



SIMULAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO DE PAINÉIS DE MADEIRA EM SITUAÇÃO DE VERÃO

Eimi V. Suzuki (1); Eduardo L. Krüger (2)

(1) Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Av. Sete de Setembro, 3165. Curitiba, PR. E-mail: veri.suzuki@gmail.com

(2) Prof. Dr., Departamento Construção Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UTFPR. E-mail: ekruger@utfpr.edu.br

RESUMO

Dentro de uma visão de desenvolvimento sustentável é importante que os profissionais utilizem materiais que causem menor impacto ambiental. A madeira é um material barato e renovável, mas a construção de habitações em madeira ainda sofre preconceitos tanto por parte de seus usuários como também dos profissionais ligados à área da construção. Este fato pode ser motivado por questões culturais e pelo desconhecimento das reais características técnicas deste material. O uso adequado de painéis compostos laminados ou compostos particulados de madeira como elementos construtivos pode contribuir para o aproveitamento racional e integral da madeira resultando, ainda, na melhoria do desempenho de habitações em madeira. Este trabalho tem como objetivo mostrar, através de simulações computacionais, o desempenho térmico de painéis de madeira, por meio de simulações de uma habitação popular para as condições climáticas de Curitiba (25,5°S) com os painéis que tiveram um melhor desempenho na calibração do programa (comparativamente a resultados de medições em protótipos de escala reduzida). Como resultado, se obteve uma comparação do desempenho térmico dos materiais mais usados na atual indústria da construção civil brasileira com combinações entre os painéis de madeira e outros materiais.

Palavra-chave: Painéis de Madeira; Simulação Computacional; Conforto Térmico.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Conforto térmico

O Sol é a mais importante fonte de obtenção de calor, não consome nenhum recurso natural do Planeta, não polui e é de graça. Então se deve usá-la da melhor maneira possível, para se conseguir o conforto térmico, com o objetivo de evitar o gasto de energia de outras fontes não renováveis.

Essa preocupação não é de hoje. Segundo Akutsu e Vittorino (2002), a França, nas décadas de 1970 e 1980, já tentava diminuir o consumo com o “selo de alta isolação” para incentivar o uso de radiação solar e de fontes internas de calor. Também estabeleceu cotas para o gasto de combustíveis fósseis em habitações e compensou as perdas de calor a partir de vedações de má qualidade por aparelhos de condicionamento mais eficientes. Na década de 1980, outros países europeus seguiram o exemplo da França com normas para economia de consumo.

Conforto térmico, segundo a ASHRAE - American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, citado em Lamberts et al. (1997, p.41), é uma sensação de bem estar em relação à temperatura ambiente que cerca uma pessoa. Se o somatório de todas as trocas de calor a que um corpo está submetido for igual a zero, pode-se dizer que o indivíduo estará em conforto térmico, levando em conta também que a temperatura da pele e o nível de suor devem estar dentro de certos limites.

Historicamente, a evolução do conforto esteve muito relacionada com o desenvolvimento tecnológico. O conforto com o passar do tempo, segundo Rybczynski (1986), não teve um aumento apenas na qualidade com que era oferecido para a população, mas também na quantidade. A partir da década de 20, sobretudo nos Estados Unidos, o conforto tornou-se, devido à industrialização, um produto acessível para a grande parte das pessoas.

De acordo com Roriz (1987), alguns fatores que influenciam a sensação de conforto térmico são: a temperatura do ar; a temperatura superficial da vedação; a umidade relativa do ar; a ventilação; a adaptação das pessoas ao clima; o tipo de roupa utilizado por elas; o metabolismo humano; dentre outros. Alguns desses fatores combinados podem trazer uma sensação boa para o indivíduo, então se diz que ele está em uma “zona de conforto”. Esse conceito pode ser definido, segundo Olgay (1998, p.15), como um estado em que o corpo mantém o equilíbrio biológico com o menor gasto possível de energia, energia esta que deve ser aproveitada em sua maioria para a produtividade.

Segundo Olgay (1998), a edificação é o principal meio de se obter o conforto térmico desejado. Deve-se modificá-la para que se adeque às necessidades de conforto dos indivíduos que irão utilizá-la, ou melhorá-la usando equipamentos climatizadores.

1.2 Variáveis Arquitetônicas

A forma do edifício e sua orientação solar têm uma grande influência no seu comportamento térmico, pois essas características interferem na ventilação, na quantidade de luz natural e calor solar que o ambiente receberá. Os materiais usados nos fechamentos da edificação também são fundamentais para se conseguir o conforto térmico, e eles se dividem em dois grupos: materiais opacos e materiais transparentes (LAMBERTS et al., 1997).

