

DESEMPENHO TÉRMICO DE HABITAÇÃO SOCIAL: NORMA NBR 15.575

Roberta Mulazzani Doleys Soares

Profª M^a. do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Regional Integrada
do Alto Uruguai e das Missões - URI Campus Santo Ângelo.
E-mail: <roberta.doleys@gmail.com>.

Bruna Adams

Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Regional Integrada
do Alto Uruguai e das Missões - URI Campus Santo Ângelo.
Email: <adams.bruna1307@gmail.com>.

Vanessa Ullmann

Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Regional Integrada
do Alto Uruguai e das Missões - URI Campus Santo Ângelo.
E-mail: <vane.ullmann@yahoo.com.br>.

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo avaliar o desempenho térmico de uma habitação de interesse social, localizada na Zona Bioclimática 2 Brasileira, através da aplicação do método de simulação da NBR 15.575 (ABNT, 2013). A concepção projetual da habitação visa proporcionar eficiência energética e melhores condições de conforto térmico aos moradores, atentando para diversos fatores, tais como: a escolha ideal dos fechamentos, orientação solar, reaproveitamento de materiais, coletor solar e cisterna. Os resultados revelaram nível mínimo de desempenho térmico na maioria dos ambientes, com exceção da sala de estar que não atingiu, no período de verão, o nível mínimo. Este dado estimula análises quanto à eficácia do método simplificado comparado ao método de simulação, também se constatou que o aumento da taxa de renovação do ar não foi expressivo, porém, o sombreamento das aberturas foi eficaz para melhores resultados.

Palavras-chave: Desempenho térmico. NBR 15.575. Simulação computacional. Habitação de interesse social.

1 INTRODUÇÃO

Com o elevado consumo da energia elétrica para suprir as necessidades de conforto, torna-se indispensável projetar e desenvolver estudos que contribuam para edificações mais eficientes. Na arquitetura, esta preocupação acompanha o profissional desde a concepção inicial, até a finalização do projeto.

Neste contexto, Pereira (2009, p. 26) afirma que “as discussões em vários países do mundo a

respeito de economia de energia e melhoria do desempenho energético das edificações levam, consequentemente, à questão do desempenho térmico de edificações. “Dessa forma, eficiência energética e desempenho térmico devem ser ambos, diretrizes de projeto.

Diante disso, a norma brasileira NBR 15575 (ABNT, 2013, p. 12) “estabelece os requisitos e critérios de desempenho aplicáveis às edificações habitacionais [...]”. São determinados parâmetros que abrangem o desempenho térmico, acústico,

lumínico e de segurança ao fogo. Quanto à verificação do comportamento térmico da edificação, propõe-se a aplicação de três métodos, dentre eles, o método de simulação, adotado nesta pesquisa.

MENDES et al. (2005, p. 48) estabelece a importância do método ao afirmar que, através deste, “pode-se estimar o consumo de energia, o custo desse consumo e até mesmo o impacto ambiental provocado pela alternativa de projeto antes mesmo de sua execução”, ou seja, na simulação é possível detectar falhas de consumo energético na fase de projeto e, se for necessário, modificá-las com antecedência, evitando danos e ajustes posteriores na obra, garantindo resultados satisfatórios de desempenho térmico.

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho térmico de uma habitação de cunho social localizada na Zona Bioclimática 2 Brasileira. A residência possui uma área de 67,84 m², cuja concepção projetual foi embasada pela inserção de algumas estratégias sustentáveis, funcionalidade, estética e materiais costumeiramente utilizados na construção civil.

Dessa forma, verificou-se que os materiais utilizados atendem a NBR 15220 (2005) e NBR 15575 (2013), porém a simulação revelou que um dos ambientes, no período de verão, não atingiu o nível mínimo de desempenho térmico, estimulando análises quanto à eficácia do método simplificado comparado ao método de simulação, assim como estudos que proporcionem o aperfeiçoamento do protótipo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES

De acordo com Gonçalves et al. (2004) o desempenho térmico de edificações pode ser entendido como à resposta da habitação, a partir de parâmetros climáticos interiores ao clima em que está localizada. Também se considera a envoltória e as propriedades termofísicas dos componentes construtivos, pois estes influenciam diretamente nos fluxos energéticos.

O envelope de uma edificação estabelece relações entre o ambiente interno e externo, portanto, os materiais que a compõem atuam nas condições do espaço interior. Miranda (2011, p. 21), diz que o desempenho térmico “depende das caracte-

rísticas dos elementos e materiais que compõem a envoltória, assim como do ganho de calor externo por meio da circulação do ar pelos ambientes”.

Diante disso, o fechamento opaco transmite a radiação solar na condição de calor para o ambiente. O calor, portanto, passa quando ocorrem diferenças de temperatura entre os espaços externos e internos, sendo o fluxo de calor transmitido da área mais quente para a mais fria.

Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014), a transmissão de calor pode ser dividida em três fases, a primeira consiste na troca de calor com o meio exterior, que ocorre por convecção e radiação. Na segunda fase, ocorre à condução através do fechamento pela diferença de temperatura da superfície externa e interna, promovendo a troca de calor entre elas. Já a terceira fase é a troca de calor com o meio e as trocas térmicas voltam a ser por convecção e radiação.

