



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

VIIELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Búzios - RJ - 2011

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES DE INTERESSE SOCIAL EM SANTA MARIA – RS

Giane de C. Grigoletti (1); Renata Rotta (2); Sâmila Müller (3)

(1) Doutor, Professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, grigoletti@smail.ufsm.br

(2) Mestre, Professor do Instituto Federal Farroupilha, arqrotta@gmail.com

(3) Arquiteta e Urbanista, acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo, samila.muller@yahoo.com.br

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Campus da UFSM, Camobi, Santa Maria–RS, 97105-900, Tel.: (55) 3220 8771

RESUMO

Desde 2008, medições *in loco* em habitações de interesse social em Santa Maria estão ocorrendo com a intenção de verificar o desempenho térmico e propor padrões adequados à realidade local, cuja má qualidade é opinião geral. Este artigo apresenta os resultados correspondentes a um período caracterizado por condições de frio que complementam avaliações efetuadas para condições de calor para quatro tipologias de habitações de interesse social. Estas diferem pelo sistema construtivo (tijolo e bloco de concreto) e na orientação dos cômodos (a sudoeste e nordeste em um dos conjuntos e a norte e sul no outro). O objetivo é verificar seu desempenho térmico no que diz respeito ao sistema construtivo e à posição solar dos cômodos. Para tal, foram feitas medições com registradores contínuos de temperatura e umidade do ar localizados a 1,90m do piso fixados em dois cômodos de longa permanência (dormitório e sala) e no exterior sob beirais durante os meses de junho a agosto. Em etapa anterior, cujos resultados já foram publicados, foram aplicados questionários e verificada a conformidade com as normas brasileiras, bem como efetuadas medições para condição de calor. Na etapa apresentada neste artigo, pode-se verificar que as habitações apresentam um comportamento similar entre si, com uma leve vantagem para as casas construídas com tijolos e cobertura cerâmica. Quanto à orientação dos cômodos, os resultados confirmam a importância do aquecimento solar passivo para condições de frio (melhor desempenho das edificações com cômodos orientados a nordeste e norte). Apesar da conformidade com as normas brasileiras, as residências apresentam condições não satisfatórias de acordo com a opinião dos usuários e o limite mínimo para temperatura interior de 18°C para conforto térmico.

Palavras-chave: desempenho térmico, habitação de interesse social, medições *in loco*.

ABSTRACT

Since 2008 in situ measurements for typical Brazilian low cost housing have been taken in order to verify their thermal performance and to propose suitable patterns for local context that have been presented low performance according to occupants' opinion. This paper presents the results corresponding to a period characterized by cold conditions for low-cost housing and they complemented evaluation for summer conditions that has been published previously. The aim is verify the thermal performance in accordance to orientation of rooms (Southwest, Northeast, North and South) and constructive system (bricks and cement blocks). In situ measurements were obtained with dataloggers and thermal sensors located at 1.9m above the floor in living rooms and bedrooms and one sensor located outdoor under the eaves. The measurements were carried from June to August, 2010. Initially a survey was applied on occupants of houses and analyzed the concordance with Brazilian standards for transmittance and time delay of walls and roofs (already published) for heat conditions. The results indicated the same undesirable thermal behaviour for the four houses but with better performance for house built with bricks and ceramic tiles. The results reinforce the importance of solar passive heating for winter conditions (better performance for houses with living rooms and bedrooms orientated to Northeast and North). In general the houses presented indoor temperatures lower than 18°C and in accordance with occupants, a despite of their compliance with Brazilian standards.

Keywords: thermal performance, low cost housing, in situ measurements.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, habitação de interesse social (HIS) tem historicamente apresentado problemas de conforto térmico, levando à necessidade de climatização artificial, muitas vezes incompatível com a faixa de renda dos moradores. Por este motivo, este tipo de edificação tem sido objeto de avaliações constantes. Entre os diversos estudos, destacam-se aqueles que envolvem medições *in loco*, importantes para validar modelos físicos usados em simulações, além de permitirem a avaliação de edificações reais cuja modelagem pode exigir simplificações que comprometeriam sua acuracidade. Considerando-se essa abordagem, estudos específicos para o clima do Rio Grande do Sul e habitações unifamiliares foram realizados por Becker (1992), Morello (2005) e Grigoletti et al. (2009a,b), entre outros.

