



IDENTIFICAÇÃO DE PERFIS DE COMPORTAMENTO DO USUÁRIO EM EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES DE FLORIANÓPOLIS

**Bruna F. Balvedi (1), Aline S. da Rosa (2), Mateus V. Bavaresco (3), João V. Eccel (4),
EneDir Ghisi (5)**

(1) Arquiteta, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil,
brunabalvedi@live.com

(2) Arquiteta, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil,
aline.schaefer.au@gmail.com

(3) Engenheiro Civil, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil,
mateus.bavaresco@posgrad.ufsc.br

(4) Bolsista de Iniciação Científica, Graduando do Curso de Engenharia Civil,
joao_eccel@hotmail.com

(5) PhD, Professor do Departamento de Engenharia Civil, enedir@labeee.ufsc.br
Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de
Eficiência Energética em Edificações, Florianópolis - SC, 88040-900

RESUMO

A implementação de dados referentes ao comportamento do usuário em simulações termoenergéticas contribui para a diminuição da diferença entre resultados preditos e reais. Em vista disso, este trabalho busca identificar perfis de comportamento do usuário e analisar sua influência no desempenho térmico de uma edificação representativa. O método utilizado consiste em três etapas: coleta de dados, análise de agrupamento e simulação. Informações sobre o comportamento do usuário referente à ocupação e operação de janelas e persianas foram coletadas por meio de questionários aplicados a moradores de edificações multifamiliares de Florianópolis, SC. A abordagem selecionada para identificar e selecionar um perfil de cada grupo de comportamento do usuário foi a análise de agrupamento. Após a seleção dos perfis, foram realizadas simulações para comparação do desempenho térmico obtido com a variação dos perfis de comportamento, a partir do indicador de graus hora de resfriamento e de aquecimento. Os resultados de desempenho térmico da edificação representativa apontaram para maior influência do comportamento relacionado à operação de janelas e persianas, em detrimento da ocupação e carga térmica interna.

Palavras-chave: comportamento do usuário, agrupamento, desempenho térmico de edificações, residencial, simulação computacional.

ABSTRACT

Implementing occupant behaviour data in building simulations contributes to decrease the gap between predicted and real performance. Therefore, the objective of this paper is to identify occupant behaviour profiles and analyse their influence on the thermal performance of a representative building. The method was conducted in three steps: data collection, cluster analysis and computer simulation. Occupant behaviour regarding occupancy as well as window and blind operation were collected by applying questionnaires to dwellers of multifamily buildings in Florianópolis, SC. Clustering was adopted to identify and select occupant behaviour profiles. After selecting the profiles, building simulations were conducted to compare the thermal performance obtained for the different profiles, based on the degree-hour for heating and cooling. The results on the thermal performance of

the representative building highlighted the influence of the occupant behaviour related to window and blind operation in detriment to occupancy and internal thermal load.

Keywords: occupant behaviour, clustering, building thermal performance, residential, computer simulation.

1. INTRODUÇÃO

Predizer o desempenho de uma edificação por meio de simulações termoenergéticas traz importantes possibilidades de otimização do projeto. Entretanto, para que os resultados obtidos pelas simulações estejam coerentes com a realidade, os dados de entrada devem aproximar-se de cenários reais. A presença e as ações desempenhadas pelos usuários dentro do ambiente construído são inseridas nas simulações por meio de dados de entrada que concentram os principais aspectos do comportamento do usuário em relação ao consumo energético da edificação. Desse modo, o comportamento do usuário compreende a presença nos ambientes de permanência prolongada e as operações que esse usuário executa com intuito de garantir conforto térmico, luminoso e acústico. De acordo com Andersen et al. (2016), uma predição realista do desempenho de uma edificação deve ser obtida por meio da inclusão de modelos realistas das interações do usuário com os controles da edificação – janelas, persianas, sistemas ativos.

Apesar de aparecer como um item nos dados de entrada das simulações, o comportamento do usuário representa uma variável complexa e fluida que pode influenciar significativamente no desempenho da edificação, tanto contribuindo para redução como para aumento do consumo de energia. A influência do comportamento do usuário no desempenho da edificação como um todo ou parte de um sistema em particular foi estudada por diversos autores, que buscaram quantificar o impacto da presença e das ações do usuário no ambiente construído.