De acordo com Grigoletti (2007, p. 103), os fechamentos transparentes são considerados “todas as superfícies envidraçadas que não possuam proteção solar”. Ocorrendo as seguintes trocas térmicas: condução, convecção e elevada transmissão de radiação. Dessa maneira, para melhorar as condições de conforto térmico é necessário o emprego de dispositivos de sombreamento, que impedem a radiação solar direta.

2.1.1 DESEMPENHO NO VERÃO – NBR 15575 (ABNT, 2013)

A edificação deve apresentar condições térmicas no interior do edifício melhores ou iguais às do ambiente externo, à sombra, para o dia típico de projeto de verão.

O valor máximo diário da temperatura do ar interior de recintos de permanência prolongada, sem a presença de fontes internas de calor (ocupantes, lâmpadas, outros equipamentos em geral), deve ser sempre menor ou igual ao valor máximo diário da temperatura do ar exterior.

De acordo com a NBR 15575-1 (ABNT, 2013), são recomendados os níveis mínimo (M), intermediário (I) e superior (S) apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Critério de avaliação de desempenho térmico para verão

Nível de desempenho	Critério	
	Zonas 1 a 7	Zona 8
M	$T_{i, \max} \leq T_{e, \max}$	$T_{i, \max} \leq T_{e, \max}$
I	$T_{i, \max} \leq (T_{e, \max} - 2^\circ \text{C})$	$T_{i, \max} \leq (T_{e, \max} - 1^\circ \text{C})$
S	$T_{i, \max} \leq (T_{e, \max} - 4^\circ \text{C})$	$T_{i, \max} \leq (T_{e, \max} - 2^\circ \text{C})$ e $T_{i, \min} \leq (T_{e, \min} + 1^\circ \text{C})$

$T_{i, \max}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius;
 $T_{e, \max}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus Celsius;
 $T_{i, \min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius;
 $T_{e, \min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus Celsius;
 NOTA: Zonas bioclimáticas de acordo com a ABNT NBR 15220-3.

Fonte: Adaptado NBR 15575-1 (2013, p. 73).

2.1.2 DESEMPENHO NO INVERNO – NBR 15575 (ABNT, 2013)

A habitação deve apresentar condições térmicas no interior do edifício melhores que do ambiente externo, no dia típico de projeto de inverno.

Os valores mínimos diários da temperatura do ar interior de recintos de permanência prolon-

gada, no dia típico de projeto de inverno, devem ser sempre maiores ou iguais à temperatura mínima externa acrescida de 3 °C.

Desse modo, conforme a NBR 15575-1 (ABNT, 2013), são recomendados os níveis mínimo (M), intermediário (I) e superior (S) ilustrados na Tabela 2.

Tabela 2 – Critério de avaliação de desempenho térmico para o inverno

Nível de desempenho	Critério	
	Zonas bioclimáticas 1 a 5	Zonas bioclimáticas 6, 7 e 8
M	$T_{i, \min} \geq (T_{e, \min} + 3^\circ \text{C})$	Nestas zonas, este critério não precisa ser verificado
I	$T_{i, \min} \geq (T_{e, \min} + 5^\circ \text{C})$	
S	$T_{i, \min} \geq (T_{e, \min} + 7^\circ \text{C})$	

$T_{i, \min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius

$T_{e, \min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus Celsius

NOTA: Zonas bioclimáticas de acordo com a ABNT NBR 15220-3.

Fonte: Adaptado NBR 15575-1 (2013, p. 74).

2.2 ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO

A norma NBR 15220-3 (ABNT, 2005) apresenta a divisão do Brasil em oito zonas bioclimáticas, a partir de uma relativa homogeneidade climática. Esta distribuição em zonas foi realizada com base na Carta Bioclimática de Giovani adequada ao país.

Apresentam-se estratégias importantes e relativamente simples de serem aplicadas no projeto, sendo bastante específicas no que diz respeito a trazer alguns valores a serem alcançados, como transmitância térmica, atraso térmico e fator solar máximo recomendado.

Dessa forma, o zoneamento bioclimático resulta do cruzamento de três tipos de informações,

sendo elas: dados climáticos, zonas de conforto térmico humano, mecanismos de projeto e construção melhorando o desempenho térmico e reduzindo o consumo de energia para climatização artificial.

O protótipo em estudo localiza-se na zona bioclimática 2, que abrange 6,4 % do território brasileiro. Russi et al. (2012, p. 115) expressa, em seu estudo, a dificuldade projetual de trabalhar com as zonas 1, 2 e 3 ao afirmar que “estas três zonas possuem grande complexidade na busca de estratégias para o conforto térmico, pois as mesmas devem atender tanto ao clima frio quanto o clima quente, que ocorrem nestas zonas no decorrer do ano.” Bagnati (2013) por sua vez, estabelece algumas estratégias possíveis para a zona bioclimática 2.