Becker (1992) submeteu um protótipo de HIS a medições *in loco* para um conjunto de dezesseis dias não consecutivos. Foram medidas a temperatura do ar interno, em quatro pontos, temperatura do ar externo, temperatura superficial interna, em onze pontos (incluindo a cobertura) e a temperatura de globo, em quatro pontos. As medições foram tomadas a 1,5m do piso e no centro geométrico dos cômodos. A autora concluiu, através de seu trabalho, que o protótipo apresentava um bom desempenho térmico nas condições abrangidas pelas medições (início do outono), que as temperaturas do ar interno da edificação sempre eram superiores a temperatura do ar externo, temperaturas do ar interno não variaram de forma significativa para os três cômodos onde foram feitas medições, sendo que as temperaturas mais altas foram verificadas para cômodos voltados a Nordeste. Os resultados indicam que, para pequenas edificações, a orientação dos cômodos parece ser indiferente do ponto de vista térmico. No entanto, os resultados atingidos foram influenciados pelo fato da edificação estar lacrada, não representando a condição real de uso.

Morello (2005) também submeteu um protótipo de HIS unifamiliar a medições durante um ano, perfazendo um total de 8.784 horas de medições, para temperatura do ar interno e umidade relativa do ar. As medições foram tomadas a 1,10m do piso. A edificação também estava desabitada. O autor concluiu que o protótipo apresentava um bom desempenho térmico, sendo que em aproximadamente 67% das horas as temperaturas estavam entre os intervalos de 18 a 29°C (zona de conforto conforme Givoni, 1992). Como foram feitas medições em apenas um ponto (sala/cozinha) não é possível verificar a variação das temperaturas internas por cômodo. Mas, como a edificação contempla a estratégia de aquecimento solar passivo, esta pode ter colaborado pelo bom desempenho térmico da mesma como um todo.

Desde 2009, Grigoletti et al. (2009a, 2009b; 2010) realizam medições *in loco* para diferentes tipologias de HIS unifamiliar, para Santa Maria, no Rio Grande do Sul. O município tem cerca de 260 mil habitantes, situa-se no interior do estado em uma região conhecida como Depressão Central. Esta região é caracterizada por temperaturas médias superiores a 20°C em pelo menos 5 meses do ano, velocidade média dos ventos de 2m/s com direção predominante de Leste, com ondas de calor frequentes (FORTES, 1959). Entre os meses de junho a setembro (inverno), a média das temperaturas mínimas varia entre 9°C a 10°C e entre os meses de dezembro a março, a média das temperaturas máximas varia entre 28°C a 30°C. Temperatura mínima e máxima registrada para o inverno e verão, entre 1961 a 1990, foram de -2,8°C e 40,2°C respectivamente (INMET, 2008). A cidade está situada na Zona Bioclimática 2, conforme classificação da NBR 15.220 (ABNT, 2005). Para esta zona, são aconselhadas as estratégias ventilação cruzada, aquecimento solar passivo, paredes e coberturas leves.

Em 2009, habitações de um, dois e três dormitórios foram submetidas a medições durante 14 dias do mês de outubro (primavera), para temperatura do ar interno e externo. Sensores (HOBO® da ONSET) foram situados a 2m do piso em paredes voltadas a Oeste a e a Sul. Os resultados apontaram que, para pequenas habitações, a orientação solar dos cômodos não interferiu de forma significativa nas temperaturas internas.