Para quantificar a influência do usuário no consumo de energia, Karjalainen (2016) conduziu simulações numéricas para um ambiente de escritório variando perfis de usuário: displicente, normal e consciente. As diferenças entre os perfis de usuário contabilizaram consumo energético referente a equipamentos e sistema de iluminação. Os resultados apontaram que para um mesmo projeto e clima, o usuário com perfil displicente pode consumir até 55% mais que o usuário consciente. Taniguchi et al. (2016) avaliaram a influência do comportamento do usuário frente a medidas de economia de energia. Foram realizadas simulações dos picos de demanda com a utilização de um modelo de representação da distribuição de moradores e do estoque residencial em ampla escala. O modelo de comportamento do usuário utilizado considerou fatores como composição familiar, área útil da residência, nível de isolamento. O comportamento com maior influência na redução da demanda de pico foi desligar as lâmpadas.

A complexidade do comportamento do usuário reflete a grande diversidade de dados que podem ser coletados para uma amostra, mesmo que seja mantida apenas uma tipologia arquitetônica. A identificação de perfis ou classificação dos diferentes comportamentos de usuários obtidos pelo monitoramento é uma abordagem utilizada frequentemente para analisar a diversidade de informações coletadas. Uma técnica aplicável à identificação de diferentes perfis em uma amostra é a análise de agrupamentos (análise de cluster). Com esse tipo de análise, é possível agrupar perfis semelhantes, dentro de uma amostra, em subgrupos. Assim, cada subgrupo apresenta um perfil de comportamento semelhante internamente (alta homogeneidade interna) e perfis distintos entre grupos (alta heterogeneidade externa) (HAIR et al., 2009). Um dos resultados obtidos por meio dessa análise é a sintetização de informações para estudos em maior escala. D'Oca e Hong (2015) utilizaram técnica de agrupamento para obter perfis típicos de ocupação em escritórios. Como variáveis foram utilizados fatores de conhecida influência sobre o comportamento, tais como: hora do dia, dia da semana e estado de ocupação anterior. A técnica de agrupamento conduzida por Aerts et al. (2014) resultou em sete perfis de ocupação para edificações residenciais que foram posteriormente utilizados para calibração de um modelo estocástico desenvolvido pelos autores. No estudo de Duarte et al. (2013),

a identificação dos perfis de ocupação em escritório foi dada pela criação de três grupos indicando níveis de diversidade baixo, médio e alto.

Neste estudo, perfis de comportamento do usuário foram identificados por meio da análise de agrupamento aplicada à base de dados coletada junto a moradores de edificações residenciais multifamiliares de Florianópolis. Simulações computacionais com variação dos perfis identificados permitiram inferir sobre a sua influência no desempenho térmico de uma edificação representativa.

2. OBJETIVO

Este trabalho busca identificar perfis de ocupação e operação de aberturas e persianas para edificações multifamiliares naturalmente ventiladas por meio da análise de agrupamento; e verificar a influência da variação de perfis de comportamento do usuário no desempenho térmico de uma edificação residencial representativa.

3. MÉTODO

O método utilizado neste trabalho consiste nas seguintes etapas: (1) monitoramento do comportamento do usuário, (2) aplicação da análise de agrupamento, e (3) simulações computacionais.

3.1. Monitoramento do comportamento do usuário

Anteriormente à identificação dos perfis de ocupação e de operação foi necessária a elaboração de uma base de dados com informações referentes a esses comportamentos. A coleta de dados foi conduzida por meio da aplicação de questionários semi-estruturados junto a moradores de edificações multifamiliares de Florianópolis, SC. O questionário aplicado baseia-se no modelo encontrado em IEA EBC *Annex 66*. As questões abordaram o comportamento anual do usuário quanto à ocupação, operação de janelas e persianas para a sala e o dormitório.

