ABRIGO TEMPORÁRIO APLICÁVEL ÀS ZONAS BIOCLIMÁTICAS BRASILEIRAS DE MAIOR OCORRÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS: APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA E ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO[1]

ALVES, M. F. G., Centro Federal de Educação tecnológica de Minas Gerais (CEFET MG), email: marcosfgalves@gmail.com; ANDRADE, R. C., CEFET MG, email: rafaelcarvalho.civil@gmail.com; CORDEIRO, H. G., CEFET MG, email: henrique.g.civil@gmail.com; VILELA, F. B., CEFET MG, email: fabio.b.v@hotmail.com; HIRASHIMA, S. Q. S., CEFET MG, email: simoneqs@gmail.com; OLIVEIRA, R. D., CEFET MG, email: raqueldo@gmail.com

ABSTRACT

There is a growing need for temporary shelters in Brazil due to high occurrence of hydrological disasters such as inundations, floods and flurries. The authors aimed at developing an emergency and temporary shelter (from 6 up to 18 months) to be used in the Brazilian bioclimatic zones 1, 2, 3, 5 and 8. The shelter design was guided by principles of bioclimatic architecture and sustainable construction encompassing guidelines such as modularity, low cost, ease of transportation, speed and simplicity of construction and maintenance. This paper presents a proposal for the shelter and an evaluation of its building thermal performance envelopment considering Brazilian Standards ABNT-NB15.220(2005) and ABNT-NBR15.575(2013). Although the shelter proposal initially failed to meet the standards criteria, after enlarging ventilation areas and adopting water tanks internally in the vertical walls, the project is proper for all bioclimatic zones considered. In conclusion, the simultaneous compliance with the building thermal performance requirements of several bioclimatic zones is possible and relevant, mainly in contexts of climatic variability as large as the Brazilian one.

Keywords: *Emergency shelter. Temporary housing. Thermal Performance. NBR15.220. NBR15.575.*

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os desastres hidrológicos de maior impacto são inundações, alagamentos, chuvas intensas, enxurradas e deslizamentos (CENAD, 2014). Esses eventos ocorrem com maior incidência nas zonas bioclimáticas 1, 2, 3, 5 e 8 (ALVES, 2017).

Muitas vezes, investimentos em prevenção são insuficientes para mitigar a ocorrência dos desastres, conduzindo o foco das ações para a remediação. Após os desastres, a realocação permanente dos desabrigados pode levar meses.

Nesse contexto, habitações temporárias adquirem grande importância mediante à sociedade. Este trabalho objetiva, portanto, apresentar uma proposta de abrigo temporário desenvolvido para ser utilizado em

[1] ALVES, M. F. G., ANDRADE, R. C., CORDEIRO, H. G.; VILELA, F. B.; HIRASHIMA, S. Q. S.; OLIVEIRA, R.D. Abrigo temporário aplicável às zonas bioclimáticas brasileiras de maior ocorrência de desastres naturais: apresentação da proposta e análise do desempenho térmico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17, 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

assentamentos emergenciais, aplicável às zonas bioclimáticas brasileiras 1, 2, 3, 5 e 8, visando atender famílias desabrigadas por um período de 6 a 18 meses.

2. METODOLOGIA

Este estudo, de caráter exploratório, aborda a temática dos abrigos temporários por meio de um estudo de caso, envolvendo duas etapas metodológicas: concepção do abrigo e análise do desempenho térmico de sua envoltória pelo método normativo simplificado.

2.1 Concepção do abrigo

O projeto do abrigo foi balizado por princípios da racionalização construtiva, da arquitetura bioclimática e das construções sustentáveis, abarcando diretrizes como: modularidade; rapidez e simplicidade de construção, de manutenção e de desconstrução; replicabilidade em larga escala; facilidade de transporte e custo módico. Buscou-se ainda propor uma moradia confortável, segura e digna para as famílias desabrigadas. Alguns estudos análogos são: o Abrigo de Emergência projetado pelo escritório Carter Williamson Architects, em Melbourne, Austrália (2013); e o Abrigo Modular Auto-sustentável de Caráter Temporário para Situações de Emergência, (STEIN, 2017).

