

EFEITO DA VENTILAÇÃO NATURAL E DA VENTILAÇÃO MECÂNICA NOTURNA NO DESEMPENHO TÉRMICO DA CASA EFICIENTE EM FLORIANÓPOLIS

Juliana O. Batista (1); Roberto Lamberts (2)

(1) Professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, juliana@labeee.ufsc.br

(2) PhD, Professor do Departamento de Engenharia Civil, lamberts@labeee.ufsc.br
Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Cx Postal 476, Florianópolis-SC, 88040-900, Tel.: (48) 3721 5184

RESUMO

Cerca de 44% do consumo de energia elétrica no Brasil se dá nos edifícios, de modo que este setor é estratégico para a implementação de medidas visando a economia de energia, ao se adotar estratégias bioclimáticas no projeto e optando-se por eletrodomésticos e sistemas de iluminação eficientes na fase de uso. A ocupação e o uso da edificação são fatores determinantes para a eficácia das estratégias bioclimáticas, pois através da manipulação das esquadrias a admissão da ventilação e da radiação é controlada. O objetivo deste artigo é avaliar o impacto de diferentes condições de ventilação no desempenho térmico de uma residência experimental localizada na cidade de Florianópolis, a Casa Eficiente, a partir da comparação entre valores de temperatura do ar medidos no interior dos quartos e no exterior durante o verão. No período diurno foi empregada a ventilação natural e no período noturno, a ventilação mecânica, variando-se a quantidade de horas de aplicação e sem permanência de ocupantes durante as 24h diárias. Observou-se o efeito dessas estratégias sobre a variação das temperaturas internas, classificando-se o desempenho térmico dos ambientes para cada situação. Foram obtidos os maiores amortecimentos térmicos para o quarto de casal e para o quarto de solteiro, iguais a 4,1°C e 5,5°C, respectivamente, quando a ventilação mecânica foi utilizada à noite, mas sem o uso da ventilação natural durante o dia. Quanto à classificação do desempenho térmico, recomenda-se que as avaliações de residências sejam realizadas em função das condições de ventilação impostas à edificação, visto que tais condições modificam completamente a classificação obtida.

Palavras-chave: ventilação natural, ventilação mecânica, desempenho térmico.

ABSTRACT

About 44% of energy consumption in Brazil occurs in buildings, highlighting the importance of this sector for energy efficiency planning. Passive cooling of buildings and the use of efficient electrical devices and artificial lighting systems during building operation are powerful strategies for reducing the energy waste. Although, it is also important considering the occupancy patterns, because by the windows natural ventilation and solar radiation can be controlled, interfering on efficacy of passive cooling strategies. The main objective of this work is evaluating the thermal performance of an experimental house, called Efficient House, under different ventilation patterns, by comparison between external and internal temperatures registered in bedrooms during summer, in the city of Florianópolis. Thermal performance of these rooms, without people occupation, were classified in four different periods, when natural ventilation during daytime and mechanical ventilation during night time was applied, varying the total amount of application hours in each situation. The major differences between maximum external and maximum internal temperatures, equals to 1°C e 5,5°C, occurred for the master bedroom and single bedroom, respectively, under mechanical ventilation conditions, without daytime natural ventilation. Concerning to thermal performance classification, it is strongly recommended that the evaluations have to be performed in dwellings for each ventilation pattern, because this factor modifies totally the building classification obtained.

Keywords: natural ventilation, mechanical ventilation, thermal performance.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN), no Brasil, cerca de 44% do consumo de energia elétrica se dá nas edificações (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2006). Desta parcela, 21,9% do consumo corresponde às edificações residenciais, de modo que este setor é estratégico para a implementação de medidas visando a redução do desperdício de energia, destacando-se o uso de eletrodomésticos e lâmpadas eficientes na fase de uso e a incorporação de estratégias bioclimáticas na fase de concepção do projeto (LAMBERTS et al, 2004). Ao mesmo tempo em que tais estratégias favorecem o conforto higrotérmico de seus ocupantes, representam alternativas capazes de minimizar a dependência de equipamentos mecânicos de refrigeração e sistemas de iluminação artificial, contribuindo para a redução do consumo de energia (GONÇALVES; DUARTE, 2003) (SAYEGH, 2001) (SOUZA, 2001).