Em 2010, foram analisadas quatro habitações de um e dois dormitórios com diferentes orientações de cômodos (Nordeste, Noroeste, Sul e Norte) e dois sistemas construtivos (tijolos e blocos de concreto) para um período considerado representativo de condições de calor (com temperaturas externas próximas ou superiores a 29°C), durante os meses de janeiro a abril, perfazendo um total de 1.657 horas. Também foram aplicados questionários junto aos moradores. Os resultados encontrados corroboraram a importância da orientação solar das edificações e o uso de coberturas de menor transmitância térmica como forma de melhorar as condições de conforto por calor, bem como corroboraram a opinião de agentes públicos, que apontam o sistema construtivo com tijolos como melhor solução do ponto de vista térmico para a região.

Este artigo apresenta os resultados obtidos na avaliação de desempenho térmico das mesmas quatro habitações unifamiliares de interesse social citadas no parágrafo anterior, porém para um período caracterizado como condições de frio.

2. OBJETIVO


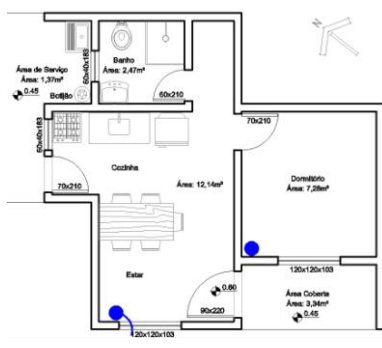
O objetivo da etapa objeto deste artigo é analisar o desempenho térmico de quatro habitações unifamiliares de interesse social de um e dois dormitórios, com diferentes orientações solares e sistemas construtivos (tijolos e blocos de concreto), frente a condições de frio.

3. MÉTODO

As habitações foram escolhidas a partir da percepção do poder público local como boa e má referência construtiva do ponto de vista térmico (baseados em reclamações dos usuários). Foram selecionadas duas habitações de um dormitório e sala com paredes que contêm janelas orientadas a Nordeste e Sudoeste (dormitório e sala), conforme indicado na tabela 1, construídas com parede externa de tijolo “de seis furos” na cor branca e cobertura com telha de fibrocimento e telha cerâmica. Também foram selecionadas duas habitações de dois dormitórios com paredes que contêm janelas orientadas a Norte e Sul (dormitório e sala), conforme tabela 1, construídas com parede externa composta por blocos de concreto na cor branca e cobertura com telha de fibrocimento. As habitações escolhidas mantêm sua característica original (sem ampliações) e pertencem a pessoas que concordaram em ter os equipamentos instalados em seu interior.