2.2 Análise de desempenho térmico

As áreas de ventilação e os parâmetros térmicos da envoltória foram estimados considerando a metodologia de cálculo simplificado da ABNT-NBR15220-2(2005). Verificou-se a adequação dos resultados alcançados para as zonas bioclimáticas de interesse, conforme as exigências previstas na ABNT-NBR15.220-3, ABNT-NBR15.575, partes 4 e 5. Alterações na proposição inicial foram sugeridas para cumprir as exigências normativas, possibilitando uma configuração que atenda a todas as zonas bioclimáticas em análise.

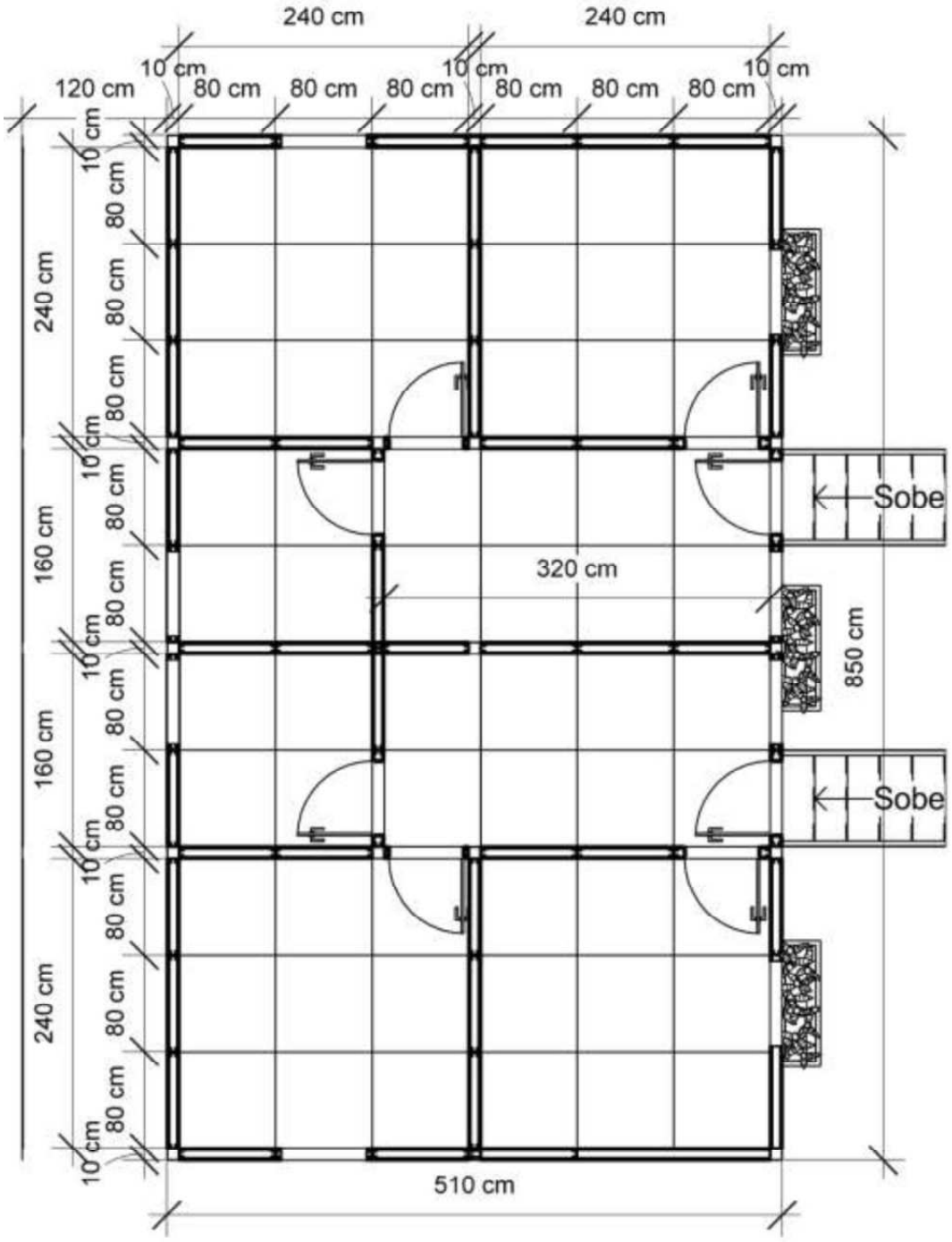
3. RESULTADOS

3.1 O abrigo proposto

Cada Unidade Habitacional (UH) do abrigo pode alojar até oito pessoas e possui área total aproximada de 19m². Seu custo estimado é de R$17.500,00[2] (dezessete mil e quinhentos reais) por UH reutilizável. As UH possuem um sanitário, dois dormitórios e uma cozinha/copa. Quatro UH, moduladas, compartilham elementos estruturais (Figura 1).