Entretanto, cada localidade apresenta exigências ambientais específicas, cabendo ao projetista avaliar quais as estratégias mais adequadas para possibilitar o melhor aproveitamento de recursos naturais, a exemplo da ventilação e iluminação. Com relação ao desempenho térmico de edificações residenciais, existem referências normativas que apresentam diretrizes construtivas para cada zona bioclimática brasileira. A NBR 15220 (ABNT, 2005), em sua parte 3 apresenta o Zoneamento Bioclimático Brasileiro e as Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. Trata-se de recomendações de limites para as propriedades térmicas de paredes e coberturas e também estratégias de condicionamento térmico passivo. Em 2008, foi aprovada outra norma, a NBR 15575 – Edificações Habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho (ABNT, 2008). O escopo desta norma é mais abrangente, definindo-se requisitos de desempenho mínimo obrigatório para alguns sistemas das edificações, considerando-se as necessidades dos usuários e as condições de exposição da edificação, ao longo de uma vida útil mínima obrigatória. O desempenho térmico é um dos requisitos qualitativos de desempenho, sendo os critérios de avaliação os valores máximos de temperatura interna no verão e os valores mínimos de temperatura interna no inverno.

Tão importante quanto a seleção de estratégias bioclimáticas adequadas, as condições de ocupação e uso da edificação são fatores determinantes da eficácia dessas estratégias. Os usuários são os responsáveis pela manipulação das esquadrias, controlando a admissão da ventilação e da radiação, o que afeta diretamente o desempenho térmico da edificação.

Neste sentido, as pesquisas de campo se configuram como instrumentos úteis para identificar em que medida a intervenção do usuário pode afetar a eficácia das estratégias de condicionamento passivo incorporadas à edificação. Com relação ao aproveitamento da ventilação, o monitoramento *in loco* das variáveis ambientais sob diferentes condições de manipulação das esquadrias possibilita identificar o impacto de tais condições sobre o desempenho térmico de uma edificação.

Tanto as referências normativas quanto os resultados das pesquisas de campo constituem-se em informações valiosas para os projetistas que desejam obter um desempenho térmico e energético satisfatório no projeto de edificações residenciais. O presente trabalho se baseia nestas informações para avaliar o impacto de diferentes condições de ventilação, natural e mecânica, no desempenho térmico de uma residência modelo localizada em Florianópolis, SC, durante o verão.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é avaliar o impacto de diferentes condições de ventilação no desempenho térmico de uma residência experimental localizada na cidade de Florianópolis, a Casa Eficiente, a partir da comparação entre valores de temperatura do ar medidos no interior e no exterior dos dormitórios da residência durante o verão.

3. MÉTODO

A análise ora apresentada foi realizada com base em registros de temperatura do ar, medidos nos dormitórios e no exterior da Casa Eficiente, entre outubro de 2007 e fevereiro de 2008.

A Casa Eficiente é uma residência unifamiliar experimental, construída na cidade de Florianópolis, resultado de uma parceria entre a Eletrosul, a Eletrobrás e o Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (ELETROSUL, 2008) (Figura 1 e Figura 2).



Figura 1 – Localização da residência monitorada.



Figura 2 – Vista externa da Casa Eficiente (fachada norte).

Durante o período de monitoramento, foram realizados experimentos nos ambientes internos, empregando-se de forma combinada ou individual a ventilação natural no período diurno e a ventilação mecânica no período noturno, estratégias de condicionamento térmico que foram incorporadas ao projeto arquitetônico da Casa Eficiente (MACIEL et al, 2006).

De posse dos dados do monitoramento, foi possível avaliar o efeito de cada estratégia ou combinação de estratégias nos seguintes parâmetros: valores extremos de temperatura interna (máximo e mínimo), amortecimento e atraso térmico das temperaturas internas em relação às temperaturas externas.

O desempenho térmico também foi avaliado de acordo com o procedimento de medição estabelecido pela NBR 15575 – Edificações Habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho (ABNT, 2008), considerando-se como requisito as exigências de desempenho térmico para o verão, que considera como critério o valor máximo diário da temperatura do ar interior de recintos de permanência prolongada (sala de estar e dormitórios). Os resultados apresentados no presente artigo limitam-se a avaliação dos dormitórios da Casa Eficiente: quarto de casal e quarto de solteiro, os quais permaneceram totalmente sem ocupação durante as 24h diárias.