Durante a aplicação do questionário, apenas um morador de cada unidade habitacional respondia às questões, considerando a sala e um dormitório. Apenas para as questões referentes à ocupação dos ambientes foram diferenciados dois períodos – dias úteis e finais de semana. Para responder sobre a ocupação, o usuário foi convidado a preencher o período em que permanecia nos ambientes de longa permanência, em base horária. As questões referentes à operação de aberturas e persianas eram de múltipla escolha e suas alternativas apresentavam uma faixa de variação do período de abertura, variando de sempre aberta à sempre fechada. O questionário inferiu também sobre a presença de sistemas de condicionamento artificial. Para este trabalho, foram selecionados somente os casos em que os ambientes eram mantidos naturalmente ventilados. Para ampliar a área de coleta de dados, o questionário foi disponibilizado em versão digital por meio da plataforma Formulários Google.

A aplicação de questionários é uma das possíveis abordagens para monitorar o comportamento do usuário. Apesar de apresentar incertezas devido à subjetividade do usuário ao responder as questões, essa abordagem já foi aplicada com sucesso por outros estudos, principalmente nos voltados a edificações residenciais (RICHARDSON et al., 2008; CHIOU et al., 2011; PINO, 2011; CHEN et al., 2015; FENG et al., 2015).

Demais abordagens para a coleta de informações sobre o comportamento do usuário focam no uso de equipamentos de medição, como por exemplo, sensores de presença. Embora o uso de equipamentos para monitoramento do comportamento reduza a influência do usuário sobre a informação coletada, essa abordagem apresenta limitações no sentido de período de monitoramento necessário, custo de instalação e necessidade de manutenção dos equipamentos.

3.2. Aplicação da análise de agrupamento

A análise de agrupamento é uma ferramenta para identificação de padrões (neste caso, perfis de comportamento) que busca a homogeneidade entre objetos de um mesmo grupo e a heterogeneidade entre objetos de diferentes grupos (HAIR et al., 2009). Esse método normalmente é dividido em três etapas: tratamento das variáveis, cálculo da distância entre os objetos (que calcula o valor numérico do quão similar ou diferente são dois objetos) e aplicação das técnicas de partição (que divide a amostra em subgrupos com base no grau de similaridade encontrado na etapa anterior). Neste estudo, a aplicação da análise de agrupamento foi conduzida com auxílio do programa Minitab 17, e os procedimentos, medidas e algoritmos foram adotados conforme sugerido por Schaefer e Ghisi (2016).

Inicialmente, as variáveis oriundas da base de dados foram padronizadas, evitando que as variáveis com maior dispersão dos dados exercessem maior impacto sobre os resultados. Para tal, adotou-se a padronização estatística (z-scores) de forma a obter-se para cada variável um grupo de dados cuja média é igual a zero e desvio padrão igual a um. A padronização estatística é realizada com a Equação 1.

$$Z_{x_i} = \frac{(x_i - \bar{x})}{s} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

Z_{x_i} é o valor padronizado de x_i ;

x_i é o valor que se deseja padronizar;

\bar{x} é a média dos valores de determinada variável;

s é o desvio padrão dos valores de determinada variável.

A partir da base de dados padronizada, calculou-se a distância entre cada par de objetos da amostra com a medida de similaridade, a distância euclidiana quadrada, calculada a partir da aplicação da Equação 2.

$$d_{AB} = \sum_{i=1}^p (x_{i_A} - x_{i_B})^2 \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

d_{AB} é a distância euclidiana quadrada do objeto A ao objeto B;

x_{i_A} é o valor de A para cada variável;

x_{i_B} é o valor de B para cada variável.

Por fim, realizou-se o processo de partição, em que os objetos foram distribuídos em grupos de acordo com a semelhança ou não das suas características (ou seja, indivíduos com perfis semelhantes ficam agrupados em um mesmo grupo, enquanto perfis distintos formam grupos distintos). Adotou-se a técnica hierárquica de partição, aplicando-se o Método de Ward como algoritmo de partição. Na técnica hierárquica, a cada nova etapa dois objetos são unidos, processo que permite a construção de um gráfico chamado de dendograma. Com o dendograma é possível fazer uma análise visual quanto à formação ideal dos grupos. O algoritmo de Ward separa os grupos baseando-se na soma dos quadrados residuais dentro de cada grupo.