2 Custo estimado com base no valor de Custos Unitários Básicos de Construção - CUB/m², para Projetos Padrão Baixo Residencial PIS, apresentado na Tabela do SINDUSCON-MG, para o mês de Fevereiro de 2018.

Figura 1 - Planta de quatro unidades habitacionais do abrigo proposto

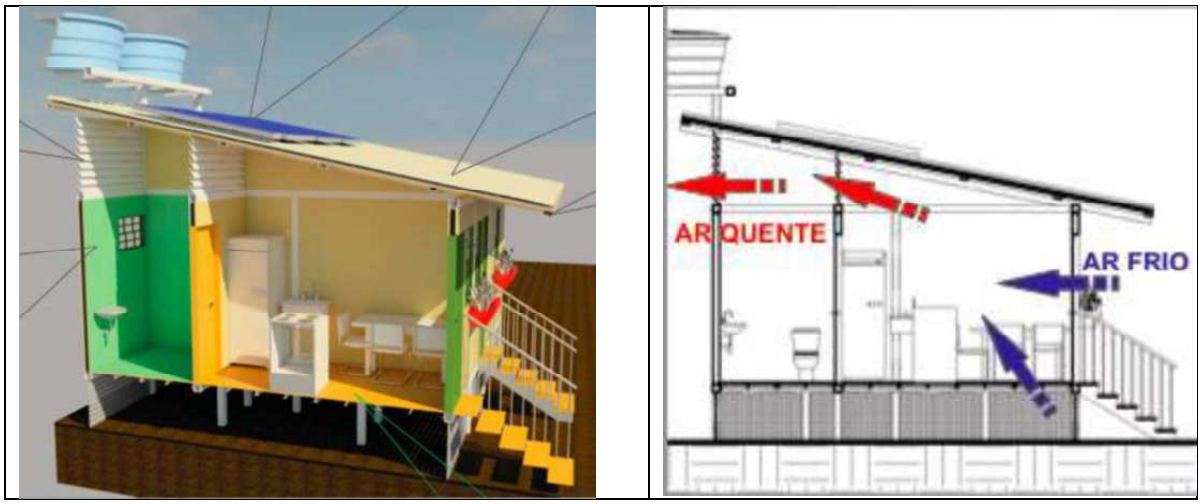


Fonte: Os autores.

A estrutura do projeto foi concebida em *steel-frame* sendo a cobertura composta de telhas de PVC; a vedação vertical e o forro de madeirite plastificado impermeável, sendo este último preenchido por lã de vidro. As paredes internas e os assoalhos serão de madeirite de pinus. As paredes serão de módulos pré-fabricados compostos por madeirite e câmaras de ar. Venezianas basculantes permitirão o fluxo de ar no interior da habitação. O piso será elevado e ventilado para evitar receber umidade do solo. A implantação do abrigo será realizada considerando as melhores condições

de iluminação e ventilação disponíveis nos locais de assentamento (Figura 2).

