menos outras duas pessoas” [2, p. 52]. Como o número médio de moradores por domicílio em Moçambique é de cinco pessoas, sem diferenças significativas entre áreas urbanas e rurais [2], considerou-se uma habitação representativa com dada ocupação e somente um quarto. Nessa organização, um quarto comporta três pessoas e a sala duas pessoas.

Buscando seguir a tipologia de um levantamento realizado através da parceria da Unilúrio, foi modelada uma habitação representativa com somente um quarto, como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3: Planta baixa da habitação representativa das zonas climáticas 1 e 2 (ao centro acima); Modelagem termoenergética da habitação representativa das zonas climáticas 1 e 2, perspectiva da vista frontal (à esquerda abaixo) e posterior (à direita abaixo).



Fonte: As autoras.

Para essa habitação representativa, modelou-se somente três zonas térmicas, uma que corresponde à sala e cozinha integradas, outra para o quarto e uma última para o lavabo. Para a escolha dos materiais das paredes e telhado, tomou-se como base as tabelas 1 e 2. Assim, optou-se por utilizar adobe como material construtivo para as paredes e capim para o telhado, caracterizado por armação de paus de madeira ou bambu entrelaçados e cobertos com palha ou capim, similar ao capim sapê.

Tabela 1: Percentual da usabilidade dos materiais empregados nas paredes por província da região norte e central de Moçambique.

Paredes							
Província	Blocos de concreto	Madeira e Zinco	Adobe	Caniço	Paus Maticados	Outros	Total de construções
Niassa	14,0%	0,1%	76,4%	3,3%	5,6%	0,5%	311 468
C. Delgado	7,4%	0,3%	14,0%	3,5%	74,4%	0,4%	386 346
Nampula	9,0%	0,5%	65,2%	3,7%	21,6%	0,1%	1 016 455
Zambéia	15,6%	0,2%	56,7%	3,8%	23,4%	0,3%	1 006 241
Tete	32,9%	0,4%	46,2%	0,7%	19,5%	0,4%	494 825
Manica	28,2%	0,2%	38,2%	3,3%	29,2%	0,9%	328 131
Sofala	28,1%	0,0%	26,7%	10,9%	33,3%	1,0%	339 013

Nota: Representado na cor vermelho o material com maior porcentagem de usabilidade por província.
Fonte: UN-Habitat (2018), modificado pelas autoras.

Tabela 2: Percentual da usabilidade dos materiais empregados na cobertura por província da região norte e central de Moçambique.

Cobertura							
Província	Laje de concreto	Telha	Amianto	Zinco	Capim	Outros	Total de construções
Niassa	0,1%	0,0%	0,5%	11,4%	88,0%	0,0%	311 468
C. Delgado	0,1%	0,0%	1,4%	21,4%	76,8%	0,3%	386 346
Nampula	0,2%	0,3%	1,3%	18,9%	78,7%	0,6%	1 016 455
Zambéia	0,3%	0,1%	0,5%	20,3%	78,6%	0,2%	1 006 241
Tete	0,2%	0,0%	1,9%	27,7%	69,7%	0,5%	494 825
Manica	0,0%	0,0%	7,3%	36,6%	55,9%	0,2%	328 131
Sofala	3,1%	0,1%	9,6%	37,2%	48,8%	1,1%	339 013

Nota: Representado na cor vermelho o material com maior porcentagem de usabilidade por província.
Fonte: UN-Habitat (2018), modificado pelas autoras.

Já em relação à zona climática 3, “as casas são principalmente do tipo palhota circular” [2, p. 44]. Assim, considerou-se somente um morador por palhota, uma vez que, segundo o UN-Habitat, nessa região é comum que cada pessoa tenha sua palhota com função principal de repouso [2]. Ademais, para fins de dimensões da habitação, “as palhotas com o formato circular têm entre 15 e 30 m² de área, o suficiente para albergar uma cama casal e pequenos espaços de serviço” [9, p. 188]. Por fim, para a escolha dos materiais construtivos para as paredes e telhado foram consultadas as tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Percentual da usabilidade dos materiais empregados nas paredes por província da região sul de Moçambique.