As estratégias recomendadas são a ventilação cruzada no verão, e no inverno o aquecimento solar da edificação e paredes internas que garantam maior inércia térmica. A norma descreve que o condicionamento passivo será insuficiente no inverno. (BAGNATI, 2013, p. 50).

Através destes dados, juntamente com as devidas normas, tem-se diretrizes construtivas para a determinação do desempenho térmico dos ambientes de permanência prolongada. Desse modo, Sorgato (2009, p. 58) afirma que o objetivo destes critérios construtivos é “melhorar o desempenho térmico das edificações residenciais unifamiliares de interesse social, através de recomendações adequadas para o clima em que a edificação se encontra.” Portanto, o projetista possui os condicionantes para elaborar um bom projeto.

3 METODOLOGIA

A metodologia foi dividida em duas etapas: a primeira compreende a apresentação da edificação objeto de estudo e a segunda consiste nos parâmetros utilizados na simulação computacional.

3.1 EDIFICAÇÃO OBJETO DE ESTUDO

A residência é térrea (Figuras 1 e 2) e com uma área de 67,84m². Possui sala de estar, sala de jantar e cozinha integradas, dois dormitórios, um banheiro e área de serviço (Figura 3).

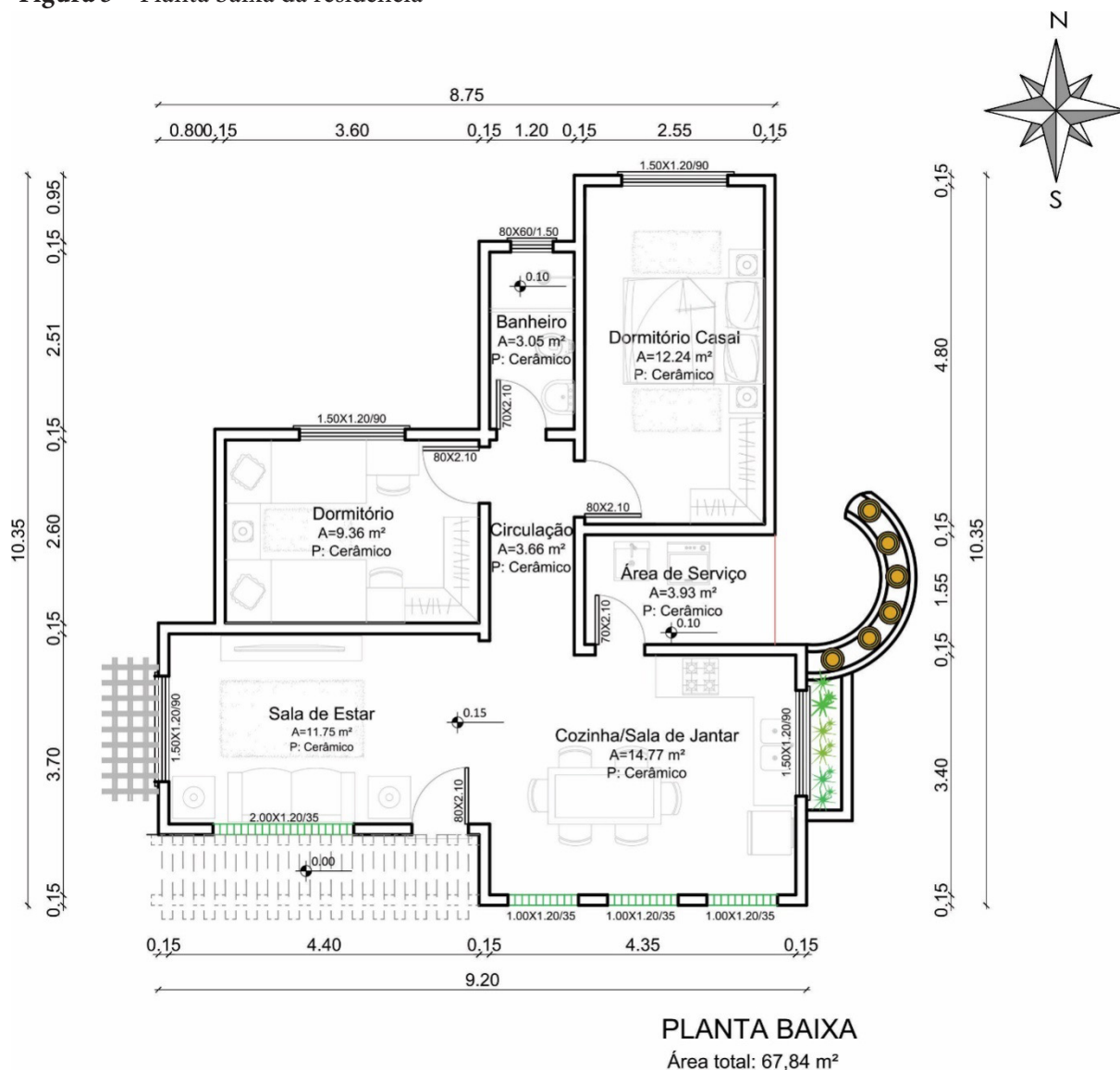
Figuras 1 – Vista isométrica: Frontal



Figuras 2 – Vista isométrica: Posterior



Figura 3 – Planta baixa da residência



A implantação da residência teve como princípio seu posicionamento em relação à trajetória solar, de forma que os ambientes de permanência prolongada estivessem voltados para a orientação solar mais adequada, auxiliando positivamente nos resultados.

