



AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO DE PROTÓTIPO DE UNIDADE HABITACIONAL PRÉ-MOLDADA DE PLACAS LISAS CIMENTÍCEAS EM ZONA BIOCLIMÁTICA 2 (INVERNO)

Antonio César Silveira Baptista da Silva (1); Margarete R. de Freitas Gonçalves (2);

(1) Departamento de Tecnologia da Construção – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Federal de Pelotas, Brasil – e-mail: acsbs@ufpel.edu.br
(2) Departamento de Tecnologia da Construção – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Federal de Pelotas, Brasil – e-mail: magon.sul@terra.com.br

RESUMO

Neste trabalho é apresentada uma análise de desempenho térmico de uma edificação de interesse social desenvolvida com placas de chapas cimentícias e madeira de reflorestamento para o período de inverno do sul do país. Esta mesma edificação já foi analisada quanto ao seu comportamento durante o verão com resultados bastante positivos, embora com a indicação de algumas melhorias. A análise no período de inverno da região sul do país, bem mais rigoroso, exigem bem mais dos elementos e da técnica construtiva da edificação. A avaliação de desempenho térmico deste protótipo no período de inverno foi obtida através de medições *in loco* com registro horário de temperatura e umidade externa e interna. As propriedades térmicas do envelope da edificação foram calculadas segundo a norma NBR 15.220 – Desempenho Térmico de Edificações - e as condições de conforto analisadas segundo a carta bioclimática de Givoni. A análise de desempenho para o período de inverno demonstrou uma necessidade de melhorias, principalmente na cobertura da edificação.

Palavras-chave: habitação de interesse social, desempenho térmico, conforto térmico.

1 INTRODUÇÃO

Poucos são os trabalhos que envolvem monitoramento contínuo de edificações, por períodos representativos das variações climáticas ao longo do ano (MORELLO, 2005). Mais especificamente, muito raramente são construídos protótipos de edificações de interesse social, para que estas possam ser avaliadas por longos períodos.

Assim, o desempenho térmico real das habitações geralmente é desconhecido e, de um modo geral, pouco considerado na concepção do projeto. Esta lacuna, entre o objeto concebido e a avaliação de desempenho deste, impede que o projeto seja aperfeiçoado e atenda integralmente às necessidades do ser humano.

Este protótipo foi monitorado continuamente de novembro de 2006 a julho de 2008. O desempenho para as condições de verão foi publicado por Silva e Gonçalves (2008). Nesta oportunidade são apresentados os resultados do período de inverno com os dados coletados através de medições *in loco* durante o período de 01 de maio de 2007 a 31 de agosto de 2007 com registro de dados de hora em hora de temperatura e umidade externa e interna, em cada um dos compartimentos.

As propriedades térmicas da envoltória, calculadas segundo a norma **NBR 15.220 – Desempenho Térmico de Edificações**, foram comparadas com os limites sugeridos pela mesma norma e com os dados obtidos *in loco*, que também foram comparados aos critérios do NBR 15575 – **Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos** (GONÇALVES e SILVA, 2007).

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho térmico de Unidade Habitacional Pré-Moldada de Placas Lisas Cimentícneas construído às margens BR 392, no distrito denominado Povo Novo, no município de Rio Grande, Rio Grande do Sul, a cerca de 25 km do centro de Pelotas.

3 METODOLOGIA

3.1 Objeto de estudo

A edificação foi estruturada em montantes de madeira de eucalipto, com densidade de massa entre 800 e 1000 kg/m³. O fechamento externo foi feito com chapas lisas cimentícneas de 1,20x3,00 com 10mm de espessura e densidade de 1700kg/m³, fixadas com parafusos diretamente nos montantes, enquanto que o fechamento interno, tanto paredes como forros, foi feito com madeira de lambris de pinus de 10cm de largura, 5mm de espessura e densidade entre 450 e 600 kg/m³.

O fechamento das empenas foi feito com telhas de fibro-cimento de 6mm de espessura posicionadas verticalmente e pintadas na cor da casa, que neste caso é amarela. A cobertura com um telhado em 2 águas com a cumeeira em níveis diferentes, possui uma inclinação de 20° ou 36,4% e um beiral de 30cm, conforme Figura 1. As telhas são de fibro-cimento de 6mm, com densidade de 1600 kg/m³, aparafusadas em terças de eucalipto com seção de 8x8cm. Sob o telhado foi colocado um forro de lambri de pinus de 10cm de largura e 5mm de espessura, pregado nas linhas da tesoura, acompanhando a inclinação do telhado, com câmara de ar de 17cm, não ventilada.

As janelas são de madeira de eucalipto do tipo guilhotina com venezianas de duas folhas de abrir, 1,20x1,0/1,10 e janela do banheiro de madeira, estilo maxi-ar, 60x60/1,50.

3.2 Cálculo das propriedades térmicas e a avaliação segundo critérios da NBR 15.220

Segundo a **NBR 15220 – Desempenho Térmico de Edificações** – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, a região onde está implantado o protótipo corresponde a Zona Bioclimática 2, que predomina no Rio Grande do Sul e Região Sul do Brasil, cujas condições de inverno são suficientemente rigorosas para necessitar de aquecimento artificial, conforme as recomendações apresentadas na Figura 2.