Formados os grupos, o passo final foi definir um objeto como representativo de cada agrupamento. Para isso, a identificação dos perfis de comportamento do usuário foi feita através da seleção de um objeto de cada grupo resultante do agrupamento. Os perfis selecionados correspondem aos objetos que apresentaram menor distância ao centroide de seu respectivo grupo. Assume-se que as características apresentadas por esses perfis individuais representam características comuns ao comportamento do usuário de cada grupo. Portanto, tais características podem ser inseridas nas simulações computacionais como representativas dos diferentes perfis de comportamento do usuário encontrados para edificações multifamiliares de Florianópolis.

3.3. Simulações computacionais

As simulações foram realizadas com o programa computacional EnergyPlus versão 8.5 e arquivo climático INMET, com extensão .epw, de Florianópolis-SC. Os modelos avaliados tiveram os parâmetros termofísicos da envoltória, o número de ocupantes e as densidades de potência de iluminação e de equipamentos fixados em um caso base. Com a configuração do caso base, foram inseridos os três perfis de comportamento obtidos com a aplicação da análise de agrupamento. Neste tópico são apresentadas as características comuns a todos os casos e o procedimento adotado para avaliação dos resultados das simulações.

A Figura 1 apresenta a planta baixa da edificação de interesse social, utilizada nas simulações computacionais, obtida a partir do estudo de Rosa (2014).

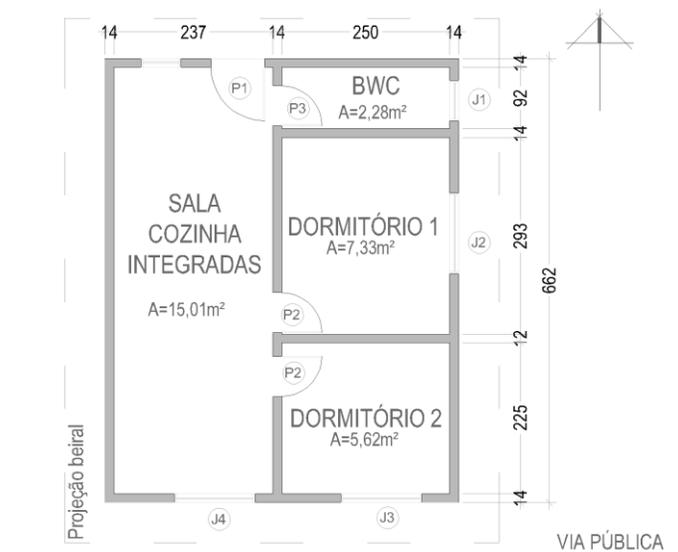


Figura 1. Planta baixa da edificação utilizada nas simulações.

Apesar de os dados de comportamento do usuário terem sido coletados para edificações multifamiliares, utilizou-se um modelo de edificação unifamiliar como forma de exemplificar a aplicação dos perfis de comportamento em simulações de desempenho térmico de edificações residenciais.

3.3.1. Características comuns a todos os modelos simulados

Todos os modelos simulados tiveram características da envoltória e as cargas térmicas internas fixadas. Na Tabela 1 são apresentadas as potências instaladas de iluminação e de equipamentos, a ocupação e as características termofísicas da envoltória da unidade habitacional utilizada neste trabalho.

Tabela 1 – Cargas térmicas internas e características termofísicas dos ambientes simulados.

Zona térmica	Potência instalada de iluminação (W)	Potência instalada de equipamentos (W)	Ocupação (número de pessoas)	Transmit. da parede (W/m².K)	Transmit. da cobertura (W/m².K)	Transmit. do vidro (W/m².K)	Fator solar do vidro
Dormitório 1	60	-	2	2,67	2,35	5,8	0,86
Dormitório 2	60	-	2				
Sala/cozinha integradas	100	53,93	4				

3.3.2. Padrões de comportamento avaliados

O agrupamento dos dados obtidos com a aplicação de questionário aos usuários possibilitou a criação de diferentes padrões de comportamento. Esses padrões foram inseridos nas simulações computacionais como dados de entrada referentes à ocupação, operação de janelas e de persianas.