Figura 2 – Corte esquemático – Uso de estratégias para ventilação natural

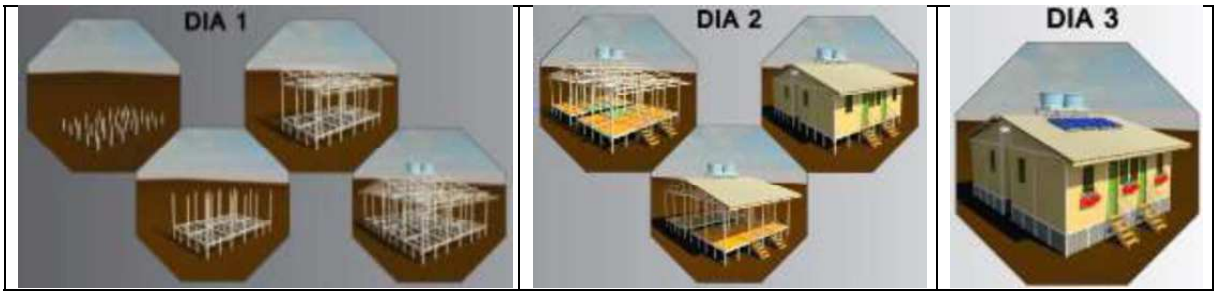


Fonte: Os autores

As instalações sanitárias são compostas por plástico/polimérico, comum em banheiros químicos. Nelas haverá sistema de água fria e quente, e mecanismo de coleta de águas cinza e negra separadamente.

A construção dos núcleos de quatro UH é prevista em 3 (três) etapas de montagem, com duração de um dia cada: estrutura e reservatórios d'água (Dia 1); piso, parede e cobertura (Dia 2) e sistemas prediais (Dia 3), sendo possível a redução deste tempo em condições favoráveis. (Figura 3). Para armazenamento e transporte, foram concebidos kits destinados a cada conjunto de quatro UH.

Figura 3 – Sequência das fases de montagem



Fonte: Os autores

A concepção do abrigo considerou as seguintes estratégias: aproveitamento da ventilação natural (cruzada e por efeito chaminé); proteção solar (brises e toldos móveis) e aquecimento da água por meio de energia solar (Figura 4).

Figura 4 – Proposta de abrigo temporário: núcleo com quatro UHs



Fonte: Os autores

O Quadro 1 demonstra as configurações do projeto para atender simultaneamente a todas as zonas em análise.

Quadro 1 - Configurações do projeto

Norma (ABNT NBR)	Zoneamento	Ventilação		Parede			Cobertura	
		Tipo de janela	Quantidade (unidade)	Madeirite (cm)	OSB (cm)	Composição	Madeirite (cm)	Com isolante
15.575 (2013)	1, 2, 3, 5	de abrir	1	1,0	1,0	4	0,6	Sim
	8 NE	de abrir	1	1,0	1,0	1, 2, 3 e 4	0,6	Sim
15.220 (2005)	1, 2, 3, 5, 8 NE	de abrir	2	1,0	1,0	1, 2, 3 e 4	0,6	Sim
Ambas	1, 2, 3, 5	de abrir	2	1,0	1,0	4	0,6	Sim
	8 NE	de abrir	2	1,0	1,0	1, 2, 3 e 4	0,6	Sim