A seguir, serão detalhadas as características das estratégias de ventilação adotadas e os métodos empregados para o monitoramento da edificação.

3.1. Estratégias de condicionamento térmico da Casa Eficiente

O projeto arquitetônico da Casa Eficiente, de autoria das arquitetas Alexandra Albuquerque Maciel e Suely Ferraz de Andrade, prioriza diversas estratégias bioclimáticas. No verão, destacam-se o uso da inércia térmica para resfriamento e o aproveitamento da ventilação. Nos períodos quentes, pode-se utilizar a ventilação cruzada através das aberturas dispostas em fachadas opostas nos diversos ambientes (Figura 3 e Figura 4).

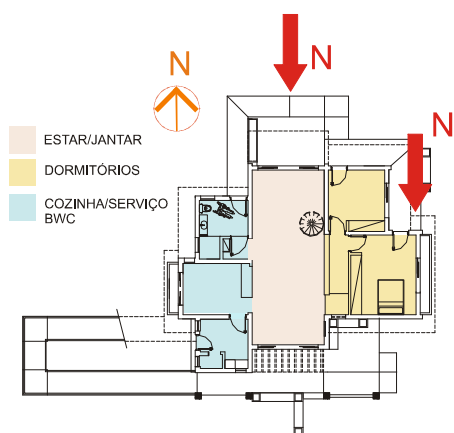


Figura 3 – Planta baixa da edificação, indicando-se a incidência dos ventos predominantes.

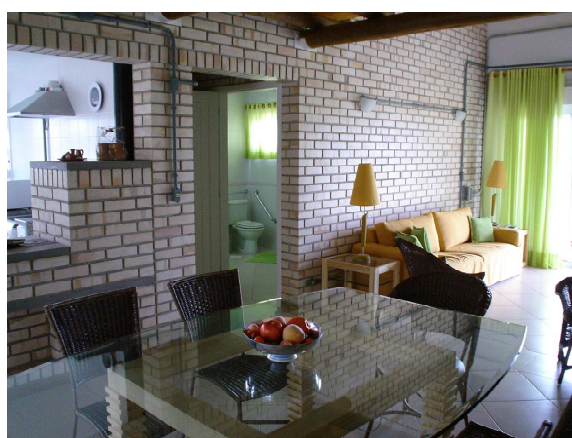


Figura 4 – Vista interna da Casa Eficiente (sala de estar/jantar).

No caso dos dormitórios, é possível também empregar a ventilação mecânica durante a noite, com o uso de equipamentos denominados insufladores de ar, ilustrados nas Figuras 5 e 6. Estes equipamentos captam o ar frio do ambiente externo, introduzindo-o nos ambientes internos a fim de resfriar a envoltória da

edificação (paredes e cobertura), potencializando os efeitos de atraso e amortecimento térmico que ocorrem quando os materiais constituintes possuem elevada capacidade e resistência térmica. A adoção da ventilação mecânica justifica-se devido a ocorrência de calmarias de vento durante o período noturno em Florianópolis (ANDRADE, 1996), o que dificulta o aproveitamento da ventilação natural exatamente nos horários em que a ocupação das residências é maior. Convém destacar também que os insufladores mecânicos apresentam um baixo consumo de energia elétrica (variando entre 100 e 200 Wh), representando uma alternativa com baixo custo de operação ao longo da vida útil da edificação.



Figura 5 – Insuflador de ar posicionado no quarto de casal.



Figura 6 – Insuflador de ar posicionado no quarto de solteiro.

Com relação às características construtivas, ambos os quartos possuem janelas voltadas para a orientação leste, com vidros duplos e persianas incorporadas às esquadrias para controle da insolação. As paredes externas são duplas, constituídas por duas camadas de tijolo maciço e isolamento intermediário de lã de rocha (espessura total: 0,25 m). Com relação às coberturas, o quarto de casal possui cobertura em telha cerâmica com isolamento de lã de rocha e manta refletiva de alumínio. Já o quarto de solteiro possui telhado vegetado, apresentando maior inércia térmica do que a cobertura do quarto de casal. A Figura 7 ilustra as fachadas externas desses ambientes. Na Figura 8 são ilustrados os tipos de coberturas.