Paredes							
Província	Blocos de concreto	Madeira e Zinco	Adobe	Caniço	Paus Maticados	Outros	Total de construções
Inhambane	21,4%	9,8%	2,4%	53,9%	11,0%	1,5%	316 044
Gaza	35,9%	1,2%	2,2%	40,6%	20,0%	0,2%	271 125
Maputo Província	78,2%	1,2%	3,1%	14,0%	2,4%	0,3%	358 948
Maputo Cidade	94,1%	3,4%	0,1%	2,1%	0,3%	0,0%	237 034

Nota: Representado na cor vermelho o material com maior porcentagem de usabilidade por província.
Fonte: UN-Habitat (2018) modificado pelas autoras.

Tabela 4: Percentual da usabilidade dos materiais empregados na cobertura por província da região sul de Moçambique.

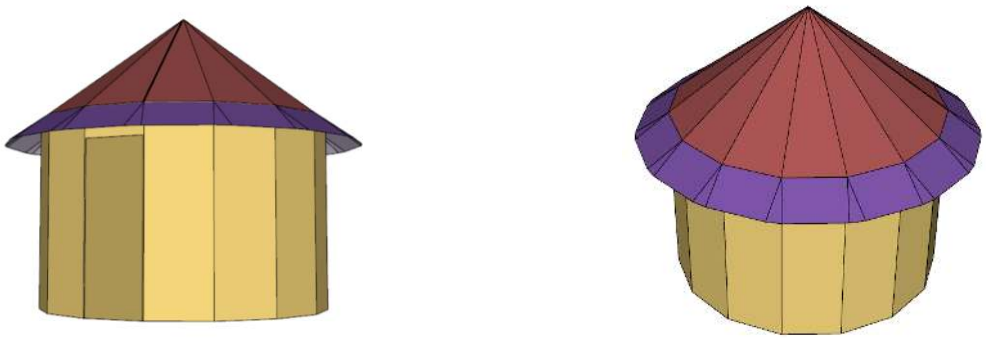
	Cobertura						
Província	Laje de concreto	Telha	Amianto	Zinco	Capim	Outros	Total de construções
Inhambane	0,6%	0,0%	1,8%	56,6%	39,5%	1,5%	316 044
Gaza	1,2%	1,5%	3,3%	74,4%	19,5%	0,0%	271 125
Maputo Província	3,6%	0,8%	4,5%	87,8%	2,9%	0,4%	358 948
Maputo Cidade	15,2%	1,0%	5,9%	77,3%	0,5%	0,2%	237 034

Nota: Representado na cor vermelho o material com maior porcentagem de usabilidade por província.
Fonte: UN-Habitat (2018), modificado pelas autoras.

Em relação às paredes, percebe-se que somente em Maputo Província e Maputo Cidade as paredes costumam ser construídas com blocos de concreto, isso se deve ao maior desenvolvimento e acesso a outros materiais de construção nessas regiões. Como o objetivo é levantar uma habitação a mais representativa possível, considerando que 68% da população do país vive no meio rural [2] e que "apenas cerca de 1,6% da população em Moçambique vive em habitações totalmente construídas com concreto, tijolos e telhas" [2, p. 51], optou-se por paredes de caniço.

Já em relação à cobertura, apesar do zinco ser, atualmente, o material mais empregado (como substituto às coberturas de capim que requerem constante manutenção), optou-se por utilizar o capim, aproximando a segunda tipologia da primeira. Assim, foi modelada uma habitação representativa para a zona climática 3, que pode ser observada na Figura 4.

Figura 4: Modelo termoenergético da habitação representativa da zona climática 3 (à esquerda e à direita).



Fonte: As autoras.

MODELAGEM E SIMULAÇÃO DAS HABITAÇÕES

Para a simulação de desempenho térmico das habitações foi utilizado o software EnergyPlus na versão 9.3 e para a modelagem, o SketchUp 2017. Para inserção dos parâmetros construtivos, utilizou-se a ABNT NBR 15220-2:2005 [10]. Em relação ao modelo de ventilação, utilizou-se o módulo *AirFlowNetwork* para representar ventilação natural multizonas. Os padrões de uso e ocupação deriva da rotina dos moradores, ilustrada no Quadro 1. O gasto metabólico e as cargas térmicas dos usuários são compatíveis com as indicações de Lamberts, Dutra e Pereira [7].

Quadro 1: Rotina dos moradores da Casa de Macuti em Moçambique

Horário	Atividade
04:30	Meditação
08:00	Pequeno Almoço
14:30	Almoço
19:00	Jantar
21:00	Dormir

Fonte: As autoras.