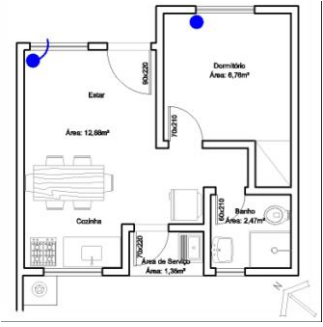

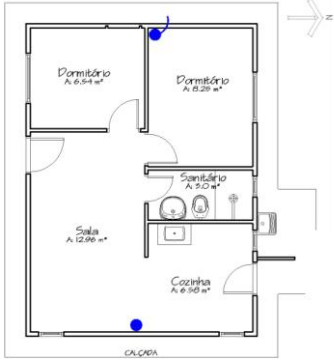

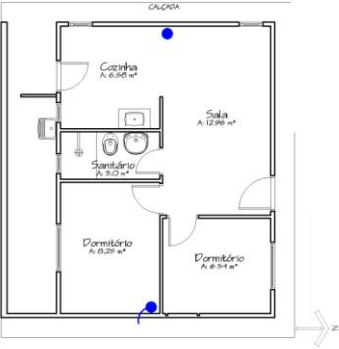
Para as medições *in loco*, foram utilizados aparelhos registradores contínuos de temperatura (*dataloggers*) HOBO® da Onset. Os aparelhos foram situados a 1,90m do piso em dormitórios e salas (cômodos de longa permanência) em cômodos voltados a Sudoeste, Nordeste, Norte e Sul (orientação das janelas dos cômodos). A tabela 1 apresenta o sistema de vedações das duas tipologias analisadas, sua planta baixa, com a localização dos sensores, e fotografias ilustrativas. As edificações estavam ocupadas durante o período das medições. Os aparelhos foram fixados nas paredes ou apoiados sobre móveis, sempre situados a 1,90m do piso para evitar que os usuários mexessem nos mesmos. Também foram instalados sensores externos sob os beirais das quatro habitações, indicados, na tabela 1, por um círculo e um traço com o objetivo de medir a temperatura externa do ar. Os aparelhos ficaram instalados de 08 de junho a 26 de setembro de 2010, perfazendo um total de 2.656 horas (valores registrados de hora em hora). Destas, foi selecionado um período composto de 2.000 horas que se caracterizava por condições de frio (temperatura média externa inferior a 18°C). São apresentados resultados relativos à temperatura média dos cômodos e ar externo, desvio padrão, ao número de horas de desconforto por frio, graus-hora e graus médio¹ para cada habitação, conforme limites da zona de conforto propostos por Givoni (1992), além de gráficos para um conjunto de dias selecionados a partir de menores temperaturas externas verificadas no período das medições.

Tabela 1 - Descrição das habitações analisadas

Habitação	Planta baixa	Materiais
<p>A - 1 dormitório</p> 		<ul style="list-style-type: none">- Paredes de tijolos de 6 furos na cor branca (30cm) com argamassa de revestimento em ambos os lados- Cobertura de telha de fibrocimento 6mm- Laje de concreto 8cm

¹ Segundo Goulart et al. (1998, p.6), graus-hora é o somatório da diferença de temperatura em uma base horária em relação a uma temperatura máxima ou mínima tomada como base. Papst (1999, p.50) sugere graus-médios como uma possível complementação da análise dos graus-hora, e é definido como a razão entre o somatório dos graus-hora pelo número de horas em que a temperatura esteve abaixo ou acima do valor de temperatura tomado como base.

Tabela 1 - continuação

<p>B – 1 dormitório</p> 		<ul style="list-style-type: none"> - Parede de tijolos de 6 furos na cor branca (30cm) com argamassa de revestimento em ambos os lados - Cobertura de telha cerâmica - Laje de concreto 8cm
<p>C – 2 dormitórios</p> 		<ul style="list-style-type: none"> - Parede de blocos de concreto na cor branca (10cm) com argamassa de revestimento em ambos os lados - Cobertura de telha de fibrocimento 6mm - Forro de madeira leve
<p>D – 2 dormitórios</p> 		<ul style="list-style-type: none"> - Parede de blocos de concreto na cor salmão (10cm) com argamassa de revestimento em ambos os lados - Cobertura de telha de fibrocimento 6mm - Forro de madeira leve

As quatro habitações analisadas localizam-se em uma zona urbana de baixa densidade. O bairro formado por edificações isoladas ou parcialmente isoladas no lote, de um só pavimento.

4. RESULTADOS

4.1. Quanto ao uso das edificações

As edificações encontravam-se ocupadas durante o período de medições. No entanto, as ações assumidas pelos moradores não puderam ser levantadas com precisão pelos pesquisadores. Também o número de pessoas que permaneciam nas edificações durante o dia e a noite e no decorrer da semana foi variável (entre dois a quatro moradores por habitação). Os moradores informaram, no momento da instalação dos equipamentos, que possuíam o hábito de abrir e fechar janelas, cortinas e venezianas conforme a sua percepção de calor ou frio, mas não informaram com precisão em que períodos ou horários do dia costumavam acionar os dispositivos tradicionais para ventilação e proteção contra radiação solar direta. Este comportamento reflete o hábito da maioria das pessoas em relação ao uso de tais dispositivos e, para um levantamento mais acurado, seriam necessários visitas diárias durante o período de medição, o que não estava ao alcance das possibilidades da pesquisa encaminhada. Para fins de análise, pressupôs-se que não houve um padrão reconhecível no uso das edificações durante o período de medições, o que estaria de acordo

com uma situação real, onde os usuários não estabelecem horários rotineiros na manipulação de dispositivos para controle do comportamento térmico de suas casas.