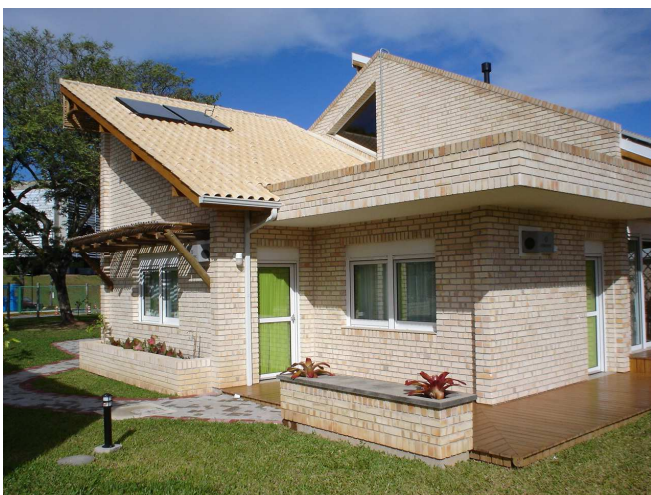


Figura 7 – Fachadas dos quartos de solteiro e de casal (orientação das janelas: leste).



Figura 8 – Telhado cerâmico (quarto de casal) e telhado vegetado (quarto de solteiro).

3.2. Monitoramento térmico



Figura 9 – Estação meteorológica do LMBEE/ Casa Eficiente.



Figura 10 – Medidores do tipo HOBO.

Com relação às temperaturas externas, foram utilizados os registros efetuados pela estação meteorológica localizada ao lado da Casa Eficiente, cujos dados foram validados a partir da comparação com registros efetuados por outras estações meteorológicas próximas (MANTELLI NETO et al, 2008) (Figura 9). Os dados de temperatura interna foram obtidos com o auxílio de equipamentos armazenadores de dados (*data loggers*) do tipo HOBO, modelo U12 (Figura 10). Estes equipamentos armazenam os valores medidos, que são posteriormente transferidos para computador através do programa HOBOWare (Software for HOBO U-Series Data Loggers & Devices), versão 2, para Windows.

Em cada quarto foi instalado um HOBO, posicionado a 1,8 m de altura em relação ao piso. Os HOBOS foram programados para adquirir as informações em intervalos de 5 minutos. Posteriormente, foram calculadas médias horárias dos valores de temperatura, possibilitando a comparação com os valores registrados pela estação meteorológica.

O monitoramento da temperatura interna foi efetuado entre os meses de outubro de 2007 e fevereiro de 2008. Uma vez que a Casa Eficiente funciona como laboratório de pesquisas e também como ambiente de visitação e divulgação de tecnologias, os experimentos foram restritos às quinzenas de ocupação pelo LMBEE – Laboratório de Monitoramento Bioclimático e Eficiência Energética, formado por uma equipe de pesquisadores responsáveis pela avaliação do desempenho termo-energético e eficiência no uso da água da Casa Eficiente.

Com relação aos experimentos realizados com a ventilação natural e a ventilação mecânica, foram definidas quatro modalidades de ventilação dos ambientes, utilizando a ventilação natural durante o dia e/ou a ventilação mecânica no período noturno.

Para cada experimento as condições de ventilação foram mantidas por intervalos com, no mínimo, cinco dias consecutivos, conforme descrito a seguir:

1. Experimento 1: ausência total de ventilação (natural e mecânica), durante as 24h diárias;
2. Experimento 2: ventilação natural no período diurno, empregada entre as 9h e 12h e entre as 14h e 17h;
3. Experimento 3: ventilação natural no período diurno, empregada entre as 9h e 11h e entre as 13h e 18h, e ventilação mecânica no período noturno, entre as 21h e 7h do dia seguinte;
4. Experimento 4: ventilação mecânica, empregada no período noturno, entre as 21h e 7h do dia seguinte, sem ventilação natural no período diurno.