Apesar de Moçambique possuir arranjos familiares diversos, foi proposto um arranjo familiar de 3 adultos e 2 crianças, uma taxa de 60% de adultos para 40% de crianças. Porém, para a habitação da zona climática 3, considerou-se somente um adulto.

Em relação à ocupação da edificação, considerou-se um estilo de vida tradicional brasileiro [11] em que os moradores se encontram fora de casa no período diurno e a totalidade deles estão em casa no período noturno. O modo de morar brasileiro é compatível com o modo africano avaliado.

RECORTE GEOGRÁFICO: NAMPULA, CHIMOIO E XAI-XAI

Apesar dos 21 arquivos climáticos disponíveis para Moçambique na base de dados mundial *ClimateOneBuilding*, devido à urgência da demanda, optou-se por não simular utilizando toda a base de dados. Dessa forma, para o recorte geográfico da pesquisa foram simulados os arquivos climáticos das cidades de Nampula, considerando a representatividade para a zona climática 1, Chimoio para a zona climática 2 e Xai-Xai para a zona climática 3. Todas as três cidades escolhidas configuram-se como capitais de província, com importância política, econômica e social e variação geográfica e climática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após modelagem e simulação das habitações representativas para as três zonas climáticas de Moçambique, obtiveram-se os percentuais das horas do ano em que os usuários permanecem em conforto térmico, bem como, o percentual de horas desconforto por frio e por calor. Assim, os resultados podem ser observados na tabela 5.

Tabela 5: Percentual anual de horas em (des)conforto térmico em Nampula, Chimoio e Xai-Xai

		Nampula		Chimoio		Xai-Xai
		Sala/Cozinha	Dorm.	Sala/Cozinha	Dorm.	Dorm.
Desconforto	Frio	3,64%	1,28%	5,70%	2,15%	12,87%
	Calor	14,25%	**14,66%**	7,10%	**7,32%**	**24,59%**
Conforto		82,11%	**84,06%**	82,20%	**90,54%**	**62,55%**

Nota: O melhor cenário para cada cidade é representado pela cor verde e o pior pelo vermelho. Fonte: As autoras.

HABITAÇÃO REPRESENTATIVA PARA AS ZONAS CLIMÁTICAS 1 E 2

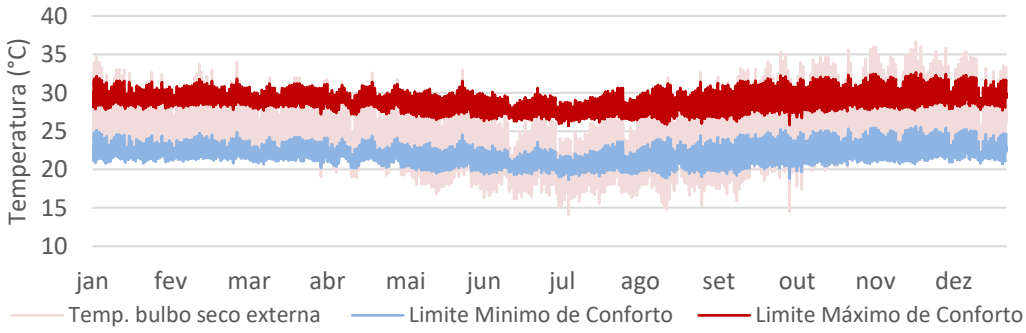
Em relação à habitação representativa simulada para a zona climática 1 com o arquivo climático de Nampula, percebe-se que horas em conforto térmico dos usuários são significativas, apresentando uma média de 83,08%. Além disso, nota-se que o

desconforto por calor é quatro vezes maior que o desconforto por frio se for considerada a sala/cozinha. Agora, se tratando desta mesma habitação representativa, porém, simulada com arquivo climático de Chimoio para representar a zona climática 2, percebe-se que no geral, a habitação apresentou potencialização das horas em conforto térmico com ênfase na redução do desconforto por calor. As porcentagens de desconforto por frio permanecem baixas, resolução proporcionada por temperaturas externas amenas ao longo do outono e inverno na região avaliada.

Os altos percentuais de horas em conforto térmico dos usuários nas habitações podem ser explicados pelo próprio clima dessas localidades que contribui para as condições de conforto, justamente por apresentar temperaturas amenas que se encontram dentro dos limites da faixa de conforto adaptativo mais permissível na maior parte do ano (entre 17°C e 25°C no inverno e 24°C e 31°C no verão) como podemos observar nas Figuras 5 e 7.