Fonte: Os autores

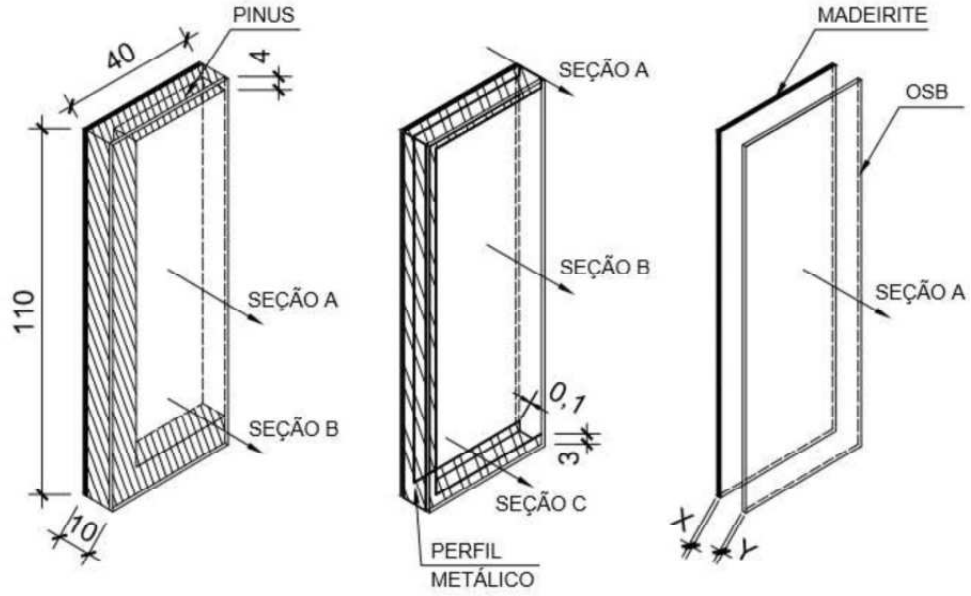
3.2 Desempenho térmico do projeto

Neste tópico foram analisadas as proposições originais do projeto bem como possíveis soluções que contemplam as exigências normativas.

3.2.1 Vedações verticais (paredes)

Para a análise da composição da estrutura das vedações verticais foram propostos os materiais: pinus, perfil metálico e madeirite. As espessuras dos materiais durante a análise variam entre 1,0 cm – 2,4 cm, visando atender às exigências da norma (Figura 5).

Figura 5 - Vista em perspectiva das composições de vedação vertical



Fonte: Os autores

A Tabela 1 exibe os valores do desempenho térmico das composições.

Tabela 1 – Parâmetros térmicos calculados para a vedação vertical, variando a espessura em 1,0 cm – 2,4 cm

Materiais	U (W/(m².K))	Φ (horas)	FSo (%)	CT (kJ/(m².K))
Pinus	1,9 – 1,4	2,0 - 3,9	2,3 – 1,7	33 – 75
Perfil Metálico	2,1 – 1,5	1,7 – 3,5	2,6 – 1,8	28 – 67
Madeirite	2,1 – 1,5	1,7 – 3,5	2,6 – 1,8	28 - 66

Fonte: Os autores

Tabela 2 – Parâmetros térmicos normativos referentes à vedação vertical.

Zonas Bioclimáticas	ABNT NBR 15220 (2005)			ABNT NBR 15575 (2013)	
Zonas Bioclimáticas	U (W/(m².K))	Φ (horas)	FSo (%)	U (W/(m².K))	CT (kJ/(m².K))
Zonas 1 e 2 (Leve)	≤ 3	≤ 4,3	≤ 5	≤ 2,5	≥ 130
Zonas 3 e 5 (Leve Refletora)	≤ 3,6	≤ 4,3	≤ 4	≤ 3,7	≥ 130
Zona 8 (Leve Refletora)	≤ 3,6	≤ 4,3	≤ 4	≤ 3,7	Não se aplica