Figura 1 - Vista do acesso principal (sul)

Recomendações para a Zona Bioclimática		
Propriedades	Paredes	Coberturas
U [W/m ² .K]	< 3,0	< 2,0
Atraso [horas]	< 4,3	< 3,3
Fator Solar [%]	< 5,0	< 6,5
Área de aberturas (% do piso)	15 a 25	
Inverno	Aquecimento solar da edificação	X
	Paredes internas pesadas	X
	Aquecimento artificial necessário	X
	Permitir a insolângão dos ambientes	X
Verão	Refrigeração evaporativa	
	Inércia térmica para resfriamento	
	Ventilação cruzada	X
	Ventilação seletiva (alguns horários)	
	Ventilação cruzada permanente	
	Refrigeração artificial necessária	
	Sombrear aberturas (proteção solar)	

Figura 2 - Zona Bioclimática 2

Fonte: Programa ZBBR

As Tabelas 1 e 2 apresentam as propriedades térmicas das paredes externas e da cobertura, calculados segundo a norma **NBR 15.220 – Desempenho Térmico de Edificações – Parte 2**.

Tabela 1- Propriedades térmicas da parede externa em comparação com a NBR 15.220.

	Transmitância térmica (U) [W/(m ² .K)]	Atraso térmico (φ) [horas]	Fator Solar (FS) [%]
NBR 15220	<3,0	<4,3	<5,0
PROTÓTIPO	2,37	1,04	3,79
AVALIAÇÃO	adequado	adequado	adequado

Tabela 2- Propriedades térmicas da cobertura em comparação com a NBR 15.220.

	Transmitância térmica (U) [W/(m ² .K)]	Atraso térmico (φ) [horas]	Fator Solar (FS) [%]
NBR 15220	<2,0	<3,3	<6,5
PROTÓTIPO	3,03	0,67	3,63
AVALIAÇÃO	inadequado	adequado	adequado

Para a análise de desempenho de inverno o fator solar (FS) não é relevante, pois refere-se ao potencial de aquecimento devido à absorção de radiação solar e transmissão para o interior da edificação. A transmitância térmica da cobertura, calculada para o período de inverno, ultrapassou os limites estabelecidos pela NBR 15.220. Para o período de verão esta já havia se mostrado ligeiramente superior ao limite, atingindo o valor de 2,13 W/(m².K).

A Tabela 3 demonstra a relação de piso e abertura dos ambientes de permanência prolongada.

Tabela 3- Área das aberturas em comparação com a NBR 15220.

Ambiente	Área de janela (insolação)	Abertura efetiva (ventilação)	Área do piso	Percentual	
				insolação	ventilação
Sala de estar	1,20 m ²	0,60 m ²	9,36 m ²	12,82%	6,41%
Dormitório 1	1,20 m ²	0,60 m ²	8,71 m ²	13,78%	6,89%
Dormitório 2	1,20 m ²	0,60 m ²	8,71 m ²	13,78%	6,89%
Cozinha	1,20 m ²	0,60 m ²	5,57 m ²	21,54%	10,77%

As áreas de abertura efetiva para ventilação em relação à área de piso não atendem às especificações da NBR 15220 – Parte 3. No entanto, como verificado por Silva e Gonçalves (2008), não comprometeram o desempenho térmico da edificação durante o verão, que, mesmo com as aberturas mantidas fechadas durante todo o tempo de monitoramento, proporcionou conforto em 80% do tempo

nos ambientes de permanência prolongada e aprovação pelos critérios da NBR 15.575 em mais de 94% das horas de verão. Desta forma, para as condições de inverno o mais importante é a área de insolação proporcionada pelas aberturas.

3.3 Mediçãoes *in loco*

As medições *in loco*, apresentadas neste trabalho, foram realizadas no interior da residência durante o período de 01 de maio de 2007 a 31 de agosto de 2007, de hora em hora, totalizando 2951 horas.

Os dados externos de temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos através da instalação de um sensor externo na própria residência, no alpendre que dá acesso à cozinha, a uma altura de 2,45m, protegido da radiação solar. Durante as medições de inverno as venezianas eram sistematicamente abertas durante o início da manhã e fechadas ao final do dia, propiciando o aporte de radiação solar e evitando o resfriamento da edificação com o chegar da noite. Todos os ambientes foram medidos com portas e janelas fechadas, permitindo-se a infiltração de ar pelas frestas existentes nas portas e janelas.

Os dados internos foram coletados em 5 pontos da edificação, instalados a uma altura de 1,20m em relação ao piso, conforme a NBR 15.575, e localizados conforme Figura 3. A divisória entre a sala e a cozinha compõe-se de uma bancada de apenas 1,35m. Não há equipamentos instalados.