Os materiais opacos são aqueles que somente absorvem e refletem a luz incidente, essas características dependem da cor e da textura do revestimento externo. As paredes escuras e opacas absorvem mais de 90% da luz, sendo que as claras e brilhantes absorvem cerca de 15% e refletem aproximadamente 85% da luz (HOPKINSON et al., 1975; CASTRO et al., 2003).

Segundo Corato et al. (2001), quando a luz do sol entra em contato com os materiais transparentes (vidro e policarbonatos) ela pode ser refletida, absorvida e se converter em calor, ou pode ser transmitida para o interior. Lamberts et al. (2005) exemplificam que se uma onda eletromagnética de 1,6 μ m incide perpendicularmente sobre um vidro comum cerca de 80% da luz será transmitida e somente 20% desta energia será refletida e/ou absorvida. Existem outros tipos de vidros além do vidro comum, chamados especiais, que foram criados para refletir e/ou absorver mais da luz para diminuir a influência da luz do sol no interior da edificação.

A ventilação natural em uma edificação é causada pela diferença da pressão do ar, entre o interior e o exterior por meio de suas aberturas. Essa passagem de ar depende de vários fatores, entre eles: a forma, localização e orientação da edificação; as características das aberturas, e dos ventos; e a temperatura do ar no interior e no exterior da edificação. Suas principais funções são renovar o ar no interior da habitação, o resfriamento da estrutura e proporcionar conforto térmico (TOLEDO, 2001). Mas, segundo Ruas e Labaki (2001), nem sempre a ventilação pode proporcionar conforto, pois em algumas situações a perda de calor provocada por ela pode ser indesejável.

1.3 Madeira

A madeira é um material abundante no Brasil, mas a falta de uma política adequada para o controle do desmatamento faz com que algumas espécies de madeiras sejam ameaçadas de extinção. Segundo Iwakiri et al. (2003), essas madeiras consideradas nobres são muito usadas para a produção de madeira serrada. Para minimizar este problema vem sendo utilizada madeira serrada de *Pinus*, provinda de projetos de reflorestamento de rápido crescimento, contendo em parte a destruição da mata nativa brasileira. As madeiras do gênero *Pinus* também são utilizadas para a produção de painéis de madeira reconstituída, esses painéis têm produtos finais com uma qualidade menor em comparação aos painéis feitos com madeiras consideradas nobres, mas desperdiçam menos madeira, pois aproveitam praticamente 100% da tora. Nesse contexto, a produção de painéis de madeira reconstituída, como o painel de compensado, OSB, MDF, entre outros, tem crescido no Brasil, como mostra a Figura 1. Os painéis têm sido usados nas habitações populares, em canteiros de obras e pela indústria moveleira. Estes dados mostram a relevância do estudo pela crescente utilização destes painéis na atualidade.

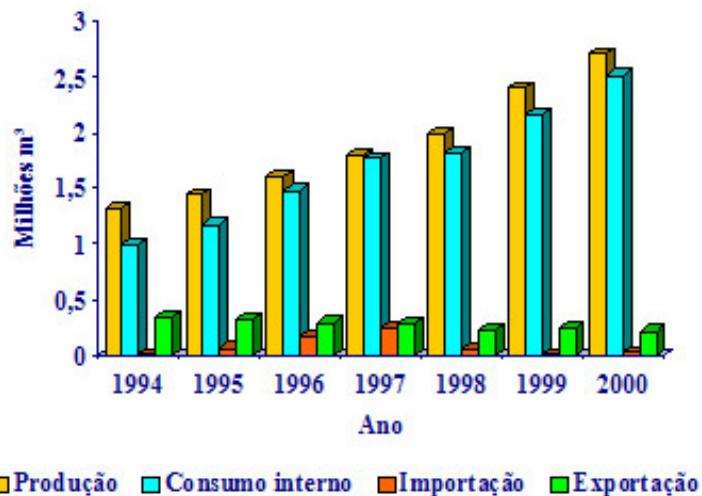


Gráfico 1- Evolução dos Dados do Mercado Brasileiro da Indústria de Painéis de Madeira
(dados de Iwakiri, 2003)

A construção em madeira, principalmente no sul do Brasil, é parte da tradição cultural da região. No entanto, com a entrada de novos materiais no mercado da construção civil, habitações em madeira passaram a ser estigmatizadas e vistas como habitação temporária ou até mesmo precária. Em busca da desmistificação desse preconceito, pesquisas vêm sendo realizadas, avaliando e muitas vezes comprovando a eficiência de habitações em madeira do ponto de vista térmico. Pode-se citar o trabalho realizado por Laroca (2007), no qual uma habitação térrea construída em madeira de reflorestamento foi submetida a monitoramento térmico e simulada para diversas condições climáticas do sul do Brasil, mostrando razoável desempenho.