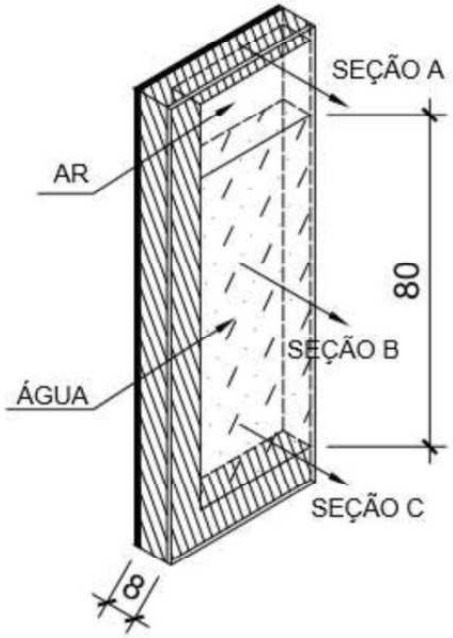
Fonte: ABNT NBR 15.575(2013) e NBR 15.220(2005).

As três composições atenderam aos diferentes requisitos da norma para o caso em análise, com exceção da capacidade térmica mínima prevista na ABNT-NBR15.575(2013). Diante da não conformidade do valor de 130 kJ/(m².K), foram propostas modificações no sistema de vedação vertical.

Considerando o método simplificado da ABNT-NBR15.575(2013), uma opção

para aumentar a capacidade térmica do sistema de vedação vertical foi a instalação de tanques de água no interior das paredes (Figura 6), envolvidos por pinus, por ser este o material que apresentou melhores resultados de capacidade térmica na análise anterior. Essa solução foi escolhida, pois a água apresenta elevados índices de capacidade térmica, baixo custo e fácil acesso às redes de abastecimento.

Figura 6 – Composição com tanque de água



Fonte: Os autores

Observa-se que a coluna de nível de água de 89cm atende às normas (Tabela 3). Além disso, esta solução proporciona a possibilidade de diminuir o peso do transporte de peças ao se esvaziar as paredes.

Tabela 3 – Parâmetros térmicos calculados para a composição com tanque de água

Dimensão	Nível d'água(cm)	U (W/(m².K))	Φ (horas)	FSo (%)	CT (kJ/(m².K))
1,0 x 1,0	80	1,96	3,74	2,35	101
	89	1,97	4,26	2,36	130
	90	1,97	4,33	2,36	134

Fonte: Os autores

3.2.2 Vedação horizontal (cobertura)

A cobertura é composta por telha de PVC, lã de vidro e madeirite plastificado de pinus, com as espessuras 2 mm, 30 mm e 0,6 cm, respectivamente.

Observa-se que com espessura de 0,6 cm de madeirite associado a um material isolante térmico, todos os parâmetros normativos foram atendidos (Tabela 4).

Tabela 4 – Parâmetros térmicos calculados para os módulos de vedação horizontal

Dados	Espessuras do madeirite (cm)	U (W/(m².K))	Φ (horas)	FSo (%)	CT (kJ/(m².K))
Sem isolante	0,6	3,8	0,5	9,0	10
	1,4	3,2	0,9	7,5	20
	2,4	2,6	1,5	6,2	33
Com isolante	0,6	1,3	1,4	3,0	10

Fonte: Os autores

Tabela 5 – Parâmetros térmicos normativos referentes à vedação horizontal

Zonas	NBR 15220 (2005)			NBR 15575 (2013)
	U (W/(m².K))	Φ (horas)	FSo (%)	U (W/(m².K))
Zonas 1, 2, 3 e 5	≤ 2,0	≤ 3,3	≤ 6,5	≤ 2,3
Zona 8	≤ 2,3	≤ 3,3	≤ 6,5	≤ 2,3 FV = 2,3

Fonte: ABNT NBR 15.575(2013) e NBR 15.220(2005).

3.2.3 Área de ventilação

Para a análise da ventilação natural, considerou-se o fator ventilação (FV) dos dormitórios e da sala conjugada com cozinha que apresentam janela do tipo guilhotina dupla com duas folhas móveis. Considerando as dimensões das janelas bem como a área útil de ventilação em relação a área do cômodo (FV) verificou-se que os quartos atingiram 4,5 e a sala 5,0% para o fator de ventilação. Considerando a Tabela 6, verifica-se que esses resultados foram insatisfatórios.