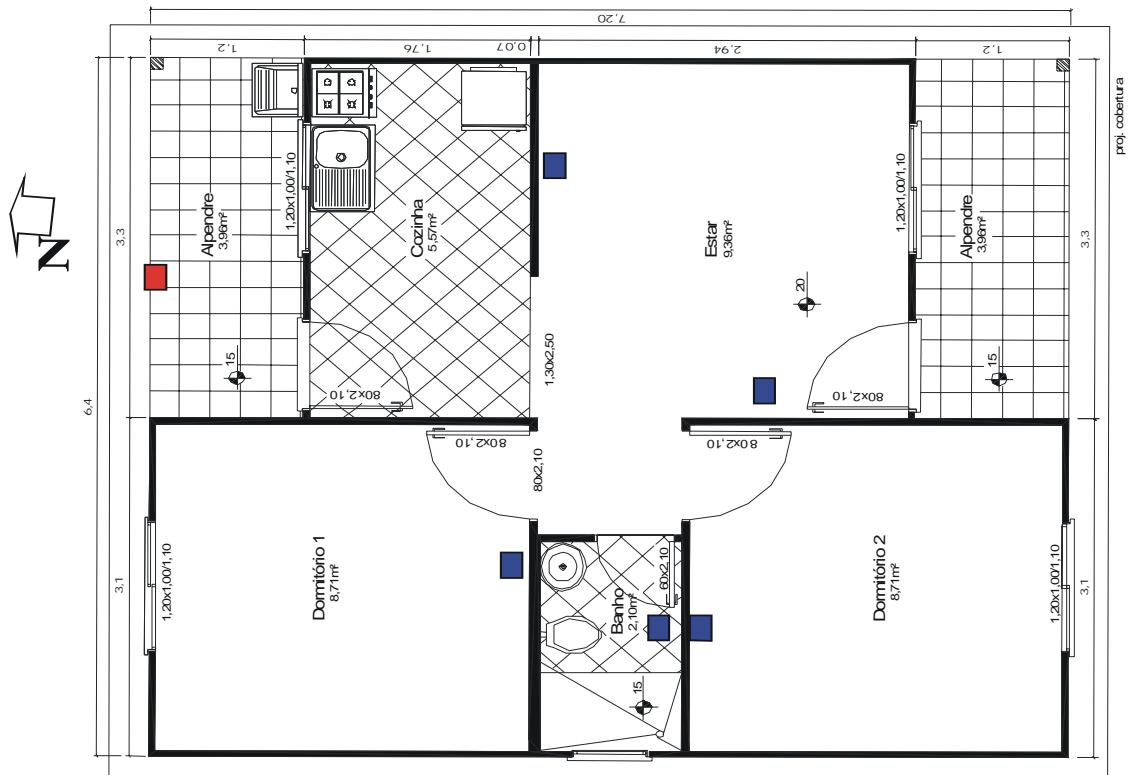


Figura 3 - Localização dos sensores de temperatura e umidade.

Legenda:

- sensor interno
- sensor externo

3.4 Equipamentos

Os dados foram coletados através da instalação de cinco sensores do tipo registrador microprocessado (modelo Hobo H08-003-02) para aquisição de dados de temperatura e umidade relativa do ar para ambientes internos (de -20 a +70°C e 25% a 95% para umidade relativa) e de um sensor do tipo registrador microprocessado (modelo Hobo H08-032-08) para aquisição de dados de temperatura e umidade relativa do ar para ambientes externos (de -30 a +50°C e 00% a 100% para umidade relativa). Os sensores foram calibrados antes e depois da instalação para verificar possíveis discrepâncias dos dados.

3.5 Apresentação geral dos dados coletados

Devido ao extenso número de dados coletados, é apresentado um resumo dos dados gerais obtidos no período de medição. A Figura 4 apresenta um gráfico de temperatura externas máximas, médias, e mínimas para cada um dos dias medidos no período, no qual se pode verificar que o período se caracterizou por temperaturas baixas com médias em torno dos 10°C e mínimas atingindo valores pouco acima dos 0°C. Apesar disso, alguns dias apresentaram temperaturas acima dos 25°C.

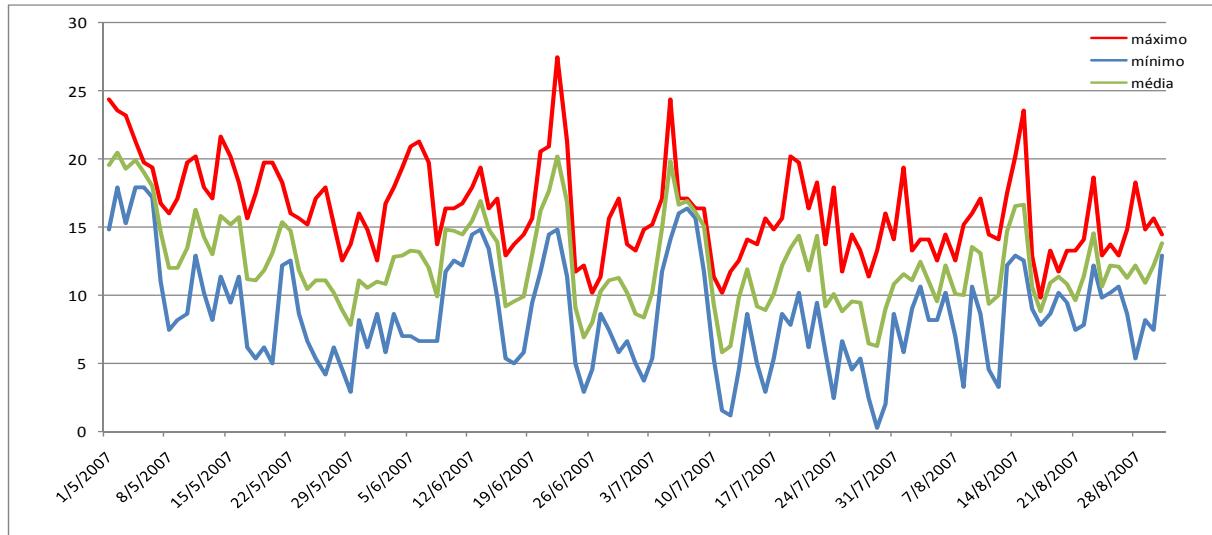


Figura 4 – Resumo das condições externas diárias durante o período de medição

Na Tabela 4 são apresentados os valores máximos, médios, mínimos e amplitude de temperatura e umidade e em cada um dos compartimentos e do ambiente externo.