Conforme já citado, os quartos permaneceram desocupados durante todos os horários, em todos os dias analisados. Para efeito de classificação do nível de desempenho térmico dos ambientes monitorados no verão, foram obedecidas as recomendações do Anexo A da Parte 1 da NBR 15575, Requisitos gerais (ABNT, 2008), que detalha o procedimento de medição para avaliação do desempenho térmico de edificações habitacionais de até 5 pavimentos. Desse modo, buscou-se identificar possíveis alterações na classificação do desempenho decorrentes das condições de ventilação da Casa Eficiente.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A seguir, serão apresentados os resultados dos experimentos realizados na Casa Eficiente. Conforme já mencionado, uma vez que a ocupação da Casa Eficiente se dá por quinzenas todos os meses, alternando-se entre a realização de pesquisas e a realização de visitas individuais ou em grupo, para cada um dos quatro experimentos foi selecionado o quarto dia de cada conjunto de dados, garantindo-se assim pelo menos três dias consecutivos com características de ventilação semelhantes.

Dessa forma, obedeceu-se também a recomendação da NBR 15575, que apresenta como regra geral trabalhar com uma seqüência de três dias e analisar os dados do terceiro dia, o qual deve ser representativo

do dia típico de verão. Este dia é caracterizado pelo valor da temperatura máxima do ar, de acordo com temperaturas típicas que são específicas para cada cidade. No caso de Florianópolis, o dia típico de verão a ser selecionado para análise deve apresentar valor de temperatura máxima igual a 28,4°C (ABNT, 2008). A Tabela 1 indica os valores de temperatura máxima externa alcançados nos quatro dias selecionados para análise.

Tabela 1 - Temperatura máxima externa registrada nos dias típicos de verão.

Períodos analisados	Dia selecionado	Temperatura máxima externa
Experimento 1: 02/01 a 05/01/08	05/01/08	29,8°C
Experimento 2: 07/01 a 10/01/08	10/01/08	30,8°C
Experimento 3: 28/10 a 31/10/07	31/10/07	30,4°C
Experimento 4: 02/02 a 05/02/08	05/02/08	29,4°C

4.1. Variação das temperaturas internas e externas

As Figuras 11 a 14 ilustram a variação das temperaturas internas e externas nos períodos correspondentes aos quatro experimentos, destacando-se o dia típico.

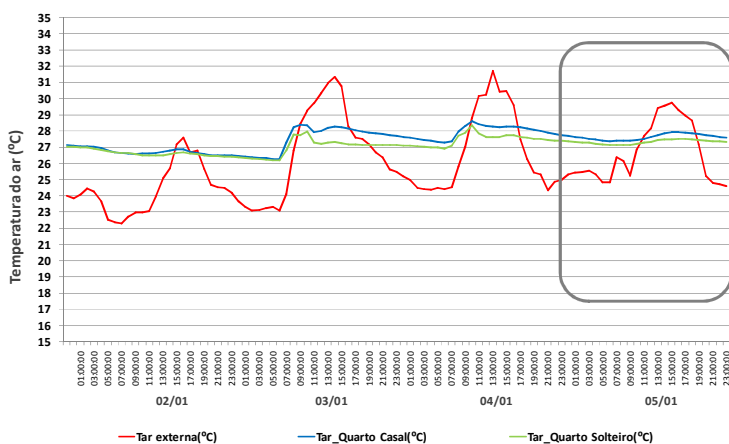


Figura 11 – Experimento 1: ausência total de ventilação.

Entre os dias 02 e 05 de janeiro de 2008, sob restrição total à ventilação (natural e mecânica), verifica-se que as temperaturas internas apresentaram amplitudes inferiores a 1°C (Figura 11). As temperaturas máximas registradas no dia 05/01 foram iguais a 28°C e 27,5°C, respectivamente, no quarto de casal e no quarto de solteiro. Os amortecimentos térmicos foram iguais a 1,8°C e 2°C nesses ambientes. Entretanto, observa-se que não ocorreram atrasos térmicos, coincidindo os horários nos quais as temperaturas internas e externas atingiram o valor máximo: 15h.

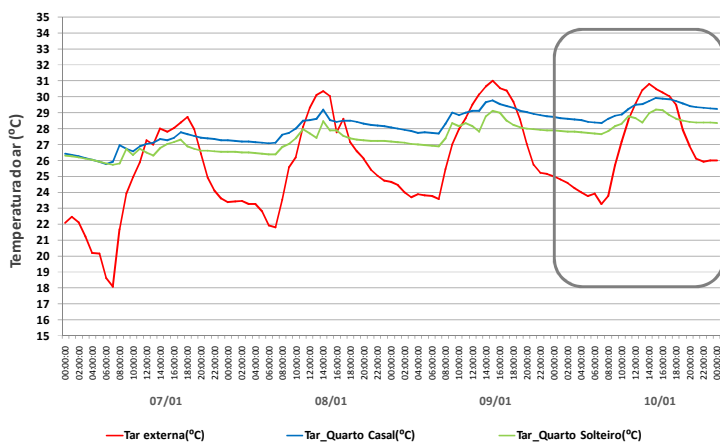


Figura 12 – Experimento 2: ventilação natural (9h-12h e 14h-17h).