Tabela 6 - Valores de referência normativa para ventilação natural

	NBR 15.220(2005)	NBR 15.575(2013)
Zonas 1, 2, 3 e 5	≥ 15% e ≤ 25%	≥ 7%
Zona 8 NE	≥ 15% e ≤ 25%	≥ 8%
Zona 8 N	≥ 40%	≥ 12%

Fonte: ABNT NBR 15.575(2013) e NBR 15.220(2005).

Deste modo, selecionou-se a janela de abrir visando ao atendimento às normas. O fator ventilação poderá ser aumentado em razão da dimensão a ser considerada: uma folha (10,2%) ou folha dupla (20,3%).

Os valores apresentados para ventilação natural se mostram em conformidade às exigências da ABNT-NBR15.575(2013) para todas as zonas em análise. Porém, para atender às sugestões da ABNT-NBR15.220(2005), para a zona bioclimática 8, uma solução seria a adoção de duas janelas com uma

folha de abrir por dormitório, na mesma fachada ou em fachadas diferentes.

4 CONCLUSÃO

A proposta do abrigo temporário e a análise de sua adequação térmica a cada um dos zoneamentos considerados, possibilitou a apresentação de uma alternativa apropriada para um problema relevante no cenário nacional. Com foco em seu público-alvo, o projeto promove bem-estar e conforto, garantindo a seus moradores salubridade e habitabilidade. Salienta-se a importância da consideração de princípios de racionalização construtiva e de sustentabilidade na concepção deste tipo de moradia. Na análise de desempenho térmico, verificou-se que, após adequações em relação à proposta inicial, tais como: ampliar as áreas de ventilação e adotar tanques de água internamente nas vedações verticais, o projeto atendeu a ambas as normas consideradas, e se mostrou adequado a todas as zonas bioclimáticas estudadas, atingindo assim, o objetivo principal deste estudo. Conclui-se que projetos de moradias que atendam aos requisitos de desempenho térmico de várias zonas bioclimáticas simultaneamente, mostram-se possíveis e viáveis, sendo relevantes, principalmente, em contextos de variabilidade climática tão vastos como o do território Brasileiro.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo auxílio para participação neste evento.

REFERÊNCIAS

ALVES, Jorge. **Abrigo de Emergência / Carter Williamson Architects" [Emergency Shelter / Carterwilliamson Architects.** ArchDaily Brasil. 06 Fev 2013. ISSN 0719-8906. Disponível em:<https://www.archdaily.com.br/95944/abrigo-de-emergecia-slash-carter-williamson-architects>. Acesso 10 jun. 2018.

ALVES, M. F. G. **Análise do desempenho térmico de projeto de abrigo provisório aplicável às zonas bioclimáticas brasileiras de maior ocorrência de desastres naturais**. 2017. 102f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção Civil). CEFET-MG, Belo Horizonte, 2017.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 15220-1:** Desempenho térmico de edificações, parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2005a.

_____. **NBR 15220-2:** Desempenho térmico de edificações, parte 2: 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, 2005b.
_____. **NBR 15220-3:** Desempenho térmico de edificações, parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005c.

_____. **NBR 15575-1:** Edificações habitacionais - Desempenho, parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013a.

_____. **NBR 15575-4:** Edificações habitacionais - Desempenho, parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013b.

_____. **NBR 15575-5:** Edificações habitacionais - Desempenho, parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2013c.

CENAD. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de riscos e desastres. **Anuário Brasileiro de desastres naturais 2013.** Brasília, DF, 2014.

COSTA, Shani. **Abrigo modular auto-sustentável de caráter temporário para situações de emergência.** LUME UFRGS, abril. 2017. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/170101/001050628.pdf?sequence=1>. Acesso em: 10 jun. 2018.