Tabela 4 – Resumo das condições externas e internas de temperatura e umidade no período medido

VALOR	SENSOR EXTERNO		COZINHA		DORMITÓRIO 1		DORMITÓRIO 2		BANHEIRO		SALA	
	T (°C)	RH (%)	T (°C)	RH (%)	T (°C)	RH (%)	T (°C)	RH (%)	T (°C)	RH (%)	T (°C)	RH (%)
Máximo	27,5	100,0	21,3	91,8	22,1	83,8	22,5	89,3	26,3	89,2	22,5	83,9
Médio	12,4	73,5	12,9	69,5	13,8	66,9	13,5	67,0	13,5	68,8	12,9	70,2
Minimo	0,3	30,3	2,9	46,2	4,6	41,8	3,7	39,7	4,2	39,9	3,7	42,9
Amplitude	27,2	73,7	18,4	45,6	17,5	42,0	18,7	49,6	22,2	49,3	18,7	41,0

A Tabela 4 demonstra que a temperatura máxima absoluta interna foi menor do que a externa em todos os compartimentos. O mesmo ocorreu com a umidade relativa máxima absoluta. Pode-se observar também que a temperatura mínima absoluta interna foi maior do que a externa em todos os compartimentos. O mesmo ocorreu com a umidade relativa mínima absoluta. Isso resultou em uma menor variação (amplitude) das condições climáticas no interior da edificação.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Para analisar o comportamento da edificação diante das condições de inverno foram escolhidos os dias que apresentaram as condições mais extremas no período. Salientam-se os seguintes dias:

- a) dia de menor temperatura média
- b) dia de menor temperatura mínima
- c) dia de menor temperatura máxima
- d) dia de maior amplitude térmica

Todos estes dias são analisados tomando-se um período de cinco dias, sendo dois dias antes e dois dias depois. Todos os dias ocorreram no mês de julho, com exceção do dia de menor temperatura máxima, que ocorreu em agosto.

A Figura 5 demonstra o dia de menor temperatura média (11/07/2007), seguido por dois dias antes e dois dias depois. Neste dia a temperatura média foi de 5,8°C, mas a temperatura mínima externa ocorreu às 6:00h do dia 12/07/2007, atingindo 1,17°C. A seqüência de temperaturas baixas iniciou às

18h do dia 9/07, quando a temperatura estava acima dos 15°C. Apesar da temperatura interna acompanhar a queda da temperatura externa nos primeiros momentos do dia 10, aquela manteve-se mais elevada em cerca de 3°C em todo o período, nos dormitórios e banheiro, enquanto a sala e a cozinha apresentaram os mesmo valores da temperatura externa, quando esta atingia os valores mais altos. No entanto, percebe-se a mesma amplitude térmica externa no interior da edificação, demonstrando pouca capacidade de amortecimento no período. Este comportamento difere muito do observado durante o verão, quando a edificação proporcionava um amortecimento de 7°C.

Dentre os ambientes internos os dormitórios e o banheiro apresentaram as temperaturas mais elevadas. O retardo térmico foi de cerca de 2 horas para a queda de temperatura, e cerca de 3 horas para a elevação da temperatura externa. Esta diferença já havia sido observada para as condições de verão. Os dias deste período são predominantemente frios e as condições internas foram sempre abaixo das condições de conforto, embora melhores do que as condições externas.