2 OBJETIVO

O trabalho tem como objetivo geral simular, através de um programa, o desempenho térmico de painéis de madeira estudados em trabalho anterior por Adriazola (2008) e Krüger et al. (2008).

Os objetivos específicos são:

- Comparar os resultados das simulações com os resultados obtidos em etapa anterior da pesquisa;

- b) Com os painéis que obtiveram um melhor resultado no item anterior, simular o comportamento destes painéis em uma edificação padrão;
- c) Simular combinações entre painéis e outros materiais, também economicamente viáveis, para verificar se juntos proporcionam um melhor desempenho térmico para as edificações.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo, as principais executadas foram:

- Simulação com o programa ARQUITROP, comparando resultados com os dados de medições in loco, em protótipos de pequena escala;
- Simulação de uma habitação popular de 42,34m², com os materiais de parede compostos dos painéis estudados, comparativamente aos materiais tradicionais usados na construção civil brasileira.

3.1 Painéis utilizados

Para a simulação utilizaram-se quatro tipos de painéis de madeira:

- Painel de aglomerado;
- Painel de compensado;
- Painel de OSB;
- Painel de cimento-madeira.

Esses painéis já foram estudados em estudos anteriores de Adriazola (2008) e Krüger et al. (2008), nos quais foram realizadas medições em protótipos em escala, chegando-se aos valores, que serão aqui utilizados, de massa específica aparente, condutividade térmica e espessura dos painéis.

Na pesquisa de campo foram construídos 4 protótipos de 1m³ interno, cada qual compostos de diferentes tipos de painéis nas paredes. A cobertura foi feita de telhas de fibrocimento, onduladas e com 6 mm de espessura. Tanto a cobertura como as paredes foram pintadas de branco. Sob o telhado, foi colocada uma manta interna, a partir do reaproveitamento de embalagens de leite Tetra Pak, com a face aluminizada voltada para baixo. O uso da manta teve como objetivo minimizar a influência da cobertura no desempenho térmico dos protótipos (KRÜGER et al., 2005; JAHNKE, 2006). Os protótipos foram construídos em Curitiba, no Bairro Ecoville, orientados para o norte verdadeiro e com um espaçamento suficiente para que o sombreamento mútuo fosse minimizado, não interferindo sobremaneira no experimento.

3.2 Programa ARQUITROP

O ARQUITROP - Conforto Ambiental e Economia de Energia- versão 3.0, é um programa destinado à avaliação simplificada de projetos arquitetônicos, quanto ao conforto térmico e ao consumo necessário de eletricidade para refrigeração ou aquecimento do ambiente, desenvolvido por Maurício Roriz e Admir Basso, pesquisadores da Universidade Federal de São Carlos – SP.

3.2.1 Dados de entrada para a simulação

Foram acrescentados no ARQUITROP quatro novos materiais: aglomerado, compensado, OSB e cimento-madeira, com os dados mostrados na Tabela 1. A espessura e a densidade de massa específica são características que foram medidas nos painéis estudados, o calor específico foi obtido segundo as propriedades do material, retiradas da norma de Desempenho Térmico, e a condutividade térmica foi calculada dividindo a espessura do painel pela sua resistência térmica, medida nos protótipos segundo a ABNT NBR 15220-5 (2005). Com os novos materiais, foram criados quatro novos componentes para paredes no ARQUITROP, cada componente contém apenas uma camada de um dos tipos de painel, assumindo-se a inexistência de pontes térmicas.

Tabela 1 - Propriedades dos Painéis Utilizados

	Aglomerado	Compensado	OSB	Cimento-Madeira
Massa específica (kg/m ³)	647	561	568	1280
Calor específico (J/kg. °C)	2300	2300	2300	2300
Condutividade Térmica (W/m°C)	0,140	0,133	0,112	0,289
Espessura (mm)	15,6	15	18	17,1

3.2.2 Inserção de Novo Projeto do ARQUITROP

Após entrar com os dados necessários, foram criados novos projetos para as simulações, utilizando os quatro tipos de painéis. Os dados do ambiente (protótipo) inseridos foram: 1 metro de comprimento, 1 metro de largura, pé-direito de 1 metro, quatro fachadas externas com nenhuma área envidraçada, nenhuma ocupação e nenhum equipamento. As cores das paredes são brancas e o piso foi considerado de cimento liso e a cobertura, também sem nenhuma área envidraçada, de telha de fibrocimento com forro de poliestireno expandido, simulados para as condições climáticas observadas quando das medições in loco.