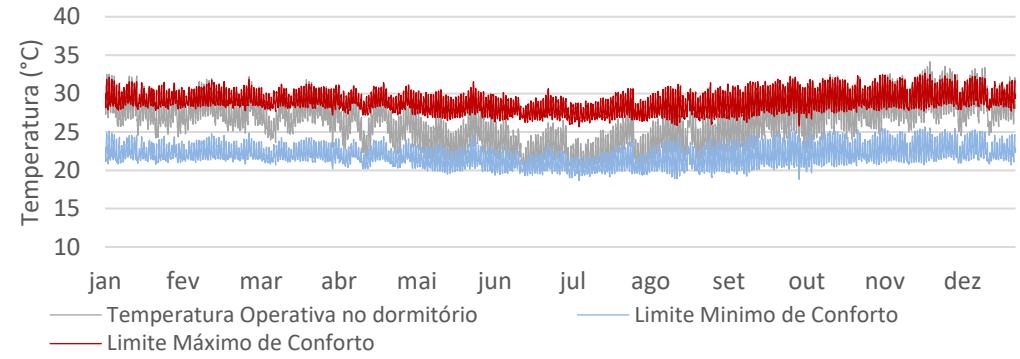
Outro fator que colabora com os altos percentuais de conforto são os materiais construtivos que respondem bem às condições climáticas locais, como o adobe e a palha. Ambos materiais são provedores de inércia térmica e geram atraso térmico, já indicados como estratégias de condicionamento passivo adequadas para as zonas. Assim, pode-se observar pela comparação entre as Figuras 5 e 6 para Nampula e 7 e 8 para Chimoio que esses materiais construtivos resultam em um amortecimento térmico no interior das palhotas, proporcionando maiores condições de conforto no interior das habitações se comparadas às temperaturas externas das cidades, que muitas vezes passam dos limites de conforto adaptativo.

Figura 5: Relação de temperatura externa em Nampula (Zona Climática 1) x Limites de conforto adaptativo durante o ano.



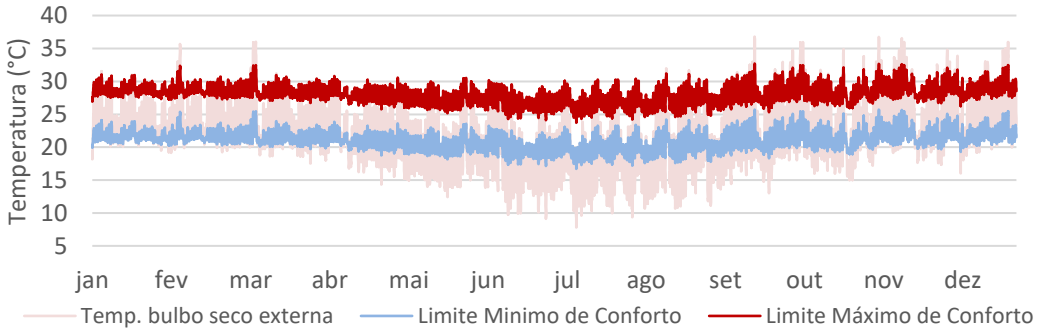
Fonte: As autoras.

Figura 6: Temperatura Operativa no dormitório em Nampula (Zona Climática 1) x Limites de conforto adaptativo durante o ano.



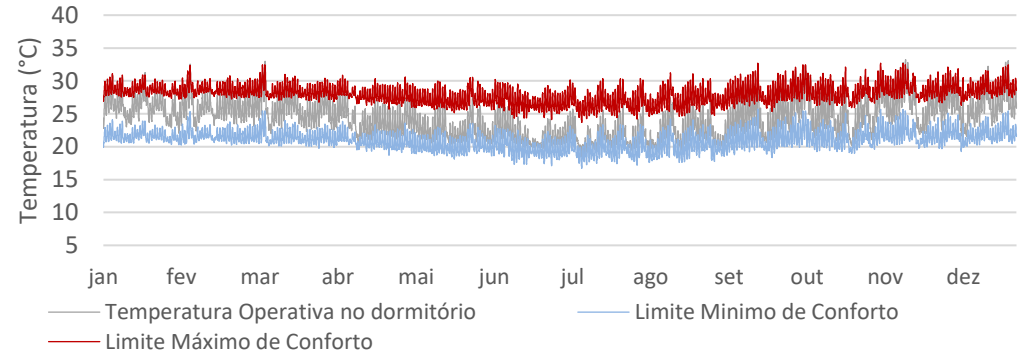
Fonte: As autoras.