A concepção formal partiu de um prisma retangular, seguido de subtrações no volume. Este processo possibilita maior área de superfície exposta ao meio externo, influenciando nos ganhos térmicos e proporcionando uma volumetria interessante e dinâmica, diferenciando-a das casas populares convencionais.

A Figura 4 apresenta o telhado da edificação, assim como a ideia da platibanda com tijolos de demolição e a proposta de inserção de coletor solar. Também está prevista a existência de cis-

terna para o recolhimento de água da chuva, que poderá ser destinada para descargas, manutenção da horta e jardim. Na Tabela 3 são ilustrados os materiais que compõem a edificação.

Figura 4 – Vista superior

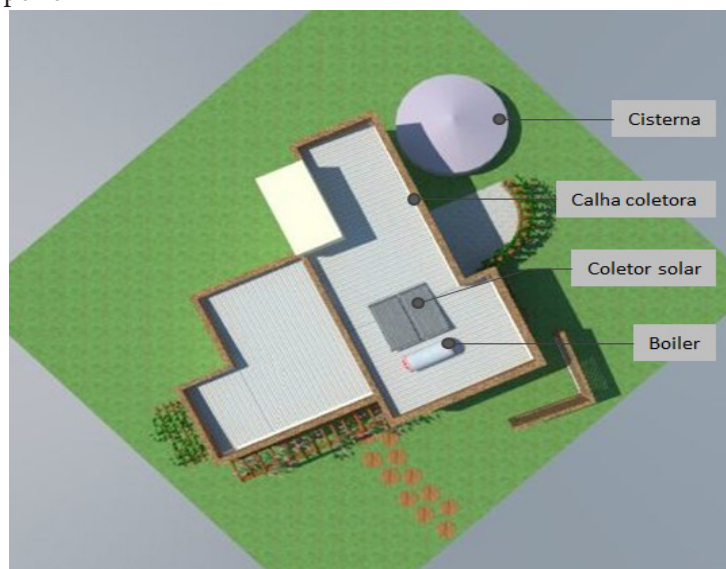


Tabela 3 – Materiais componentes da residência e suas características térmicas

Componente	Materiais utilizados		Características Térmicas		
	Composição dos materiais	Espessura total (cm)	Transmitância Térmica - U (W/m².K)	Capacidade Térmica - CT (kJ/m².K)	Absortância Solar (α)
Paredes externas e internas	Bloco cerâmico (9,0 x 19,0 x 29,0 cm), argamassa interna e externa (2,5 cm)	15	2,43	152,00	*33,0 (Pérola)
Cobertura	Telha de fibrocimento 8mm e forro de PVC 1cm	Variável	1,76	16,00	*15,8 (Branco)
Janela	Vidro simples	0,4	5,75	-	-
Porta	Madeira maciça	4	2,70	-	-

* Valor de Dornelles (2008).

3.2 PARÂMETROS DA SIMULAÇÃO

Na simulação do desempenho térmico através do programa computacional *DesignBuilder* versão 2.4.2.016, adotaram-se os seguintes parâmetros:

Segundo a NBR 9077 (ABNT, 2001), a densidade de pessoas para habitações unifamiliares é de duas pessoas por dormitório.

Para a taxa de renovação de ar a NBR 15575-1 (ABNT, 2013) estabelece uma taxa de ventilação do ambiente de 1 ren/h.

O padrão de ocupação dos dormitórios (ambiente de permanência prolongada), de segunda à sexta, considerou-se a edificação ocupada em 100% das 22h às 8h e 50% às 21h. Nos finais de semana, os dormitórios encontram-se ocupados

100% das 22h às 10h e, em 50% nos horários de 10h e 11h e entre 21h e 22h.

Para o padrão de ocupação da sala (ambiente de permanência prolongada), de segunda à sexta, considerou-se a edificação ocupada em 25% das 14h às 19h, 100% das 19h às 20h e 50% das 20h às 22h. Nos finais de semana, as salas encontram-se ocupadas 100% entre 12h e 13h e novamente das 14h às 15h; das 11h às 12h, há uma ocupação de 25%, como acontece também entre 18h e 20h. Das 15h às 18h, a ocupação nos finais de semana é de 50%, assim como das 20h às 22h.

O padrão de iluminação dos dormitórios, durante a semana é de 100% entre 7h e 8h e, entre 21 e 23h. Nos finais de semana, o padrão encontra-se em 100% entre 9h e 10h e, entre 21h e 23h.

O padrão de iluminação das salas, durante a semana, é de 100% entre 17h e 22h e nos finais de

semana, encontra-se em 100% entre 11h e 13h e, novamente, entre 17h e 22h.