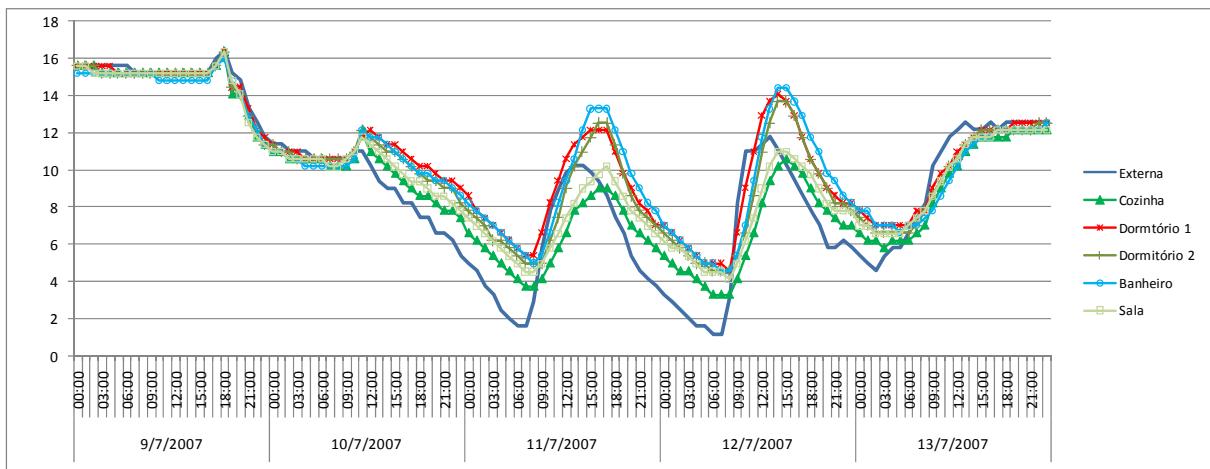


Figura 5 – Período de cinco dias que contém o dia (11/07/2007) com **menor temperatura média** (5,8°C)

A Figura 6 demonstra o dia de menor temperatura mínima (29/07/2007), seguido por dois dias antes e dois dias depois. Este dia caracteriza-se por uma noite muito fria, atingindo 0,29°C às 6h do dia 29/07. Porém a edificação, como no caso anterior, manteve-se cerca de 3°C superior a temperatura externa. Novamente, como no caso anterior, a sala e a cozinha acompanharam a temperatura externa quando esta atingiu seu máximo valor, enquanto os dormitórios e o banheiro estiveram 3°C acima.

Quando a temperatura externa tende a pouca variação, verifica-se que a temperatura interna tende a se aproximar desta, ficando cerca de apenas 1°C superior. Isso é o que acontece na madrugada do dia 30 e que já havia sido percebido no dia 9.

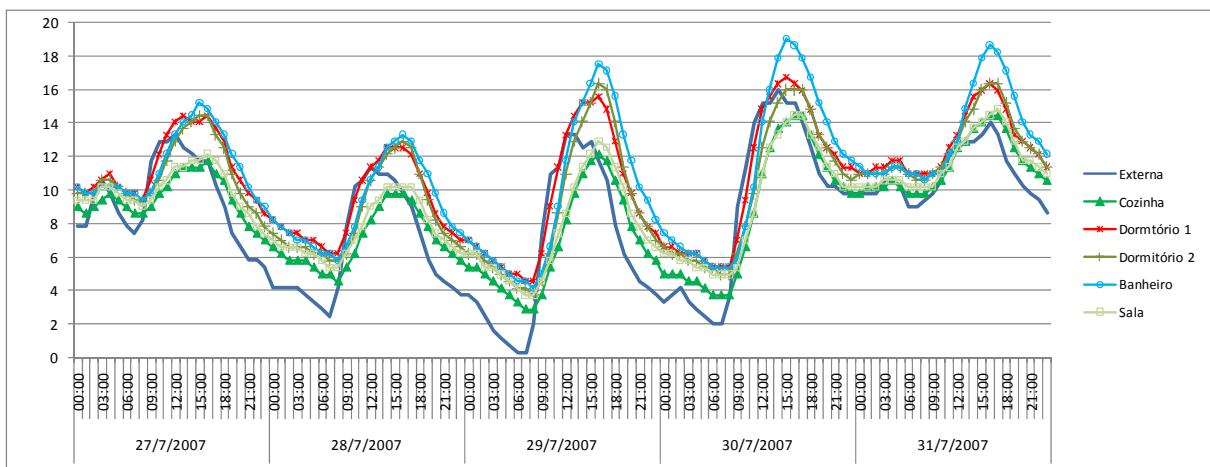


Figura 6 – Período de cinco dias que contém o dia (29/07/2007) com **menor temperatura mínima** (0,29°C)

Durante todo o período de monitoramento o atraso térmico oscilou entre 1 e 3 horas, sendo predominante o atraso de 2 horas, que é superior ao atraso calculado e apresentado nas tabelas 1 e 2 para os elementos isolados.

A Figura 7 demonstra o dia de menor temperatura máxima (17/08/2007) seguido por dois dias antes e dois dias depois. Este dia caracteriza-se por pouca variação na temperatura externa, devido provavelmente a uma seqüência de dias nublados ou chuvosos, bastante típicos no inverno no sul do Brasil. Como já havia sido comentado anteriormente, com a pouca variação da temperatura externa a temperatura interna tende a se aproximar desta. Neste caso, a associação da ausência de insolação, que minimiza os ganhos de calor pela edificação, com a alta nebulosidade durante a noite que minimiza as perdas, faz com que por mais de 4 dias a temperatura interna fique apenas cerca de 1°C superior a externa, porém acima dos 9°C. Dos casos analisados, este é o único em que a temperatura externa e interna não atingem valores inferiores a 9°C.