Figura 7: Relação de temperatura externa em Chimoio (Zona Climática 2) x Limites de conforto adaptativo durante o ano.



Fonte: As autoras.

Figura 8: Temperatura Operativa no dormitório em Chimoio (Zona Climática 2) x Limites de conforto adaptativo durante o ano.



Fonte: As autoras.

HABITAÇÃO REPRESENTATIVA PARA A ZONA CLIMÁTICA 3

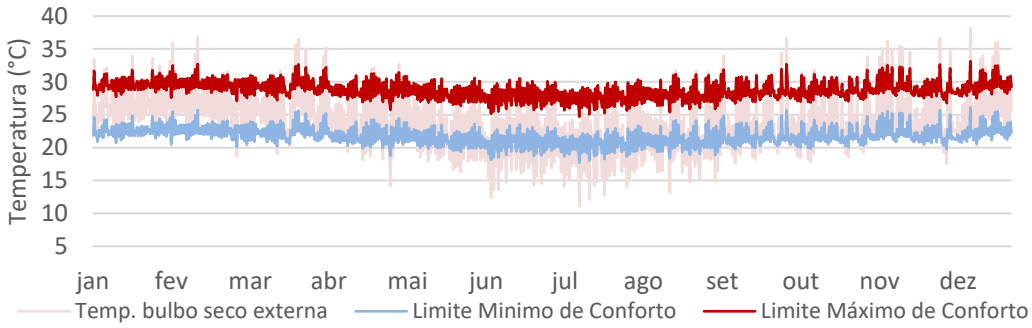
Se tratando da palhota circular, nota-se que o percentual não é tão significativo quanto nas habitações simuladas para as zonas climáticas 1 e 2, apresentando somente 65,02% das horas em que o usuário permanece em conforto térmico. Além disso, a

palhota obteve maior desconforto por calor que desconforto por frio ao longo do ano. Esses resultados se devem primeiramente ao clima de Xai-Xai que apresenta temperaturas de bulbo seco externas mais elevadas, variando entre 11 e 37 °C como visto na Figura 9.

Além disso, a ausência de fenestrações, diminui o fluxo de ar e exclui a possibilidade de ventilação cruzada (caracterizando apenas ventilação unilateral provida pela porta de entrada). Outro fator para os menores percentuais de conforto é o próprio caniço usado nas paredes que, devido às suas propriedades físicas e espessura de instalação, possui menor inércia térmica, colaborando para maiores variações de temperatura nas habitações durante o dia.

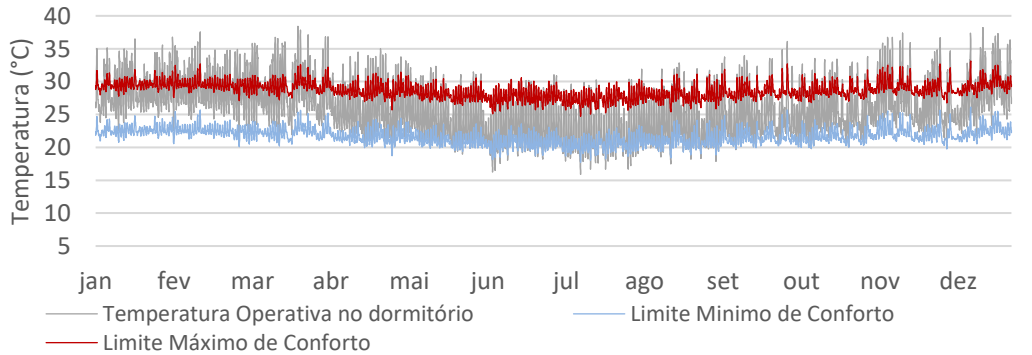
Também, através da comparação entre as Figuras 9 e 10, percebe-se que as temperaturas operativas no interior da palhota durante o verão se distanciam mais dos limites de conforto adaptativo se comparadas às temperaturas externas em Xai-Xai, apresentando uma maior frequência de ocorrência de picos que variam entre 30 °C e 38 °C. Todavia, esse desconforto térmico não causa grande impacto nos usuários, uma vez que os picos de temperatura costumam ocorrer durante o dia e nesse período os habitantes permanecem fora de casa, utilizando a palhota somente para dormir.