3.3.3. Análise dos resultados das simulações

Com as simulações, foram obtidas as temperaturas operativas horárias das zonas térmicas de permanência prolongada (sala e dormitórios). O indicador graus hora foi selecionado para analisar os resultados das simulações. Esse parâmetro consiste no somatório da diferença encontrada entre a temperatura operativa do ambiente e limites pré-fixados de conforto térmico. Utilizou-se a temperatura de 26°C para o cálculo de graus hora anuais de resfriamento e a temperatura de 18°C para obter graus hora anuais de aquecimento. Por considerar condições de conforto térmico sem uso de condicionamento artificial, o parâmetro graus hora é um dos principais indicadores utilizado em análises de desempenho térmico de edificações naturalmente ventiladas (VERSAGE, 2009).

4. RESULTADOS

4.1. Base de dados sobre comportamento do usuário

A aplicação dos questionários obteve um total 100 respostas válidas para moradores de edificações multifamiliares de Florianópolis. Dessas, foram desconsideradas respostas incompletas e selecionados apenas os casos em que sala e dormitório fossem mantidos mediante ventilação natural, ou seja, sem a presença de sistema de condicionamento artificial. Desse modo, a base de dados efetiva utilizada para as etapas seguintes é composta por 25 casos.

4.2. Identificação de perfis de comportamento do usuário

A técnica hierárquica de partição aplicada neste estudo permitiu a construção de um dendograma (Figura 2), a partir do qual foi possível definir uma solução preliminar de agrupamento. No eixo horizontal são apresentados os objetos envolvidos na análise, enquanto no eixo vertical, o grau de similaridade obtido com cada nova junção. Conforme pode ser observado, o gráfico sugere a divisão da amostra em três grupos distintos. Assim, a técnica de agrupamento foi repetida, com as mesmas configurações, solicitando a divisão da amostra em três grupos.

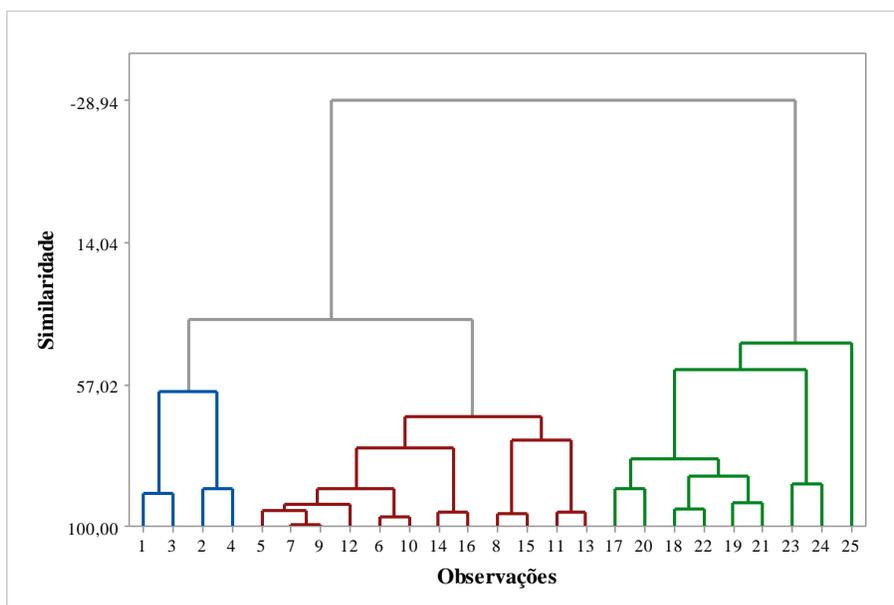


Figura 2. Dendograma do processo de agrupamento dos perfis de ocupação e operação, obtido com o Minitab.

A distribuição dos objetos nos grupos é regida pela medida de similaridade e pelo algoritmo de partição. Desse modo, a quantidade de objetos de cada grupo não está relacionada ao tamanho da amostra e sim com as características dos objetos. Dentre os três grupos resultantes, foram encontrados mais objetos associados ao Grupo 2 (12) e ao Grupo 3 (9). Somente quatro objetos integram o Grupo 1. Para cada agrupamento, foi definido um único perfil de comportamento, definido pela menor distância ao centroide do seu agrupamento, que representou as características de todo o seu grupo na etapa de simulação.