As cargas internas de equipamentos foram de $2,0 \text{ W/m}^2$ para a sala e em um período de 24h, a taxa metabólica para sala foi de 60 W/m^2 , equivalente a pessoa sentada ou assistindo TV e para os dormitórios de 45 W/m^2 , que corresponde a dormir ou descansar.

Os padrões, a carga interna e as taxas metabólicas utilizadas foram embasadas pelo Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais - RTQ-R (INMETRO, 2012).

A temperatura do solo foi determinada através do programa computacional *Slab*, que é um programa auxiliar do *EnergyPlus*, baseando-se nos valores médios de temperaturas internas e externas da edificação para o clima simulado.

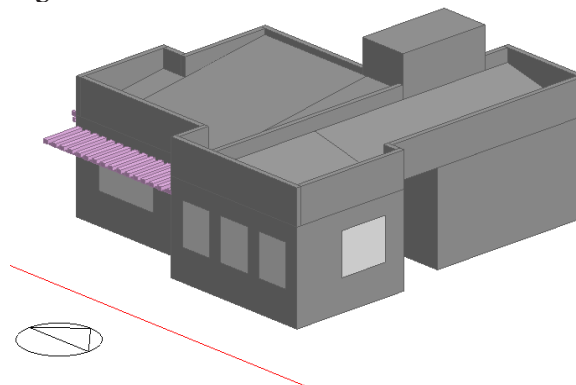
Para representar a ZB 2 usou-se o arquivo climático de Santa Maria-RS, possuindo os dados horários desenvolvidos por *Solar and Wind Energy Resource Assessment* (SWERA), obtidos em um projeto juntamente com o INPE e LABSOLAR/UFSC, financiado pelo Programa Ambiental das Nações Unidas, que disponibilizou arquivos climáticos TMY para 20 cidades brasileiras.

Segundo Flores (2014) considerando um nível de probabilidade de 10%, o dia típico de in-

verno é 16 de junho e de verão 21 de dezembro na ZB 2.

Após a modelagem da residência no *software DesignBuilder* (Figura 5) e realizar todas as configurações necessárias simulou-se o protótipo, seguindo as exigências de desempenho de verão e de inverno da NBR 15575 (ABNT, 2013).

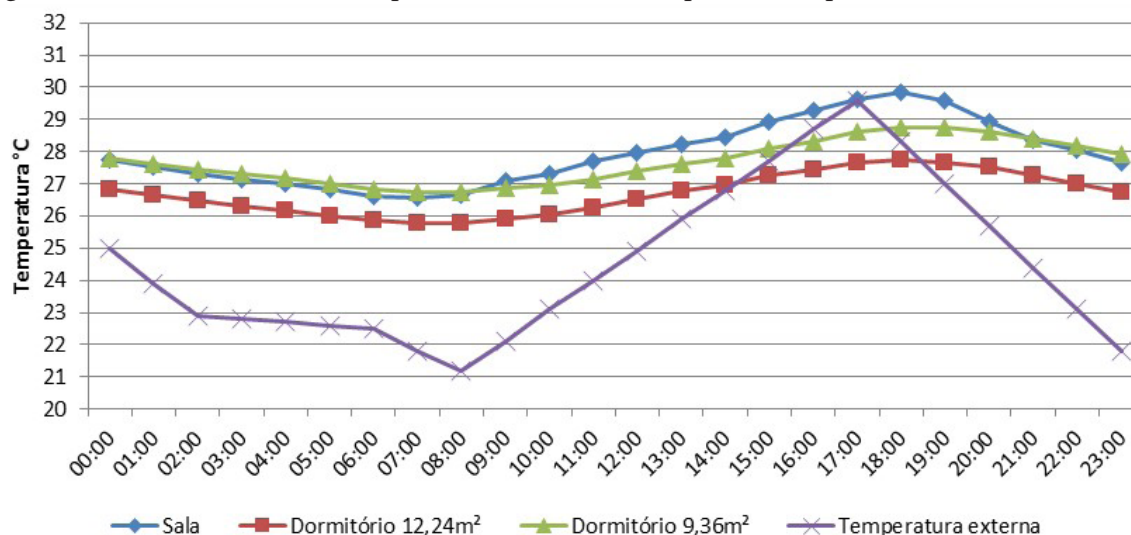
Figura 5 – Vista isométrica da residência



4 RESULTADOS

Na Figura 6 é exposto o gráfico com os valores horários de temperaturas dos ambientes e a temperatura externa para o dia típico de verão.

Figura 6 – Valores horários de temperaturas dos ambientes para o dia típico de verão



Analisando o gráfico (Figura 6) verifica-se que as altas temperaturas da sala são decorrentes do posicionamento da janela à oeste, pois o dormitório de $9,36 \text{ m}^2$ está espacialmente localizado como a sala, mas o fechamento transparente deste ambiente está orientado à norte.

Com base nos critérios prescritos na Tabela 1, apresenta-se a Tabela 4 com os níveis de desempenho dos ambientes de permanência prolongada no verão.