4.2. Temperatura média e desvio padrão

A tabela 2 apresenta resultados para temperatura máxima, temperatura mínima, média e desvio padrão para sala, dormitório e ar externo para as quatro habitações selecionadas.

Tabela 2 - Valores de temperatura mínima, máxima, média e desvio padrão para os cômodos das edificações submetidos a medições

Habitação	A		B		C		D	
Cômodo	Sala (SO)	Dorm. (SO)	Sala (NE)	Dorm. (NE)	Sala (O)	Dorm. (S)	Sala (L)	Dorm. (N)
Temp. mínima (°C)	3,7	5,8	5,8	6,2	4,6	7,4	5,81	7,8
Temp. máxima (°C)	29,9	27,9	30,7	29,5	29,5	27,5	29,5	28,7
Temp. média (°C)	15,4	16,0	16,3	16,3	15,6	15,9	16,15	17,0
Desvio padrão (°C)	5,0	4,5	4,5	4,5	4,7	4,2	4,66	4,2

Os valores de temperatura indicados na tabela 2 demonstram que a média da temperatura interna, para as quatro habitações, manteve-se abaixo dos 18°C, limite inferior da zona de conforto preconizada por Givoni (1992). Além disso, considerando-se a análise para condições de frio, as temperaturas mínimas apresentam-se bastante baixas. Considerando-se que a região é caracterizada por ondas de calor regulares e altas amplitudes térmicas, percebe-se a baixa inércia térmica das habitações. A inércia térmica maior seria uma propriedade desejável para um melhor desempenho neste caso.

As quatro habitações, a despeito de suas diferenças com relação ao sistema construtivo e orientação de cômodos, apresentaram um comportamento bastante similar para temperaturas internas médias, máximas e mínimas.

4.3. Números de horas de desconforto por frio

A tabela 3 apresenta a percentagem média de horas de desconforto por frio atingido em cada habitação para o período de medições considerando-se o limite inferior da zona de conforto de 18°C. Houve pouca diferença entre a percentagem verificada internamente e a externa, bem como entre cômodos e habitações, novamente confirmando o baixo desempenho térmico para condições de frio.

As habitações B e D, com orientações nordeste e norte, apresentaram um melhor comportamento das quatro. Este resultado indica que a orientação dos cômodos pode ter colaborado com o melhor resultado, mesmo que esta diferença seja pequena. Embora, para a habitação D, haja uma árvore localizada a Oeste, para a latitude da localidade onde a mesma se encontra e para o período de medições, não houve projeção de sombra da mesma sobre a fachada oeste da edificação.

Tabela 3 - Percentagem de horas de desconforto por frio para as quatro habitações analisadas

	Habitações			
	A	B	C	D
Sala	70%	66%	71%	65%
Dormitório	67%	66%	68%	60%
Externo	63%	63%	76%	74%

Este resultado demonstra que, sem custos adicionais, a simples orientação dos cômodos pode colaborar com um melhor desempenho térmico das habitações. Adicionalmente, o efeito psicológico de possuir ambientes de longa permanência ensolarados em dias frios colaboraria com a percepção de conforto térmico dos usuários.

4.4. Graus-hora e graus-médios

A tabela 4 apresenta os resultados em forma de graus-hora e graus-médios para aquecimento para as quatro habitações e para o ar externo considerando-se a temperatura de 18°C como referência para o total de horas de medições.