Na Tabela 2 são apresentadas as características dos perfis de comportamento dos usuários, resultante do processo de agrupamento. Esses perfis estão vinculados à subjetividade das respostas obtidas pela aplicação de questionários. Tal subjetividade faz com que seja necessário aproximar certas informações de forma a possibilitar sua inserção nas simulações computacionais. Além disso, o comportamento do usuário é retratado de forma estática neste trabalho. Por conta disso, foram utilizados horários fixos para a ocupação e as interações do usuário com o ambiente construído, com diferenciação apenas para dias úteis e dias de fim de semana. Da mesma forma, para o caso dos usuários que declararam manter as janelas abertas por um curto intervalo diário para renovar o ar, considerou-se que as janelas ficam abertas por uma hora de manhã e uma hora à noite, em horários que a unidade habitacional apresentar ocupação.

Tabela 2 – Características dos perfis de comportamento dos usuários avaliados.

Características do comportamento		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Ocupação da sala	Dias úteis	Das 10h às 23h59min	Das 22h à 1h59min	Das 7h às 7h59min, das 12h às 12h59min e das 20h às 21h59min
	Fins de semana	Das 10h às 23h59min	Das 15h à 0h59min	Das 11h às 12h59min e das 17h às 20h59min
Ocupação dos dormitórios	Dias úteis	De 0h a 8h59min	Das 2h às 8h59min	Das 21h às 6h59min
	Fins de semana	De 0h a 8h59min	Da 1h às 10h59min	Das 21h às 10h59min
Operação das cortinas/persianas	Sala	Sempre fechada	Aberta quando o ambiente é ocupado	Sempre aberta
	Dormitórios	Sempre fechada	Aberta quando as janelas estão abertas	Sempre aberta
Operação das janelas	Sala	Aberta quando o ambiente é ocupado	Aberta quando o ambiente é ocupado	Aberta quando o ambiente é ocupado
	Dormitórios	Sempre fechada	Aberta por um curto intervalo diário para renovar o ar	Aberta quando o ambiente é ocupado

4.3. Simulações computacionais

Os resultados obtidos por meio das simulações computacionais são apresentados a partir do indicador de desempenho térmico graus hora de resfriamento e de aquecimento, apresentados pelas Figuras 3 e 4, respectivamente.

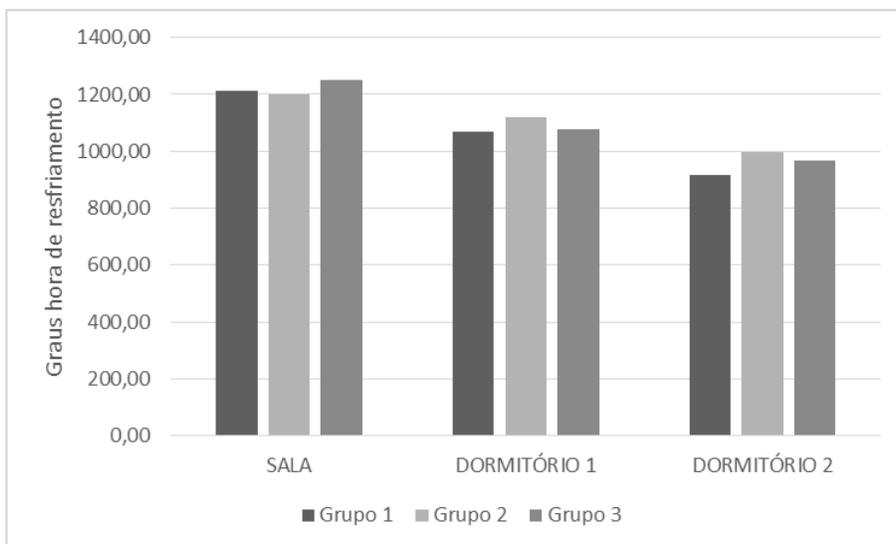


Figura 3. Resultado de graus hora de resfriamento para os ambientes de longa permanência.