Tabela 4 – Desempenho térmico dos ambientes no verão

AMBIENTE	Temp. Ext. Máx. (°C)	Temp. Int. Máx. (°C)	Nível de desempenho
Sala	29,6	29,86	-
Dormitório 12,24 m ²	29,6	27,76	M
Dormitório 9,36 m ²	29,6	28,77	M

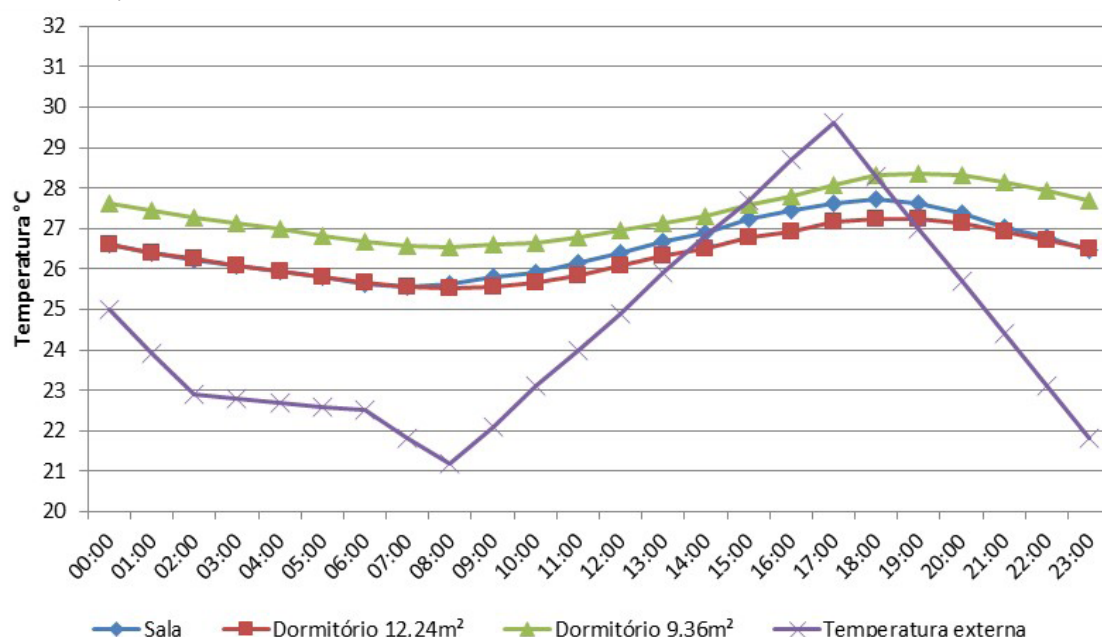
Constatou-se que a sala não obteve o nível mínimo de desempenho, diante disso, a NBR 15575-1 (ABNT, 2013) aponta que se a residência não atende às diretrizes descritas para verão, ela deverá ser simulada outra vez, considerando as seguintes alterações:

- Ventilação: configuração da taxa de ventilação de cinco renovações do volume de ar do ambiente por hora (5,0 ren/h) e janelas sem sombreamento;
- Sombreamento: inserção de proteção solar externa ou interna da esquadria externa com dispositivo capaz de cortar no mínimo 50 % da radiação solar direta que entraria pela janela, com taxa de uma renovação do volume de ar do ambiente por hora (1,0 ren/h);

— Ventilação e sombreamento: combinação das duas estratégias anteriores, ou seja, inserção de dispositivo de proteção solar e taxa de renovação do ar de 5,0 ren/h. (NBR 15575-1, 2013, p. 36).

Para atender as exigências estabelecidas pela norma, a residência foi simulada novamente, com uma taxa de ventilação de 5 ren/h e janelas sem sombreamento. Nessa condição, os resultados obtidos não foram expressivos e a sala continuou sem atender o nível estipulado pela norma. Dessa forma, os ambientes foram simulados com sombreamento e 1 ren/h (Tabela 5).

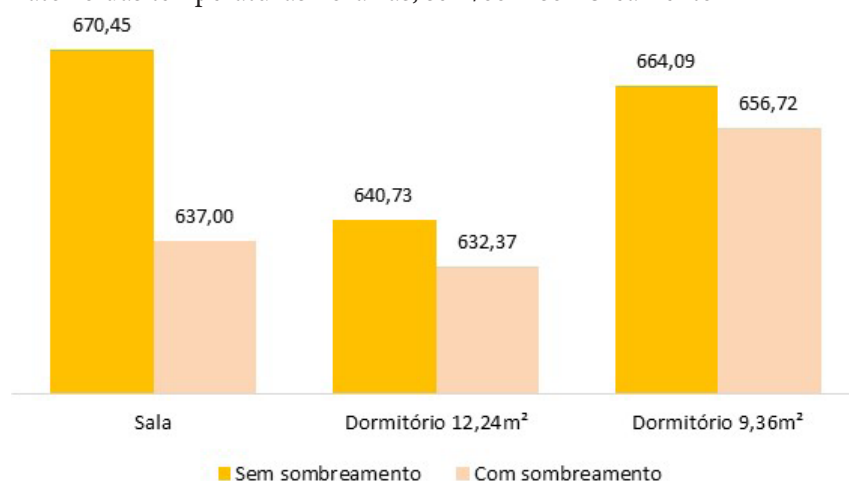
A Figura 7 ilustra o gráfico com os valores horários de temperaturas de cada ambiente para o dia típico de verão, considerando sombreamento e 1 ren/h.