Tabela 4 – Graus-hora e graus-médio para as quatro habitações analisadas

		Habitações			
		A	B	C	D
Sala	Graus-hora	7.914,35	6.254,94	6.457,55	5.889,11
	Graus-médios	5,10	4,28	4,64	4,57
Frio Dormitório	Graus-hora	6.734,59	6.325,13	5.738,01	4.523,62
	Graus-médios	4,54	4,29	4,33	3,79
Externo	Graus-hora	6.932,71	6.932,71	8.592,49	8.974,35
	Graus-médios	4,92	4,92	5,85	6,12

Nesta caso, também foram as habitações B e D que apresentaram um melhor comportamento, porém com pouca diferença das demais. Os graus-médios indicam temperaturas mais elevadas para os cômodos de estar (salas) do que para os dormitórios (maior valor para os graus-médios). Para a habitação A (orientação sudoeste), as condições interiores são mais desfavoráveis daquelas medidas exteriormente. Os graus-médios também indicam uma elevada diferença das temperaturas internas em relação à temperatura mínima limite de 18°C o que indica a baixa inércia térmica das habitações. Para uma condição de frio, situação aqui analisada, seria desejável que as mesmas possuíssem uma boa orientação para aquecimento solar passivo e possuíssem paredes mais espessas para melhorar seu desempenho, recomendações da NBR 15220 para esta zona bioclimática.

4.5. Variação das temperaturas internas e externas

As figuras 1 e 2 apresentam gráficos com temperaturas internas para sala e dormitório e temperaturas externas medidas junto às habitações A e B.

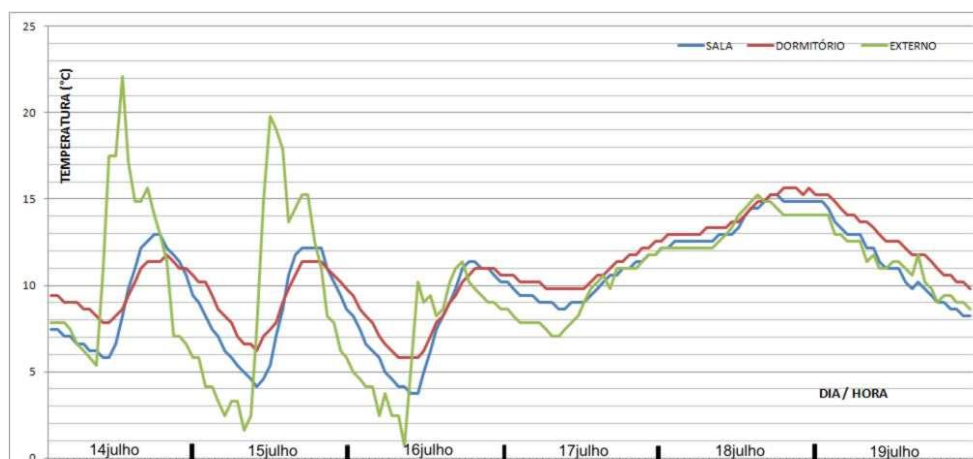


Figura 1 – Variação de temperaturas internas e externa para as habitações A



Figura 2 – Variação de temperaturas internas e externa para as habitações B

Para a sequência de dias selecionada, as habitações mantiveram suas temperaturas internas próximas das mínimas registradas externamente, para ambos os cômodos monitorados, quando a temperatura externa apresentou amplitudes altas. Para pequena variação de temperatura externa, as temperaturas internas apresentaram a mesma variação da temperatura externa. As duas habitações, embora possuam orientações opostas, apresentaram um comportamento bastante similar, com leve vantagem para aquela que apresenta cobertura em telhas cerâmicas (casa B) para amplitudes térmicas maiores.

As temperaturas internas mantiveram-se abaixo dos 18°C, embora, em alguns horários, as temperaturas externas tenham atingido valores superiores aos 20°C.

As figuras 3 e 4 ilustram o comportamento térmico das habitações C e D para um conjunto de dias caracterizado por amplitudes térmicas em torno dos 10°C. Nota-se que as temperaturas internas aproximam-se das temperaturas registradas exteriormente, estando mais próximas das máximas externas e indicando um baixo coeficiente de amortecimento das habitações, ao contrário das outras duas mostradas nas figuras 1 e 2. Também se observa que as temperaturas internas estão mais próximas das máximas registradas externamente, tal como para as outras duas habitações.