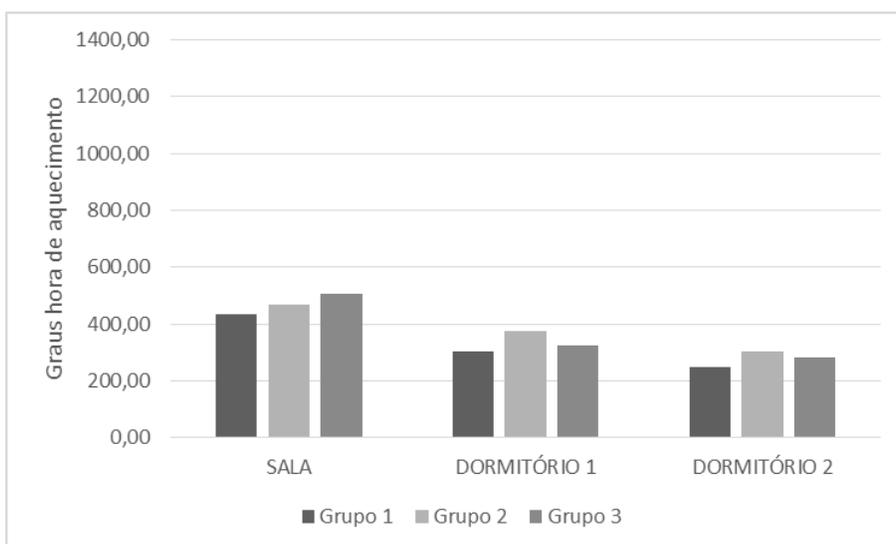


Figura 4. Resultados de graus hora de aquecimento para os três perfis de comportamento do usuário.

O comportamento do usuário representado pelo Grupo 1 apresentou os menores valores de graus hora para aquecimento em todos os ambientes. O melhor desempenho térmico para o perfil de comportamento do Grupo 1 também foi verificado para os dormitórios 1 e 2, mediante os resultados de graus hora de aquecimento e de resfriamento. O perfil de comportamento do Grupo 1 é marcado pela maior quantidade de horas de ocupação, em comparação com os demais perfis simulados. A presença do usuário no ambiente representa uma maior carga térmica e, portanto, auxilia na manutenção de temperatura dentro da faixa de conforto durante estações frias. Esse excedente de carga térmica interna poderia influenciar negativamente o resultado de graus hora de resfriamento. Enquanto que a operação das janelas e persianas sempre fechadas pelo usuário representativo do Grupo 1 evita trocas térmicas com o ambiente externo, assim, favorecendo a manutenção de temperaturas internas dentro da faixa de conforto também nas estações mais quentes.

A variação dos perfis de comportamento do usuário resultou em diferença máxima de 23,75% nos graus hora de aquecimento (dormitório 1) e de 4,22% nos graus hora de resfriamento (sala).

No caso da sala, o resultado de graus hora para resfriamento foi melhor para o perfil de comportamento do Grupo 2, em função da combinação de poucas horas de ocupação e abertura de

janelas e persianas somente quando o usuário se encontra no ambiente. Novamente, o melhor desempenho térmico do ambiente está associado à redução de trocas térmicas com o meio externo.

O perfil de comportamento apresentado pelo Grupo 2 mostrou o pior desempenho térmico para ambos os dormitórios. Em comparação com os demais perfis, o usuário do Grupo 2 apresenta ocupação intermediária (10 horas diárias), vinculada à operação de janelas e persianas somente em curtos períodos.

A operação de janelas no dormitório apresentada pelo perfil de comportamento do Grupo 3 representa a estratégia de ventilação noturna. Apesar disso, esse perfil não resultou em menor valor de graus hora de resfriamento pelo fato de as persianas serem mantidas abertas sempre.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho utilizou a análise de agrupamento para identificar perfis do comportamento do usuário e posteriormente, mediante simulações computacionais, verificar sua influência sobre o desempenho térmico de uma edificação representativa. A base de dados com informações sobre ocupação, operação de persianas e janelas foi obtida por meio da aplicação de questionários junto a moradores de edificações multifamiliares de Florianópolis e apresentou um total de 25 casos para ventilação natural. A análise de agrupamento, conduzida com o Minitab, resultou em três grupos de comportamento do usuário distintos entre si. O perfil de comportamento do usuário com menor distância até a centroides de cada grupo foi selecionado e inserido como dado de entrada nas simulações computacionais com o EnergyPlus. A comparação do desempenho térmico obtido com a variação dos perfis de comportamento foi analisada mediante o resultado de graus hora de resfriamento e de aquecimento. O melhor desempenho térmico obtido para o perfil de comportamento do usuário do Grupo 1 apontou para a influência majoritária da operação de janelas e persianas, frente à maior carga térmica interna representada pela maior quantidade de horas de ocupação. A maior variação entre os resultados de graus hora encontrada para o dormitório 1 reforça a influência da abertura no desempenho térmico do ambiente, visto que para esse caso, a abertura tem orientação solar Leste e não Sul, como nos demais ambientes analisados. Pondera-se que, assim como a orientação solar, outros fatores que não foram foco deste trabalho podem apresentar influências significativas sobre o desempenho térmico de uma edificação.