3.2.3 Simulação de uma edificação padrão popular

A casa popular escolhida foi uma planta de um projeto da Cohab-SC, mostrada na Figura 2, este projeto é para uma casa em madeira de 42,34 m², feita para a auto-construção. A casa possui apenas um cômodo em alvenaria, o banheiro, os demais cômodos são em madeira e se dividem em: 3 quartos, e uma cozinha/sala. Na parte externa há uma área de serviço e uma varanda opcional (COHAB-SC, 2009).

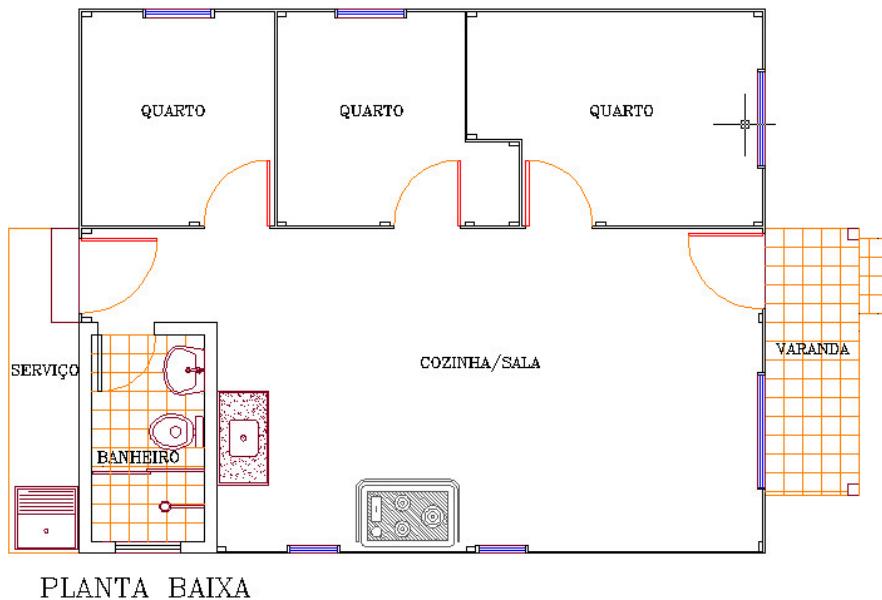


Figura 12 - Planta Baixa e Planta Mobiliada da Casa Popular Padrão Escolhida (COHAB-SC, 2009)

A casa foi simulada com a fachada voltada para o norte e possui as dimensões de: 5,8metros por 7,30metros e um pé direito de 2,44metros, para condições de verão em Curitiba.

Foi simulada no ARQUITROP a casa popular padrão escolhida com 8 diferentes tipos de parede: a) aglomerado; b) aglomerado com parede dupla com camada de ar sem ventilação; c) aglomerado duplo com isolante; d) compensado; e) compensado com parede dupla com camada de ar sem ventilação; f) compensado duplo com isolante; g) alvenaria com bloco cerâmico de 6 furos; e, h) bloco de concreto.

Estas duas últimas foram escolhidas para comparações com os painéis de madeira, por serem componentes frequentemente utilizados como fechamento na atual indústria da construção civil. Os painéis de aglomerado e compensado foram selecionados, pois foram os que obtiveram um melhor resultado na etapa anterior, de calibração.

A alvenaria com blocos cerâmicos de 6 furos é composta de: 2cm de argamassa de cal ou cimento, 1cm de argila de tijolo vazado, 35cm de lâmina de ar, 1cm de argila de tijolo vazado, 35cm de lâmina de ar, 1 cm de argila de tijolo vazado e mais 2cm de argamassa de cal ou cimento. O bloco de concreto é composto de: 2,5cm de concreto comum, 6 cm de lâmina de ar, 2,5cm de concreto comum e 2cm de argamassa de cal ou cimento. As paredes de painéis duplos são compostas pelo painel, a mesma espessura de lâmina de ar, ou material isolante, no caso poliestireno expandido, e novamente o painel.