Quando a ventilação natural é empregada no período diurno (Figura 12), as temperaturas internas apresentam uma maior amplitude, igual a 1,5°C em ambos os quartos. Entretanto, verifica-se que no dia 10/01 os amortecimentos térmicos foram menores do que aqueles verificados no experimento 1, sendo respectivamente iguais a 0,9°C e 1,7°C no quarto de casal e no quarto de solteiro, cujas temperaturas máximas foram iguais a 29,9°C e 29,2°C, respectivamente. Um menor amortecimento térmico foi verificado no quarto de casal, que apresenta cobertura de telha cerâmica, isolada com manta de lã de rocha e manta refletiva de alumínio, possuindo menor capacidade térmica do que o telhado vegetado do quarto de solteiro.

Já os atrasos térmicos foram iguais a 1h em ambos os quartos, pois a temperatura máxima externa foi registrada às 14h, enquanto internamente o horário de pico das temperaturas internas foi às 15h.

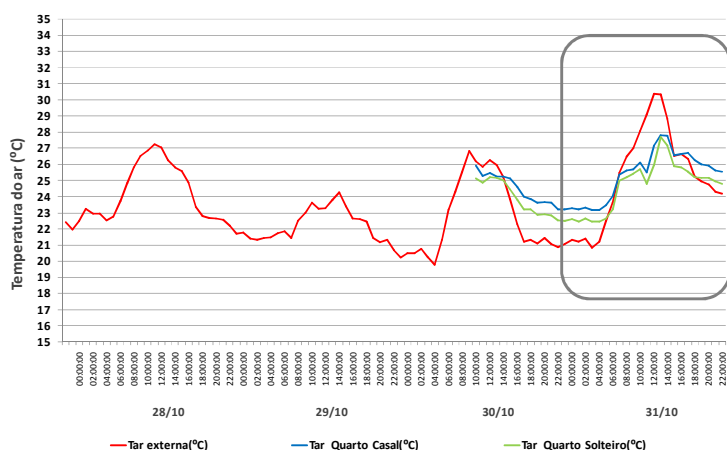


Figura 13 – Experimento 3: ventilação natural (9h-11h e 13h-18h) e ventilação mecânica (21h-7h).

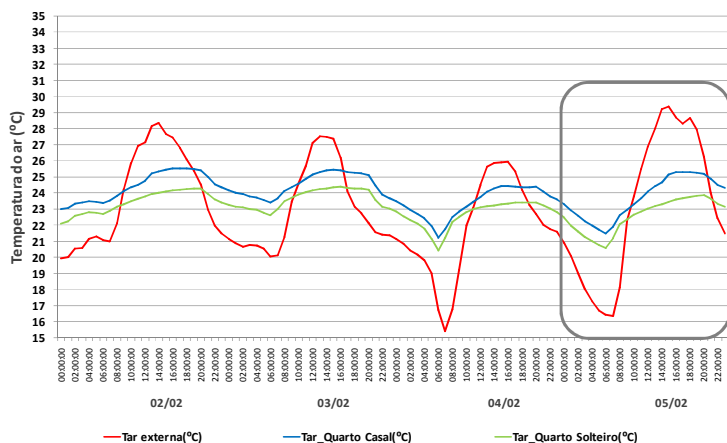


Figura 14 – Experimento 4: ventilação mecânica (21h-7h), sem ventilação diurna.

Com o uso diário da ventilação natural (período diurno) e da ventilação mecânica (período noturno) (Figura 13), verifica-se que o efeito da inércia térmica da edificação é potencializado. Os atrasos térmicos são de 1h em ambos os quartos, pois as temperaturas máximas são atingidas às 15h e, externamente, às 14h. Já os amortecimentos térmicos são maiores em relação ao experimento 2: iguais a 2,5°C em ambos os quartos.