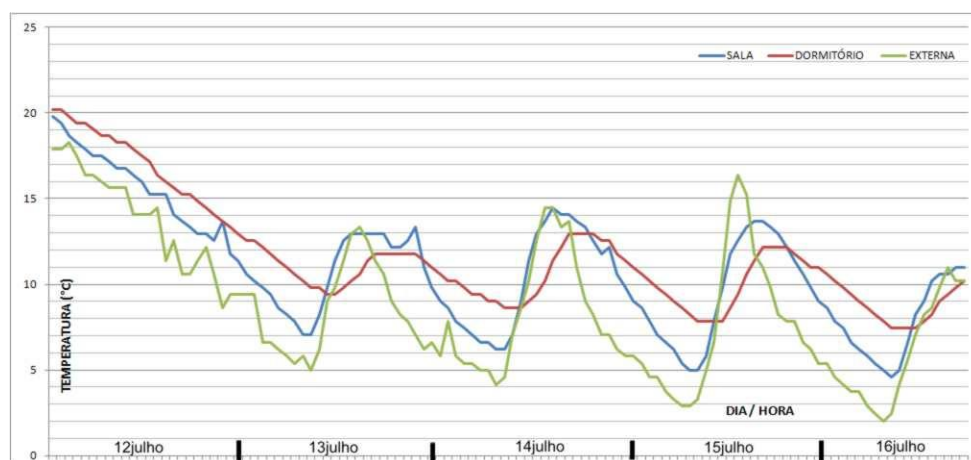


Figura 3 – Variação de temperaturas internas e externa para as habitações C

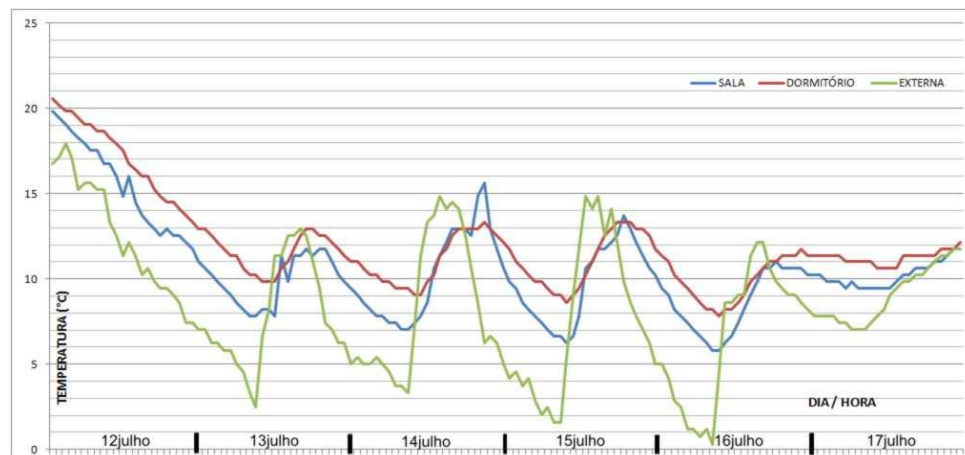


Figura 4 – Variação de temperaturas internas e externa para as habitações D

4.6. Discussão

Resultados anteriormente encontrados para condição de calor corroboraram a importância da orientação solar das edificações e o uso de coberturas de menor transmitância térmica como forma de melhorar as condições de conforto dos usuários. Os resultados corroboraram a opinião dos agentes públicos, que apontam as tipologias A e B como soluções aconselhadas e C e D não aconselhadas, e a percepção dos usuários. Em relação aos cômodos, para as tipologias A, B e C, houve diferença relevante nas temperaturas conforme a orientação solar, o que não foi verificado para a tipologia D.

Para a situação de frio, as quatro habitações tiveram um comportamento bastante similar, com leve vantagem para a habitação B, com telhas cerâmicas e para as orientações de cômodos a nordeste e norte. As

temperaturas mantiveram-se abaixo dos 18°C na maior parte do tempo em que foram feitas as medições, atestando seu baixo desempenho térmico.