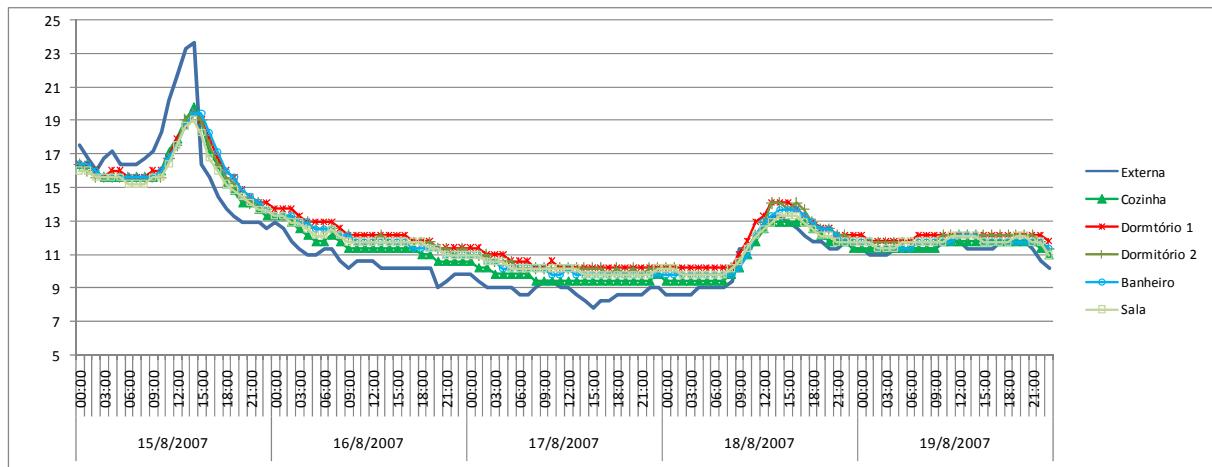


Figura 7 – Período de cinco dias que contém o dia (17/08/2007) com *menor temperatura máxima* (9,82°C)

A Figura 8 demonstra o dia de maior amplitude térmica (24/07/2007) seguido por dois dias antes e dois dias depois. Este dia caracteriza-se por uma grande variação na temperatura externa, partindo de 2,46°C às 7h a 17,9°C às 13h, mais de 15°C em 6 horas. Devido à rápida elevação da temperatura externa, diferentemente dos casos anteriores, a temperatura interna dos dormitórios e banheiro apenas conseguiu acompanhar ficando um pouco abaixo do pico, quando normalmente ficaria cerca de 3°C superior. A temperatura interna da sala e da cozinha que, normalmente ficaria próxima à temperatura externa, ficou cerca de 2°C inferior.

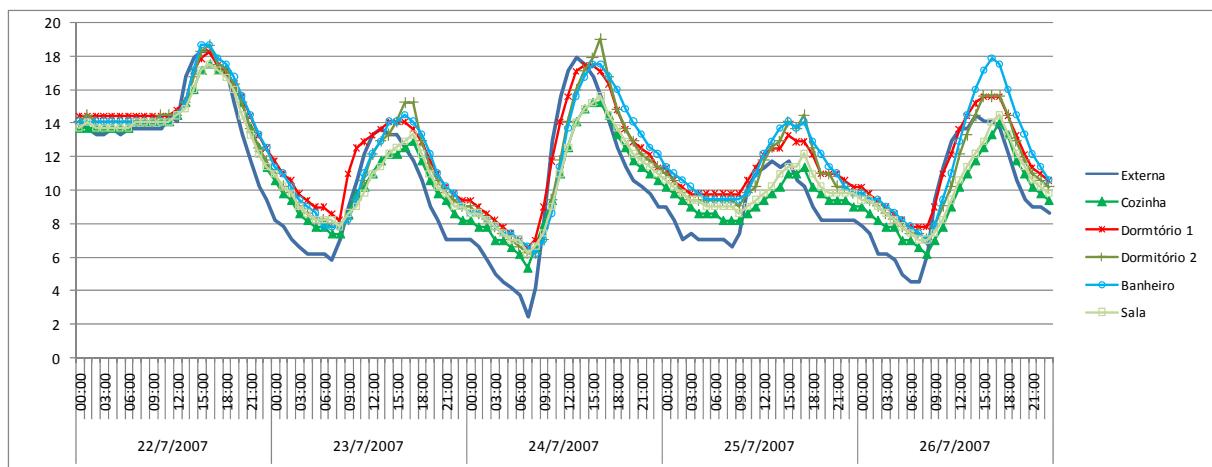


Figura 8 – Período de cinco dias que contém o dia (24/07/2007) com *maior amplitude térmica* (15,44°C)

As situações demonstradas nas figuras 5, 6, 7 e 8 representam as situações extremas do período, no entanto não representam o período monitorado. Assim, é apresentada uma análise geral da edificação de hora em hora, inserindo os valores observados na Carta Bioclimática de Givoni, utilizada como parâmetro para a classificação bioclimática da NBR 15.220 – Parte 3.

A Figura 9 apresenta, na Carta Bioclimática de GIVONI (1991), os dados coletados de temperatura externa, onde pode-se verificar a distribuição das temperaturas e umidades e as estratégias mais adequadas para o inverno.