Bloqueando-se a ventilação natural durante o dia e empregando-se exclusivamente a ventilação mecânica à noite (Figura 14), foram verificados os maiores amortecimentos das temperaturas máximas, as quais foram respectivamente iguais a 25,3°C e 23,9°C no quarto de casal e no quarto de solteiro. Esses amortecimentos foram correspondentes a 4,1°C e 5,5°C. Destacam-se também os atrasos térmicos: iguais a 4,1°C e 5,5°C, respectivamente, no quarto de casal e no quarto de solteiro, os maiores registrados em todos os experimentos.

Observando-se a redução da temperatura interna entre as 21h do dia 04/02 e as 7h do dia 05/02, verifica-se que as temperaturas internas reduziram-se aproximadamente 2°C, enquanto a temperatura externa sofreu uma redução de 6°C. Nesse caso, o aproveitamento do potencial de resfriamento durante a noite foi melhor aproveitado do que no experimento 3, quando a ventilação natural foi empregada no período diurno. Com base nestes resultados, verifica-se que a ventilação mecânica foi capaz de favorecer o resfriamento da envoltória, resultando, por conseguinte, em condições de temperatura mais favoráveis ao conforto térmico.

4.2. Classificação do desempenho térmico segundo a NBR 15575 (ABNT, 2008)

As Tabelas 2 e 3 apresentam, respectivamente, os resultados da classificação do desempenho térmico do quarto de casal e do quarto de solteiro de acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2008).

A classificação do desempenho é feita com base na diferença entre os valores máximos das temperaturas obtidas internamente e externamente. O nível mínimo é atribuído à edificação quando a temperatura máxima interna é inferior a temperatura máxima externa. Quando a diferença entre estes valores é no mínimo igual a 2°C, o nível de desempenho é classificado como intermediário. Quando a diferença entre estes valores é no mínimo igual a 4°C, o nível de desempenho é classificado como superior.

Pôde-se observar que a alteração nas condições de ventilação dos ambientes resultou em classificações diferenciadas quanto aos níveis de desempenho. Sob restrição total da ventilação, a classificação foi diferenciada para o quarto de casal (nível mínimo) e para o quarto de solteiro (nível intermediário). Este resultado pode ser explicado em virtude das diferenças construtivas entre os dois ambientes, pois o quarto de solteiro apresenta um telhado vegetado com maior inércia térmica, resultando em temperaturas menos

elevadas internamente. Nas demais situações analisadas, as classificações de ambos os quartos foi igual, sendo a melhor classificação obtida quando foi empregada a ventilação mecânica no período noturno, sem a influência da ventilação natural no período diurno.

Tabela 2 – Classificações do desempenho térmico no verão: quarto de casal.

Dias típicos	Temperatura máxima externa	Temperatura máxima interna	Diferença	Classificação
Experimento 1: 05/01/08	29,8°C	28°C	1,8°C	Mínimo
Experimento 2: 10/01/08	30,8°C	29,9°C	0,9°C	Mínimo
Experimento 3: 31/10/07	30,4°C	27,8°C	2,6°C	Intermediário
Experimento 4: 05/02/08	29,4°C	25,3°C	4,1°C	Superior

Tabela 3 – Classificações do desempenho térmico no verão: quarto de solteiro.

Dias típicos	Temperatura máxima externa	Temperatura máxima interna	Diferença	Classificação
Experimento 1: 05/01/08	29,8°C	27,5°C	2,3°C	Intermediária
Experimento 2: 10/01/08	30,8°C	29,2°C	1,6°C	Mínimo
Experimento 3: 31/10/07	30,4°C	27,7°C	2,7°C	Intermediária
Experimento 4: 05/02/08	29,4°C	23,9°C	5,5°C	Superior

Embora a NBR 15575 estabeleça como único parâmetro para verificação do nível desempenho térmico a diferença entre as temperaturas máximas internas e externas, convém salientar que na ocorrência de temperaturas externas muito elevadas, um valor de temperatura interna classificado com nível mínimo pode estar fora da zona de conforto térmico. Isto pode ser exemplificado com os dados obtidos no Experimento 2.