Apesar do mau desempenho térmico verificado, as habitações A e B satisfizeram as recomendações quanto à transmitância térmica de paredes constantes nas normas brasileiras. Quanto à cobertura, apenas a habitação B satisfaz essas condições. Este resultado indica a necessidade de rever as recomendações para a região, principalmente no que diz respeito à cobertura.

As habitações estavam ocupadas durante o período de medições, ou seja, fontes de calor usuais tais como fogões, motores de geladeiras e eventualmente algum tipo de aquecimento artificial (estufas, aquecedores de baixo custo) podem ter sido acionadas durante o período de medições. Mesmo assim, a despeito desses ganhos de calor internos, verificou-se um baixo desempenho térmico.

5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados encontrados até este momento, pode-se concluir que:

- a orientação solar para aquecimento térmico passivo é importante para este tipo de habitação;
- a cobertura é um elemento importante no desempenho térmico de pequenas habitações;
- em virtude da importância da cobertura, recomendações para as mesmas poderiam ser mais rígidas para a região (centro do estado do RS);
- o sistema construtivo representado pelas habitações C e D (blocos cerâmicos, coberturas de fibrocimento e forro de madeira) não é recomendado para a região;
- o sistema construtivo representado pela habitação B (tijolos, telhas cerâmicas e laje de concreto) parece ser o mais indicado para a região, no entanto deve vir acompanhado de orientação que permita o aquecimento solar passivo dos cômodos;
- para condições de frio, parece não haver diferenças significativas entre cômodos com diferentes orientações solares, ou seja, a garantia que algum cômodo de longa permanência receba irradiância solar direta durante o inverno parece ser condição suficiente para um melhor desempenho térmico da edificação como um todo.

Em continuação desta pesquisa, pretende-se averiguar com mais profundidade a percepção dos usuários em relação ao ambiente térmico das habitações bem como seus hábitos relativos ao uso de condicionamento artificial tanto no verão quanto no inverno e efetuar medições in loco paralelas a esses levantamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.
- BECKER, Maria de Fátima Monteiro. **Análise do desempenho térmico de uma habitação unifamiliar térrea**. 1992. Dissertação de Mestrado. UFRGS. Porto Alegre.
- FORTES, Amyr Borges. **Geografia física do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Globo, 1959.
- GIVONI, Baruch. **Comfort, climate analysis and building design guidelines**. Energy and Buildings 18 (1992) 11-23.
- GOULART, S.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. **Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras**. Florianópolis: Núcleo de Pesquisa em Construção/UFSC, 1998.
- GRIGOLETTI, G.; ROTTA, R.; MÜLLER, S. Avaliação de desempenho térmico de habitação de interesse social em Santa Maria – RS. In: 10. ENCONTRO NACIONAL. 6. ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2009, Natal. **Anais ... ANTAC**, 2009a.
- GRIGOLETTI, G.; ROTTA, R.; MÜLLER, S. Thermal performance evaluation of low cost in Santa Maria - Brazil. In: 26. CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE. 2009, Québec City. **Proceedings ... Université Laval**, 2009b.
- GRIGOLETTI, G.; ROTTA, R.; MÜLLER, S. Avaliação de desempenho térmico de habitação de interesse social em Santa Maria – RS. In: 13. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2010, Canela. **Anais ... ANTAC**, 2010.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas de Santa Maria, RS**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acessado em: novembro de 2008.
- MORELLO, Al. **Avaliação do comportamento térmico do protótipo habitacional Alvorada**. 2005. 178f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- PAPST, Ana Lígia. **Uso de inércia térmica no clima subtropical: estudo de caso em Florianópolis – SC**. 1999. 180f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Fundo de Incentivo à Pesquisa da UFSM pela concessão de bolsa para acadêmico e ao Prof. Joaquim Cesar Pizzutti dos Santos, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFSM, pelo empréstimo dos equipamentos.