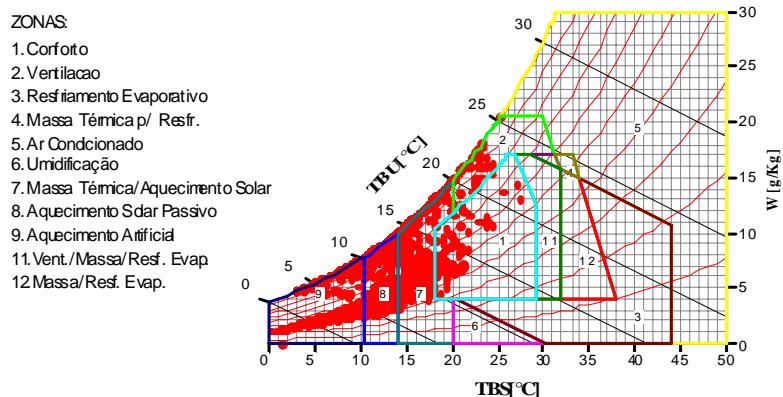


Figura 9 – Condições externas diárias durante o período de medição
Fonte: Programa Analysis Bio

O resultado da análise bioclimática, obtida através do programa AnalysisBio, desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE/USC) é apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Percentual de conforto e desconforto frente às condições externas

GERAL	Calor	Frio
»Conforto: 2,91%	»Ventilação: 2,47%	»Massa Termica/Aquecimento Solar: 31,1%
»Desconforto: 97,1%	»Massa p/ Resfr.: 0%	»Aquecimento Solar Passivo: 29,8%
- Frio: 94,6%	»Resfr. Evap.: 0%	»Aquecimento Artificial: 33,7%
- Calor: 2,47%	»Ar Condicionado: 0%	»Umidificação: 0%

As figuras 10 e 11 demonstram as condições internas no período de medição dos principais ambientes do protótipo. Pode-se verificar que houve significativa melhora das condições de conforto em relação ao ambiente externo, alcançando percentual de conforto em torno de 80% em todos os cômodos, apesar de o protótipo não ser ventilado no período de medição. No caso do ambiente ser ventilado, o percentual de conforto seria certamente superior ao constatado durante as medições, visto que a ventilação é a estratégia de conforto mais adequada para o período analisado, conforme Tabela 5.

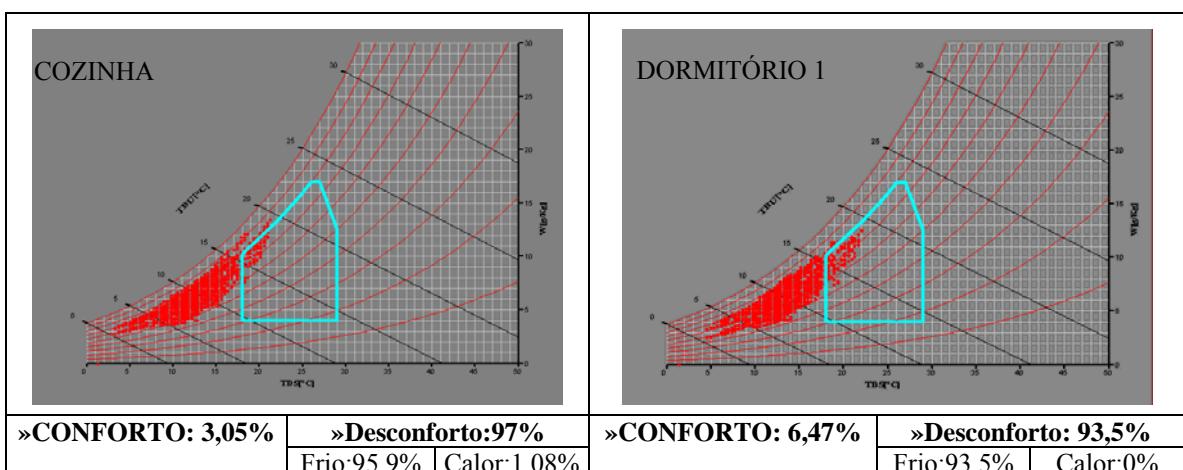


Figura 10 – Percentual de conforto da cozinha e dormitório 1 durante o período de medição

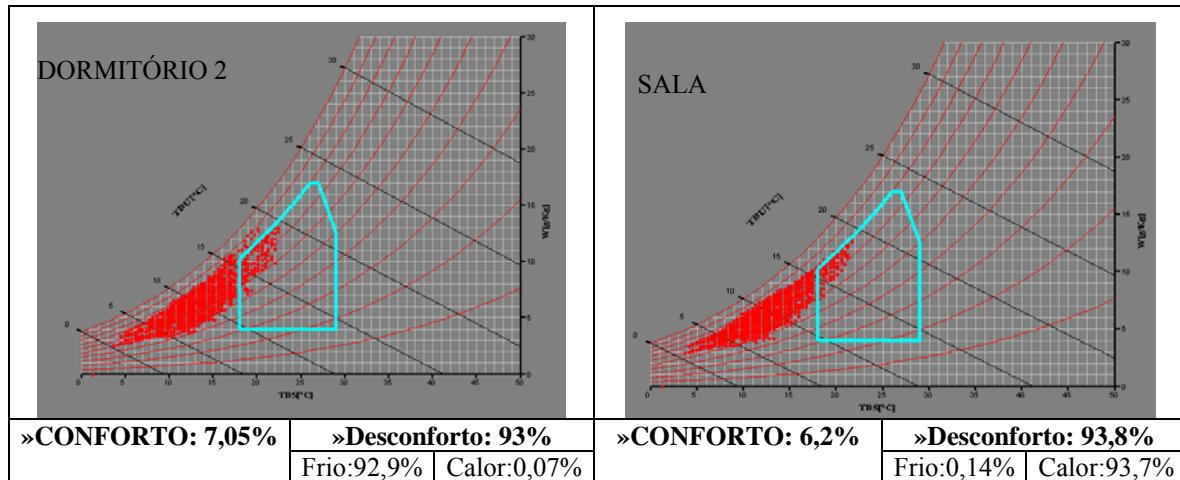


Figura 11 – Percentual de conforto do dormitório 2 e sala durante o período de medição

Por sua vez, NBR 15.575, estabelece critérios para avaliação do desempenho térmico no período do inverno, por meio da realização de medições em edificações ou protótipos construídos.