REFERÊNCIAS

- AERTS, D.; MINNEN, J.; GLORIEUX, I.; WOUTERS, I.; DESCAMPS, F. A method for the identification and modelling of realistic domestic occupancy sequences for building energy demand simulations and peer comparison. **Building and Environment**, v. 75, p. 67–78, 2014.
- ANDERSEN, R. K.; FABI, V.; CORGNATI, S. P. Predicted and actual indoor environmental quality: Verification of occupants' behaviour models in residential buildings. **Energy and Buildings**, v. 127, p. 105–115, 2016.
- CHEN, S.; YANG, W.; YOSHINO, H.; LEVINE, M. D.; NEWHOUSE, K.; HINGE, A. Definition of occupant behavior in residential buildings and its application to behavior analysis in case studies. **Energy and Buildings**, v. 104, p. 1–13, 2015.
- CHIOU, Y. S.; CARLEY, K. M.; DAVIDSON, C. I.; JOHNSON, M. P. A high spatial resolution residential energy model based on American Time Use Survey data and the bootstrap sampling method. **Energy and Buildings**, v. 43, n. 12, p. 3528–3538, 2011.
- D'OCA, S.; HONG, T. Occupancy schedules learning process through a data mining framework. **Energy and Buildings**, v. 88, p. 395–408, 2015.
- DUARTE, C.; VAN DEN WYMELENBERG, K.; RIEGER, C. **Revealing occupancy patterns in an office building through the use of occupancy sensor data**. **Energy and Buildings**, v. 67, p. 587–595, 2013.
- FENG, X.; YAN, D.; WANG, C.; SUN, H. A preliminary research on the derivation of typical occupant behavior based on large-scale questionnaire surveys. **Energy and Buildings**, v. 117, 2015.
- HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- International Energy Agency Energy in Buildings and Communities Program Annex 66, **Occupants Behavior Research Bibliography**, (n.d.) <http://www.annex66.org/?q=biblio>.
- KARJALAINEN, S. Should we design buildings that are less sensitive to occupant behaviour? A simulation study of effects of behaviour and design on office energy consumption. **Energy Efficiency**, p. 1–14, 2016.
- Minitab Inc., Minitab (Version 17.1.0.0), Software, 2013, <http://www.minitab.com>.

- PINO, F. E.; DE HERDE, A. Definition of occupant behaviour patterns with respect to ventilation for apartments from the real estate market in Santiago de Chile. **Sustainable Cities and Society**, v. 1, n. 1, p. 38–44, 2011.
- ROSA, A. S. **Determinação de modelos de referência de habitações populares unifamiliares para Florianópolis através de análise de agrupamento**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.
- RICHARDSON, I.; THOMSON, M.; INFELD, D. A high-resolution domestic building occupancy model for energy demand simulations. **Energy and Buildings**, v. 40, n. 8, p. 1560–1566, 2008.
- SCHAEFER, A.; GHISI, E. Method for obtaining reference buildings. **Energy and Buildings**, v. 128, p 660-672, 2016.
- TANIGUCHI, A.; INOUE, T.; OTSUKI, M.; YAMAGUCHI, Y.; SHIMODA, Y.; TAKAMI, A.; HANAOKA, K. Estimation of the contribution of the residential sector to summer peak demand reduction in Japan using an energy end-use simulation model. **Energy and Buildings**, v. 112, p. 80–92, 2016.
- VERSAGE, R. de S. **Ventilação natural e desempenho térmico de edifícios verticais multifamiliares em Campo Grande, MS**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.