Nos projetos adicionados, as características a seguir foram comuns para todos os tipos de parede. Não foram consideradas áreas de ventilação, e as áreas de vidro são: para o norte 2,64m², 1,55m² para o leste, para o oeste 1,68m² e para o sul não há área de vidro. Os vidros considerados são de 3mm, sendo do tipo normal sem proteção, com caixilho simples. O piso é de cimento liso e a cobertura, sem nenhuma área envidraçada, de telha de fibrocimento com forro poliestireno expandido, os mesmos utilizados na etapa de calibração, sendo que a cobertura é diferente do projeto da COHAB-SC. As simulações foram feitas para a cidade de Curitiba, para o mês de março, e foram ignoradas as divisões internas da edificação.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Calibração do modelo a partir dos dados medidos

O projeto do painel de aglomerado foi simulado para o verão, no dia 8 de março, e comparado com as medições realizadas no dia 8 de março de 2008 em pesquisa anterior de Adriazola (2008) e Krüger et al. (2008). Uma vez que o software distribui a temperatura ambiente ao longo das 24 horas do dia a partir das temperaturas máxima e mínima informadas, a análise do desempenho térmico dos protótipos se deu através de relações entre temperaturas internas e externas e não em função de valores absolutos.

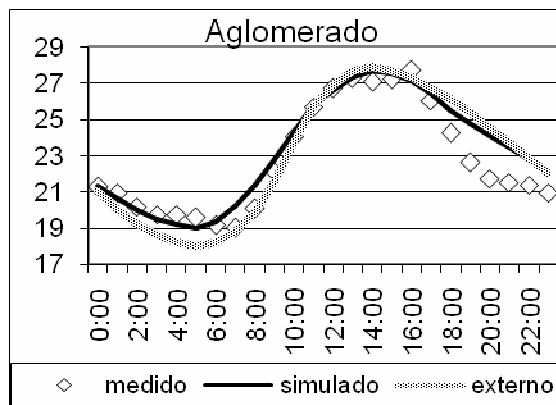


Gráfico 2 - Gráfico Comparando a Temperatura Externa Simulada, a Temperatura interna simulada e medida no protótipo do Painel de Aglomerado.

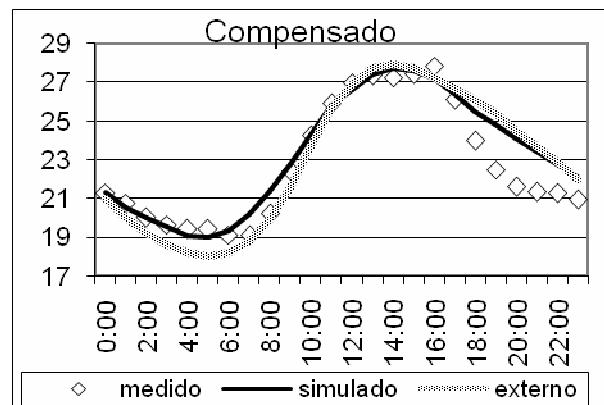


Gráfico 3 - Gráfico Comparando a Temperatura Externa Simulada, a Temperatura interna simulada e medida no protótipo do Painel de Compensado.

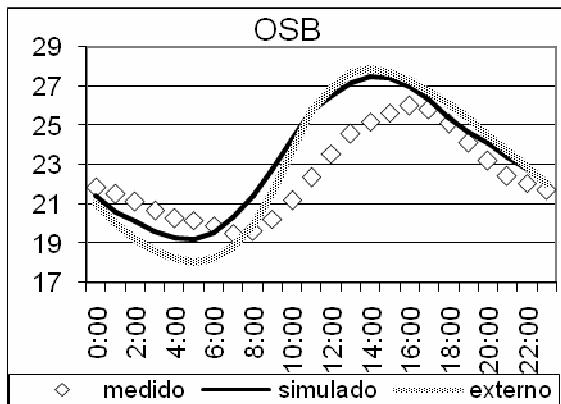


Gráfico 4 - Gráfico Comparando a Temperatura Externa Simulada, a Temperatura interna simulada e medida no protótipo do Painel de OSB.

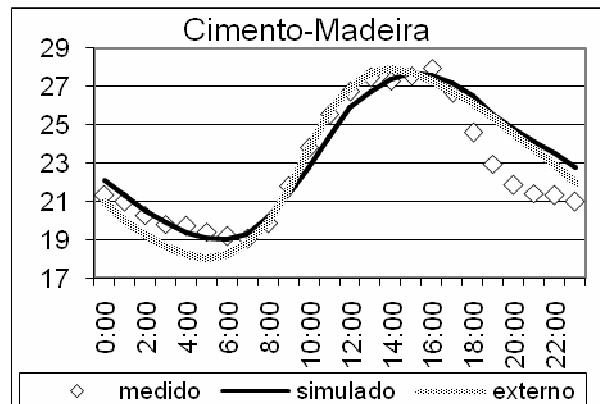


Gráfico 5 - Gráfico Comparando a Temperatura Externa Simulada, a Temperatura interna simulada e medida no protótipo do Painel de Cimento-Madeira.