Figura 9: Relação de temperatura externa em Xai-Xai (Zona Climática 3) x Limites de conforto adaptativo durante o ano.



Fonte: As autoras.

Figura 10: Temperatura Operativa no dormitório em Xai-Xai (Zona Climática 3) x Limites de conforto adaptativo durante o ano.



Fonte: As autoras.

CONCLUSÕES

As habitações em Moçambique caracterizam-se majoritariamente pela autoconstrução vernácula e rural com o uso de técnicas e materiais locais. A resolução do déficit habitacional proporcionado pela autoconstrução, apesar de imediata, indica carência de políticas públicas para subsídio de moradia adequada. Contudo, como mostrado ao longo dos resultados desse trabalho, qualitativa e quantitativamente, o emprego da arquitetura vernácula (técnicas e materiais) é capaz de prover alto percentual de horas em conforto térmico dos moradores. Salvo as tipologias avaliadas, Moçambique carece de pesquisas que aprofundem as diversidades tipológicas das habitações ao longo de todo território, bem como trabalhos que identifiquem o potencial desses modelos habitacionais em proporcionar conforto térmico.

Os dois modelos de habitações levantados, apesar de típicos, precisam ser avaliados em outras cidades distribuídas ao longo das três zonas climáticas, além de Nampula, Chimoio e Xai-Xai. No recorte selecionado, os resultados se mostraram satisfatórios, com a habitação representativa para a zona climática 2 (em Chimoio) apresentando as melhores condições de conforto ao longo do ano.

Em síntese, apesar dos resultados de conforto serem, em certa medida, satisfatórios, é importante que haja pesquisas que investiguem novas técnicas e soluções construtivas para manter ou melhorar as condições de conforto e a resistência das habitações visto que a baratização de componentes construtivos de baixa qualidade térmica já é uma realidade no país. Um exemplo disso é o crescente emprego de telhas de zinco.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Projeto Processo 406426/2022-8, aprovado na chamada CNPq/MCTI/FNDCT n° 59/2022. Além disso, também agradecemos o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) PIBIC/FAPEMIG 2022-2023.

REFERÊNCIAS

[1] BENEVIDES, M.; TEIXEIRA, D.; CARLO, J. Proposta de Zoneamento Climático para Edificações em Moçambique. In: PLEA, 11., 2022, Santiago. **Proceedings [...]** Santiago: Centro de Extensión UC, 2022. p. 948-953.

[2] HOLZ, E. **Moçambique: Perfil de Habitação**. 1. ed. Maputo: UN-Habitat Moçambique, 2018.

[3] LANGA, F. **Atlas do perfil habitacional de Moçambique (1997 a 2007), uma abordagem do SIG**. 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado em Estatística gestão de informação) – Instituto Superior de Estatística e Gestão de informação da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2010.

[4] CARRILHO, J.; BRUSCHI, S.; MENEZES, C.; LAGE, L. **Um olhar para o habitat informal moçambicano: de Lichinga a Maputo**. 1. ed. Moçambique: Centro de Estudos e Desenvolvimento do Habitat, 2001.

[5] RIBEIRO, M. **O Contributo da Arquitetura Tradicional para uma Habitação "Informal" Sustentável em Moçambique**. 2015. 262 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, 2015.

[6] LOPES, L. **Manual Básico de construção: Guia ilustrado para a construção de habitação**. 1. ed. Praia: Ed. Ministério das Infraestruturas e Habitação, 2001.

[7] LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: Procel, 2014.

[8] TREICHEL, S; SILVA, A; OLIVEIRA, A. Conforto térmico da arquitetura vernacular produzida pelos descendentes da Pomerânia no sul do Brasil. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 10, p. 1-19, 2019. DOI: 10.20396/parc.v10i0.8652296.

[9] MACIE, E. Estudo didáctico exploratório da Matemática envolvida na construção de palhotas em Xai-Xai. **UDZIWI - Revista de Educação da Universidade Pedagógica**, p. 180-198, dez. 2016.

[10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2:2005**: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

[11] RODRIGUES, M.; SANTOS, D.; CARLO, J. Simulação energética de unidades habitacionais baseada em usuários com modos de vida contemporâneo e tradicional. **Cadernos do Proarq (Ufrj)**, v. 1, n. 33, p. 1-24, dez. 2019. DOI: http://dx.doi.org/10.37180/2675-0392-n33-8.