Figura 7 – Valores horários de temperaturas dos ambientes para o dia típico de verão, com sombreamento e 1 ren/h


Através da Figura 7 constata-se que na condição de 1 ren/h e sombreamento, as temperaturas horárias da sala foram reduzidas, estas praticamente equipararam-se com as do dormitório de 12,24m², cuja janela está orientada à norte e a maior área de fechamento opaco está localizada à leste. Ainda, observa-se que o dormitório de

9,36m² possui as maiores temperaturas horárias, ocasionando análises de que há um considerável ganho através do fechamento opaco.

Considerando os apontamentos acima, realizou-se o gráfico da Figura 8 que mostra, a partir do somatório das temperaturas horárias, a influência da presença do sombreamento.

Figura 8 – Somatório das temperaturas horárias, sem/com sombreamento


Verifica-se que houve uma diminuição de 1% do total das temperaturas dos dormitórios e de 5% do total das temperaturas da sala. Esse dado é mais expressivo neste ambiente por conta da janela orientada à oeste.

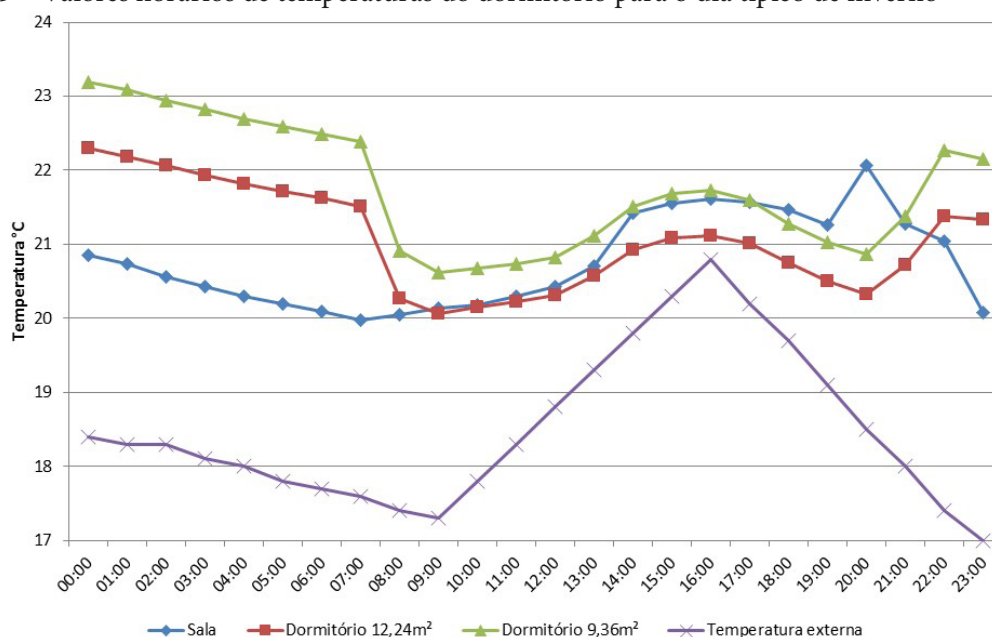
A Tabela 5 apresenta o nível de desempenho térmico obtido através da simulação de verão com a existência de proteção solar e 1 ren/h.

Tabela 5 – Níveis dos ambientes no verão com sombreamento e 1 ren/h

AMBIENTE	Temp. Ext. Máx. (°C)	Temp. Int. Máx. (°C)	Nível de desempenho
Sala	29,6	27,71	M
Dormitório 12,24 m²	29,6	27,25	I
Dormitório 9,36 m²	29,6	28,37	M

Observa-se que dormitório de 12,24m² atingiu nível intermediário, já a sala diminuiu a temperatura em 2°C atingindo o nível mínimo.

A Figura 9 corresponde ao gráfico com os valores horários de temperaturas e a Tabela 6 ilustra os níveis de desempenho térmico obtidos a partir dos critérios expostos na Tabela 2.

Figura 9 – Valores horários de temperaturas do dormitório para o dia típico de inverno


Observa-se (Figura 9) que o dormitório de 9,36m² apresenta as temperaturas mais altas, em comparação com os outros ambientes, por conta dos ganhos através do fechamento transparente orientado à norte e do fechamento opaco à oeste.

Seguidamente está o dormitório de 12,24m² cujos ganhos são provenientes do fechamento transparente a norte e a parede à leste. Na sala, por volta das 13:30h, há um aumento das tempe-

raturas, resultante dos ganhos através da janela orientada à oeste.

As análises comprovam a importância da escolha adequada dos materiais que compõem os fechamentos opacos, orientação das janelas, assim como estudar a inserção de elementos que amenizem a incidência da radiação solar, porém sem prejudicar o período de inverno.