Tabela 6 - Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de inverno

Nível de desempenho	Critério	
	Zonas bioclimáticas 1 a 5 ¹	Zonas bioclimáticas 6 a 8
Mínimo	Valor mínimo diário da temperatura da ar interior $\geq 12^\circ\text{C}$	Nestas zonas este critério não precisa ser verificado
Intermediário	Valor mínimo diário da temperatura da ar interior $\geq 15^\circ\text{C}$	
Superior	Valor mínimo diário da temperatura da ar interior $\geq 18^\circ\text{C}$	

¹ Nas zonas 1 e 2 o critério deve ser verificado considerando-se uma fonte interna de calor de 1.000 w.

Fonte: NBR 15.575

Adotando-se os limites correspondentes a Zona Bioclimática 2 e fazendo-se uma análise horária dos dados coletados, obtém-se a Tabela 7 que demonstra o percentual de horas em cada nível de desempenho estabelecido pela Tabela 6.

Tabela 7- Desempenho da edificação em percentual de horas

DESEMPENHOS APROVADO			DESEMPENHOS REPROVADO
SUPERIOR	INTERMEDIÁRIO	MÍNIMO	
8,43%	15,68%	33,03%	42,85%
57,15%			
100,00%			

Através da Tabela 7 pode-se observar que, do tempo total medido (2951 horas), em 57,15% (1686 horas) a edificação tem desempenho aprovado, sendo 8,43% (249 horas) classificado como nível superior, 15,68% (463 horas) em nível intermediário e 33,03% (975 horas) em nível mínimo. Em 42,85% (1265 horas) a edificação apresenta comportamento inadequado. Quanto a este último aspecto cabe ressaltar que a NBR 15.575 estabelece que para a zona 2 deve-se considerar uma fonte interna de 1.000 W de calor e no protótipo analisado não haviam fontes internas de calor.

5 CONCLUSÕES

A comparação com a NBR 15.220 apontou que as paredes atendem a especificação. No entanto, a cobertura da edificação está aquém da especificação mínima e pode ser uma das causas do desempenho da edificação durante o inverno. A transmitância da cobertura, que para as condições de

verão não gerou maiores problemas, deve ser melhorada de modo que não ultrapasse o valor de 2,0 W(m².K).

A NBR 15.220 estabelece aberturas efetivas para ventilação com 15% a 25% da área de piso. No caso do protótipo, as áreas para este fim não atenderam às especificações da NBR 15.220 – Parte 3, mas que para as condições de verão, segundo Silva e Gonçalves (2008), não ocasionou problemas no desempenho da edificação durante o verão. No entanto, nota-se que também a área envidraçada não atinge os valores sugeridos pela norma. Deste modo, a estratégia de aquecimento solar passivo fica prejudicada. A janela da cozinha é a única que atenderia à área especificada e mesmo assim é protegida por um beiral.

Tanto a NBR 15.220 quanto a NBR 15.575 prevêem que na zona bioclimática 2, durante o período mais frio do ano, se fará necessário aquecimento artificial. Desta forma, os resultados não surpreendem e não desabonam completamente a edificação. No entanto, as melhorias apontadas se fazem obrigatórias para que por menos tempo seja necessária a utilização de aquecimento artificial.

6 REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220 - Desempenho térmico de edificações**, Rio de Janeiro, 2005.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR – 15.575 - Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos**, Rio de Janeiro, 2004.

GIVONI, B. *Performance and applicability of passive and low-energy cooling systems*. In: Energy and Buildings, **Proceedings Energy and Buildings**, Vol. 17, pp.177-179, 1991.

GONÇALVES, M. R. F. e SILVA, A.C. S. B. Sistema Construtivo Habitacional com Materiais Cimentícios e Madeira de Reflorestamento Usado em Habitações de Interesse Social na Região Sul do RS. In: ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, **Anais do IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis**, Campo Grande, 2007 ANTAC , pp. 788-797.

MORELLO, A. **Avaliação do Comportamento térmico do Protótipo Habitacional Alvorada**. Dissertação de Mestrado submetida ao PPGEE – UFRGS. Porto Alegre, 2005.

SILVA, A. C. S. B. e GONÇALVES, M. R. F. Avaliação de desempenho térmico de protótipo de unidade habitacional pré-moldada de placas lisas cimentícias em zona bioclimática 2 (Verão). In: XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, **Anais XII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído**, Fortaleza, 2008 ANTAC.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao PROCEL/EDIFICA que possibilitou a aquisição dos equipamentos e aos técnicos do LABCEE (Laboratório de Conforto e Eficiência Energética), Líader da S. Oliveira e Antônio C. de Freitas Cleff, pela coleta de dados.