No gráfico do aglomerado (Figura 3), do compensado (Figura 4) e do cimento-madeira (Figura 6) a curva da temperatura interna medida e simulada têm vários pontos em comum. A semelhança acontece apenas antes das 16:00, a partir deste horário não há semelhança nas curvas, pois os dados externos são diferentes, por conta da distribuição senoidal da temperatura ambiente, realizada pelo software. Em razão das diferenças nos gráficos da temperatura medida e simulada, a comparação é feita pela Tabela 2.

Tabela 2 – Resultado da Comparação entre Dados Medidos nos Protótipos e o Simulado no ARQUITROP.

	Temperatura máxima interna (°C)	Temperatura mínima interna (°C)	Diferença Máxima entre Temperatura Interna e Externa (°C)	Fator Decremental (μ)
Aglomerado simulado	27,7	19	1,5	88
Aglomerado medido	27,7	19	1,9	88
Compensado simulado	27,7	19	1,5	88
Compensado medido	27,9	19,1	1,7	89
OSB simulado	27,5	19,2	1,5	84
OSB medido	26,0	19,5	3,4	66
Cimento-madeira simulado	27,7	19	1,3	88
Cimento-madeira medido	28,0	19	2,2	91

A comparação entre as temperaturas foi feita através do Fator Decremental (μ) (CRUZ et al., 2007), que é um importante parâmetro para análise do desempenho térmico do ambiente interno, expressa por um coeficiente de variação da amplitude interna relativamente à amplitude externa. Esse coeficiente é, assim, o quociente entre ambas as amplitudes. O fator decremental e a temperatura máxima e mínima mostram que a simulação do painel de aglomerado foi a que obteve um resultado mais próximo dos dados medidos em campo, nos protótipos. Os painéis de compensado e de cimento-madeira também obtiveram resultados próximos dos reais, obtendo um valor para o fator decremental com 1 e 2 unidades, respectivamente abaixo do valor para os medidos nos protótipos.

Dos quatro tipos diferentes de painéis testados: aglomerado, compensado, OSB e cimento-madeira, os resultados das simulações dos dois primeiros foram os que mais se aproximaram do obtido na pesquisa anterior de Adriazola (2008) e Krüger et al. (2008). Por estarem mais próximos da situação real eles foram os escolhidos para a parte seguinte do estudo, a simulação da habitação popular.

4.2 Simulação de uma edificação padrão popular

A simulação da edificação padrão popular também foi feita para o dia 8 de março, para os 8 materiais: aglomerado, compensado, aglomerado duplo com câmara de ar sem ventilação, compensado duplo com câmara de ar sem ventilação, aglomerado duplo com isolante, compensado duplo com isolante, bloco cerâmico com 6 furos e bloco de concreto.

Conforme se pode ver na Figura 7, os painéis de aglomerado e de compensado foram os materiais que possuem as temperaturas mais altas e mais baixas, mostrando que têm uma maior variação de temperatura que os outros materiais. Esses dois painéis tiveram um desempenho parecido, mesmo quando comparados com a temperatura externa (Tabela 3), com um desempenho térmico mais próximo da mesma, resultando assim no maior fator decremental (μ) dentre os 8.

As paredes duplas com câmara de ar, tanto de aglomerado quanto a de compensado trouxeram um desempenho próximo ao do bloco de concreto conforme a Figura 7 e a Tabela 3, sendo que o compensado duplo, entre os três citados, foi o que teve uma variação maior de temperatura.

Já as paredes duplas com isolante, tanto de aglomerado quanto a de compensado tiveram um desempenho próximo ao do tijolo de seis furos, eles tiveram a maior diferença entre a temperatura exterior e o aglomerado duplo com isolante teve o menor fator decremental (μ).

A maior diferença de temperatura com a externa ocorreu com o aglomerado duplo com isolante, segundo a Figura 7, às 5 horas com um valor de 4,2°C. No período diurno a menor diferença de temperatura entre estes componentes e a temperatura externa foi às 16 horas com um valor de 0,1°C. Comparativamente nos mesmos horários a diferença entre a temperatura interna do bloco cerâmico e a temperatura externa foi respectivamente 4,1°C e 0,2°C.