A Tabela 6 ilustra o nível de desempenho térmico obtido através da simulação de inverno.

Tabela 6 – Desempenho térmico dos ambientes no inverno

AMBIENTE	Temp. Ext. Mín. (°C)	Temp. Int. Mín. (°C)	Nível de desempenho
Sala	17	20,00	M
Dormitório 12,24 m ²	17	20,06	M
Dormitório 9,36 m ²	17	20,62	M

Analisando a Tabela 6 verifica-se que na condição de inverno todos os ambientes obtiveram nível mínimo de desempenho térmico.

5 CONCLUSÕES

A presente pesquisa objetivou a avaliação de uma edificação unifamiliar de cunho social, através da aplicação do método de simulação da NBR 15575 (ABNT, 2013). Diante disso, na primeira simulação realizada, verificou-se que todos os ambientes do protótipo apresentaram nível mínimo de desempenho, com exceção da sala de estar que, no período de verão, não atingiu nenhum dos níveis.

O aumento da taxa de renovação do ar mostrou-se ineficaz para a melhoria dos níveis dos ambientes da edificação objeto de estudo, porém a inserção de um dispositivo de sombreamento bloqueando 50% da radiação solar elevou para nível intermediário o dormitório de 12,24m² e a redução em até 2°C da temperatura da sala de estar, atingindo nível mínimo de desempenho térmico.

Constatou-se que a presença de sombreamento nas aberturas é essencial para a redução da temperatura interna dos ambientes e, consequentemente, é um elemento importante para a obtenção de um desempenho térmico satisfatório.

Observou-se que a edificação apresenta problemas de desconforto, principalmente, no período de verão, o que conduz a investigações e a inclusão de estratégias que melhorem essa condição.

Outros pontos relevantes a serem analisados são a avaliação apenas para o dia típico de verão e

de inverno, temperaturas máximas e mínimas e a exclusão de fontes internas de calor, esses fatores, de certa maneira, direcionam para análises muito específicas e superficiais, gerando a necessidade de maiores estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15220 *Desempenho térmico de edificações* - Parte 1, 2 e 3. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15575: *Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos* - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 9077: *Saídas de emergência em edifícios*. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- BAGNATI, M. M. *Zoneamento Bioclimático e Arquitetura Brasileira: Qualidade do Ambiente Construído*. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS, ago. 2013.
- DORNELLES, K. A. *Absortância solar de superfícies opacas: métodos de determinação e base de dados para tintas látex, acrílica e PVA*. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- FLORES, M. G. *Geração da base climática de Santa Maria -RS- para análise de desempenho térmico e eficiência energética de edificações*. 2014. 114p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

- GONÇALVES et al. *Ambiente construído, clima urbano, utilização racional de energia nos edifícios da cidade de Lisboa*. Lisboa, INETI, 2004.
- GRIGOLETTI, G. de C. *Método de Avaliação de Desempenho Higrotérmico de Habitações Térreas Unifamiliares de Interesse Social para Porto Alegre* – RS. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS, 2007.
- INSTITUTO DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO). *Requisitos Técnicos da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Residenciais – RTQ-R*. Brasil, 2012.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. *Eficiência energética na arquitetura*. 3 ed. São Paulo: ProLivros, 2014.
- MENDES, N. et al. *Uso de instrumentos computacionais para análise do desempenho térmico e energético de edificações no Brasil*. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 5, n. 4, p. 47-68, out. /dez. 2005.
- MIRANDA, S. A. *Desempenho térmico em dormitórios e consumo de energia elétrica residencial: estudo de caso em Cuiabá – MT*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental, da Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2011.
- PEREIRA, C. D. *A Influência do Envelope no Desempenho Térmico de Edificações Residenciais Unifamiliares Ocupadas e Ventiladas Naturalmente*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC, fev. 2009.
- RUSSI, M. et al. *Estratégias construtivas na busca de conforto térmico e eficiência energética em edificações unifamiliares de interesse social nas zonas bioclimáticas 1, 2 e 3 brasileiras*. *Revista de Arquitetura da IMED*, 2012.
- SORGATO, M. J. *Desempenho Térmico de Edificações Residenciais Unifamiliares Ventiladas Naturalmente*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC, nov. 2009.

Performance thermal housing: standard NBR 15.575

ABSTRACT

This article aims to evaluate the thermal performance of a social housing located in Bioclimatic Zone 2 Brazilian, through the application of simulation method of NBR 15.575 (ABNT, 2013). The projet-ual housing design aims to provide energy efficiency and better thermal comfort conditions to the residents, attending to several factors, such as the ideal choice of locks, solar orientation, and reuse of materials, solar collector and cistern. The results showed minimum level of thermal performance in most environments, with the exception of the living room that does not hit in the summer period, the minimum level. This fact stimulates analyzes about the effectiveness of simplified method compared to the simulation method, also found that increasing the air exchange rate was not significant, however, the shading of the openings was effective for best results.

Keywords: Thermal performance. NBR 15.575. Computer simulation. Social Housing.