De acordo com Givoni (1992), o limite de temperatura aceitável para conforto em regiões tropicais é igual a 29°C. No Experimento 2, quando foi utilizada exclusivamente a ventilação natural no período diurno, ambos os quartos obtiveram o nível mínimo de classificação, sendo que as temperaturas máximas internas ultrapassaram o limite de 29°C (Tabelas 2 e 3). Já os demais experimentos, que obtiveram melhores classificações de desempenho, também apresentaram valores de temperatura enquadrados nos limites de conforto.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados, pode-se concluir que a quantidade de horas nas quais as estratégias de ventilação são empregadas altera o desempenho térmico dos ambientes. Demonstrou-se que as temperaturas internas mantêm padrões de comportamento específicos de acordo com as condições de ventilação às quais são submetidas. Com o emprego da ventilação natural exclusivamente no período diurno, incluindo-se os horários mais quentes do dia, as temperaturas internas se elevam, mantendo-se próximas às temperaturas externas. Isto dificulta o resfriamento da envoltória da edificação e acaba por prejudicar também o conforto térmico dos usuários. Quando a ventilação natural diurna é combinada com a ventilação mecânica à noite, o desempenho térmico da edificação melhora, com a redução das temperaturas máximas internas, apresentando também uma maior redução da temperatura à noite, favorecendo o resfriamento da envoltória. Entretanto, os melhores resultados foram obtidos com o emprego exclusivo da ventilação

mecânica à noite, quando foram registrados os maiores amortecimentos térmicos, bem como as maiores reduções de temperatura durante a noite.

Observando-se os resultados da classificação de desempenho térmico, conclui-se que mesmo para dias típicos de verão caracterizados por temperaturas máximas semelhantes, as condições de ventilação impostas à edificação podem alterar completamente a classificação obtida. Desse modo, recomenda-se que as avaliações de desempenho térmico de edificações habitacionais sejam realizadas considerando-se todas as particularidades relacionadas às condições de ocupação e uso dos ambientes, que estão diretamente relacionadas à manipulação das esquadrias para admissão da ventilação, bem como ao acionamento de equipamentos mecânicos de refrigeração ou ventilação, a exemplo dos insufladores mecânicos instalados na Casa Eficiente.

6. 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.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: NBR 15575 – Edificações Habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho. Rio de Janeiro, 2008.
- ANDRADE, S. F. **Estudo de estratégias bioclimáticas no clima de Florianópolis**. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, abril 1996, 135 p.
- MANTELLI NETO, S.; BATISTA, J. O.; LAMBERTS, R. Caracterização do ambiente de pesquisas e da estação de monitoramento climático da Casa Eficiente/Florianópolis-SC. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ANTAC, 2008.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Empresa de Pesquisa Energética: Balanço energético Nacional. BEN 2006 - ano base 2005. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>> Acesso em 15 fev 2009.
- ELETROSUL, 2008. **Projeto Casa Eficiente**. <http://www.eletrosul.gov.br/casaeficiente>. Acesso em: 19 fevereiro 2008.
- GIVONI, B. Comfort climate analysis and building design guidelines. **Energy and Buildings**, v.18, n.1, p. 11 – 23, 1992.
- GONÇALVES, J. C. e DUARTE, D. **Como melhorar a eficiência energética nos edifícios**. Disponível em:<www.arcoweb.com.br> Acesso em: 21 mar. 2003.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 2ª edição. São Paulo: ProLivros, 2004.
- MACIEL, A. A. ; ANDRADE, S. F. ; GUGEL, E. C. ; BATISTA, J. O. ; MARINOSKI, D. L. ; LAMBERTS, R. Projeto Casa Eficiente: demonstração de eficiência energética em habitação unifamiliar. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2006.
- MACIEL, A. A. ; ANDRADE, S. F. ; GUGEL, E. C. ; BATISTA, J. O. ; MARINOSKI, D. L. ; LAMBERTS, R. . Caracterização do ambiente de pesquisas e da estação de monitoramento climático da Casa Eficiente/ Florianópolis-Sc In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2006.
- SAYEGH, S. Força domada: quilowatts de economia. **Techne**. n.53, ago. 2001.
- SOUZA, M. de A. S. Arquitetura Eficiente e o Uso de Energia. Mais Suplemento.Separata de: **Mais Arquitetura**. São Paulo, p. 20, jul. 2001.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à ELETROBRAS/PROCEL e à ELETROSUL pelos recursos financeiros aplicados no financiamento do projeto.