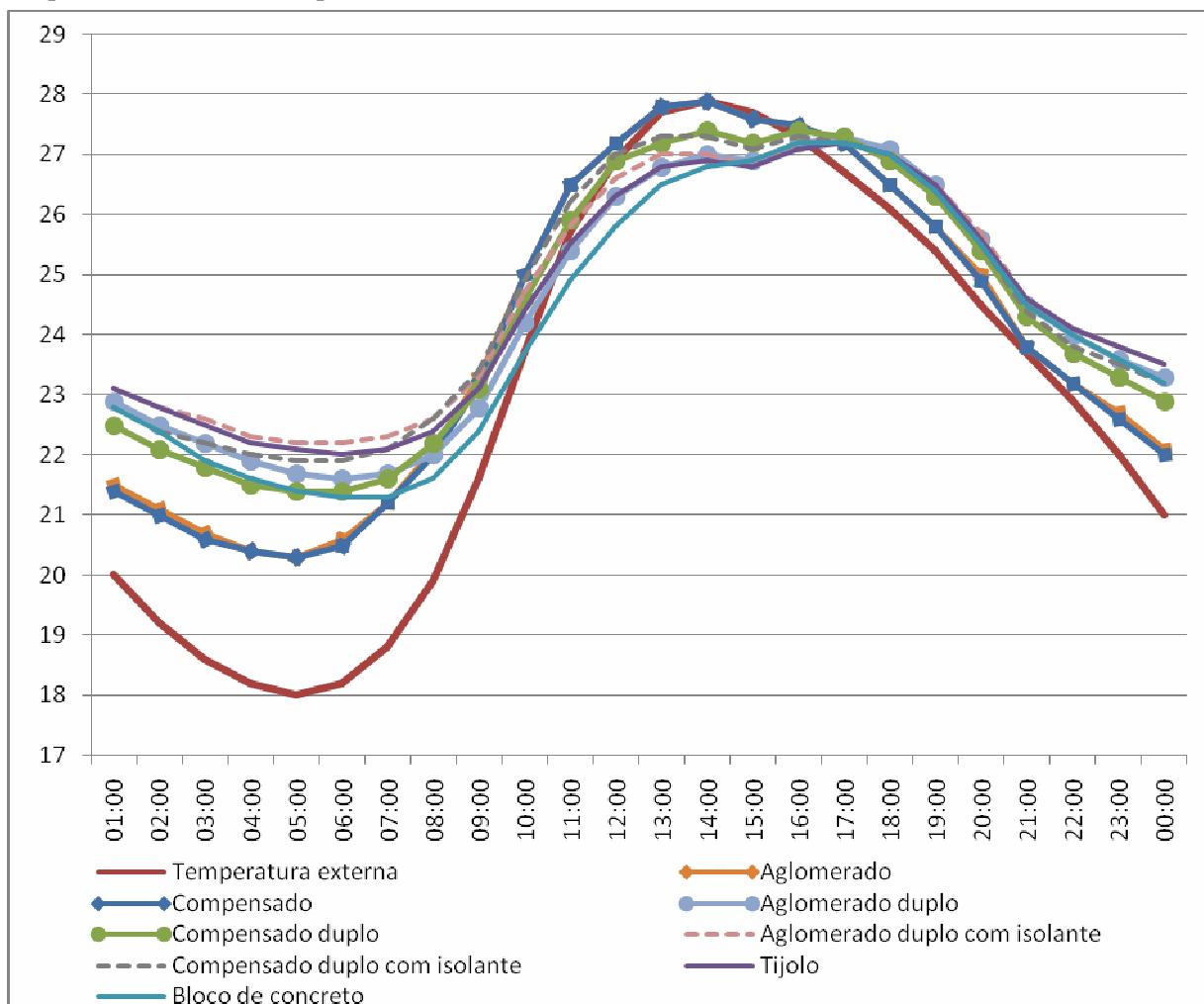


Gráfico 6 – Gráfico com a variação horária da temperatura dos painéis escolhidos, em °C

Tabela 3 – Diferença Máxima entre a Temperatura do Material e a Temperatura Exterior e Fator Decremental

	Diferença máxima entre a temperatura do material e a temperatura exterior (°C)	Fator Decremental (μ)
Aglomerado	2,4	0,77
Compensado	2,4	0,77
Aglomerado duplo	3,7	0,58
Compensado duplo	3,4	0,61
Aglomerado duplo com	4,2	0,51
Compensado duplo com	3,9	0,55
Tijolo	4,1	0,53
<u>Bloco de concreto</u>	<u>3,4</u>	<u>0,60</u>

5 CONCLUSÕES

Conclui-se, portanto, que dentre todos os componentes simulados para vedação da edificação os de aglomerado tiveram um melhor desempenho comparado com os seus respectivos de compensado. E, entre todos os componentes, inclusive os de comparação (bloco cerâmico e bloco de concreto), o aglomerado duplo com isolante foi o que apresentou um melhor desempenho térmico. Foram nos horários mais frios do dia que a diferença entre a temperatura interna e externa foi maior, para todos os componentes simulados, mostrando que alguns oferecem bom potencial de isolamento térmico para baixas temperaturas. A diferença entre a temperatura interna e externa nos horários de maior temperatura foi menor, indicando a necessidade de um sistema de ventilação.

6 REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15220-5 - Desempenho térmico de edificações - Parte 5: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico**. Rio de Janeiro, 2005b.

ADRIAZOLA, Márcia K. O. **Avaliação experimental por meio de protótipos e por simulação de painéis de madeira para habitação de interesse social**. 2008. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, UFPR, Curitiba, 2008.

AKUTSU, Maria; VITTORINO, Fúlvio. **A tendência atual dos métodos de avaliação do desempenho térmico e energético de edificações**. Disponível em <<http://www.infohab.org.br>> Acesso em: 24 fev. 2002.

CASTRO, Adriana P. de A. S.; LABAKI, Lucila C.; CARAM, Rosana M.; BASSO, Admir; FERNANDES, Mauro R. **Medidas de refletância de cores de tintas através de análise espectral**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p.69-76, mai/jun. 2003.

COHAB-SC. Companhia de Habitação do Estado de Santa Catarina. **Projetos Técnicos**. Disponível em: <<http://www.cohab.sc.gov.br/deficit/frdeficit.htm>>. Acesso em: 30 out. 2009.

CORATO, Lucas L.; NAKANISHI, Tatiana M.; CARAM, Rosana M. **Inovações tecnológicas em fachadas transparentes a partir da década de 70**. In: ENCAC, VI., 2001, São Pedro, SP.

CRUZ, Eduardo G.; KOVACH, Axa V. R.; MORALES, Gaudy C. B.; GALLARDO, Magalis; GÓMEZ, Rosalinda G.; LAURENS, Lesvia P.; BOHORQUEZ, Elisabeth T.; FLACÓN, Rafael. **Desempeño térmico de la VBP-1: temperaturas características, factor decremental y retraso térmico.** Maracaibo - Venezuela: Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura y Diseño (IFAD), Univerdidad del Zulia, Núcleo Técnico de LUZ., 2008.

HOPKINSON, Ralph G.; PETHERBRIDGE, Peter; LONGMORE, James. **Iluminação Natural.** 1975 Calouste Gulbenkian, Lisboa, 776p.

IWAKIRI, Setsuo.; ALBUQUERQUE, Carlos E. C. de; MENDES, Lourival M. **OSB - Opção no mercado.** 2003. Portal Remade - O Universo da Madeira em suas Mão. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/artigos_tecnicos.php?busca=osb>. Acesso em: 29 out. 2009.

JAHNKE, Karin A. **Análise do desempenho térmico de painéis de vedação e mantas para subcobertura com a reutilização de embalagens LV.** Florianópolis, 2006. 140 p. Dissertação, (Mestrado do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina.

KRÜGER, Eduardo L.; SUETAKE, Graziela.; ADRIAZOLA, Márcia.K.O. **Avaliação do desempenho térmico de coberturas constituídas de embalagens Tetra Pak.** In: VIII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENCAC) E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANA SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ANTAC) - ENCAC 2005. Anais. Maceió, 2005. 1 CDROM.

KRÜGER, Eduardo L.; ADRIAZOLA, Márcia K. O.; SUZUKI, Eimi V. **Medições de fluxo de calor em painéis de madeira empregados em protótipos para vedação de paredes.** In: ENTAC, XII., 2008, Fortaleza.

LAROCA, Christine. **Desenvolvimento de protótipo de habitação social em madeira de reflorestamento e avaliação de desempenho termo-acústico.** 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura.** São Paulo: PW, 1997.

LAMBERTS, Roberto; GHISI, Enedir; ABREU, Ana L. P. de; CARLO, Joyce C. **Desempenho térmico de edificações.** Universidade Federal De Santa Catarina: Laboratório De Eficiência Energética Em Edificações, 2005.

OLGYAY, Victor. **Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para Arquitectos y Urbanistas.** Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A., 1998.

RORIZ, Maurício. **Zona de conforto térmico – Um estudo comparativo de diferentes abordagens.** São Carlos, 1987. 133 f. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação do Departamento de Arquitetura e Planejamento) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, USP.

RUAS, Álvaro C.; LABAKI, Lucila C. **Ventilação do ambiente e o conforto térmico.** In: ENCAC, VI., 2001, São Pedro, SP.

RYBCZYNSKI, Witold. **Casa: pequena história de uma idéia.** Rio de Janeiro: Record, c1986.

TOLEDO, Alexandre. **Critérios para o dimensionamento de aberturas de ventilação natural dos edifícios.** In: ENCAC, VI., 2001, São Pedro, SP.