

COMPARAÇÃO ENTRE OS HORÁRIOS HABITUAIS E RECOMENDADOS DE ABERTURA TANTO DE JANELAS QUANTO DE PORTAS INTERNAS EM HABITAÇÕES BRASILEIRAS

M. Pilar Casatejada (1); Karin M. S. Chvatal (2)

(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, pilarcasatejadagil@gmail.com

(2) Professora Doutora do Instituto de Arquitetura e Urbanismo, karin@sc.usp.br
Universidade de São Paulo, Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Av. Trabalhador São-carlense, 400, São Carlos-SP, 13566-590, Tel.: (16) 3373 9312

RESUMO

O comportamento dos usuários afeta substancialmente no desempenho dos edifícios. No entanto, este parâmetro é difícil de ser modelado nos programas de simulação computacional. Isto é porque se trata de dados que variam significativamente de um indivíduo para outro, uma vez que suas ações ocorrem de forma espontânea. Este trabalho traz um levantamento dos horários habituais nos quais os usuários costumam abrir e fechar as janelas e as portas internas nas habitações do Brasil. Este estudo foi realizado através do preenchimento de um formulário *online* por 500 pessoas aleatórias que residem por todo o território nacional. Além disso, foram realizadas simulações de uma habitação de interesse social naturalmente ventilada de 37,7m² localizada em três cidades brasileiras (Curitiba, São Paulo e Manaus) correspondentes a diferentes climas. Para efetuar as simulações foi utilizado o programa computacional EnergyPlus, junto com seu módulo AirflowNetwork para a modelagem da ventilação natural. O objetivo deste artigo é comparar os dados obtidos das enquetes com os resultados das simulações, para desta forma, poder relacionar os horários habituais de abertura das janelas reais com aqueles considerados adequados baseados no conforto térmico dos edifícios. Observou-se que a maioria dos entrevistados costuma abrir as janelas durante o dia e fechá-las à noite, enquanto o horário de abertura de janelas recomendado para um melhor conforto térmico é durante a noite, evitando a ventilação natural durante as horas de calor. Por outro lado, em relação às portas internas, 50% das pessoas as mantêm abertas durante todo o dia, e o outro 50%, em sua maioria, as fecha apenas à noite.

Palavras-chave: comportamento do usuário, simulação computacional, conforto térmico, ventilação natural.

ABSTRACT

User behavior substantially affects the performance of buildings. However, this parameter is difficult to be modeled in computer simulation programs. Because this data vary significantly from one individual to another, since their actions occur spontaneously. This work brings a survey of the usual schedule in which users usually open and close the windows and internal doors in the dwellings of Brazil. This study was carried out by completing an online form by 500 random people residing throughout the national territory. In addition, simulations of a naturally ventilated social house of 37.7m² were carried out in three Brazilian cities (Curitiba, São Paulo and Manaus) corresponding to different climates. For the simulations, the EnergyPlus software was used along with its AirflowNetwork module for the modeling of natural ventilation. The objective of this paper is to compare the data obtained from the surveys with the results from the simulations relating the real usual opening schedules of windows with the adequate schedules based on the building thermal comfort. It was observed that most interviewees usually open windows during the day and close them at night, despite the fact that the recommended opening hours for better thermal comfort is at night, avoiding natural ventilation during the hours of heat. On the other hand, in relation to the internal doors, 50% of the people keep them open during the day, and the other 50%, mostly, close them only at night.

Keywords: user behavior, computational simulation, thermal comfort, natural ventilation.

1. INTRODUÇÃO

O setor residencial é responsável por quase 40% do consumo energético total do planeta (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2008). O uso de estratégias bioclimáticas nas edificações como, a ventilação natural, pode reduzir até em 30% o consumo energético dos edifícios (SIGNOR, 1994). Devido a esta preocupação, surgem, a nível nacional, a norma de Desempenho Térmico de edificações NBR 15220 (ABNT, 2005a), que apresenta a ventilação natural como uma das melhores alternativas para garantir o conforto térmico nas habitações brasileiras, especialmente em regiões quentes e úmidas; e o RTQ-R – Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (INMETRO, 2012). Estas normas sugerem programas computacionais de simulação como ferramentas para a análise do desempenho dos edifícios.

Existe um grande empenho para melhorar a precisão nas simulações realizadas com estas ferramentas, uma vez que o desempenho real nem sempre coincide com o predito pelos programas de simulação. Alguns dos motivos podem ser: a) a incerteza na definição do modelo físico do edifício no programa de simulação, ou b) a deficiência do arquivo climático, ou c) incertezas na hora de modelar o comportamento do usuário no prédio (CALÌ et al., 2016). Tem havido muitos esforços para aprofundar e melhorar os modelos físicos e, também estudos que procuram refinar os dados climáticos. No entanto, apenas na última década, começou a aparecer uma preocupação pelo comportamento dos usuários nas habitações. Isto pode ter ocorrido pelo descobrimento do grande impacto deste parâmetro no desempenho térmico e energético das edificações (VIROTE; NEVES-SILVA, 2012), uma vez que os ocupantes podem controlar seu ambiente através da abertura e fechamento das janelas (DALBEM et al., 2016; PARK; KIM, 2012).

Entretanto, o fato do usuário poder mudar espontaneamente as condições internas dos ambientes, aumenta a dificuldade da modelagem do comportamento dos ocupantes dos edifícios nos programas de simulação. Em algumas ocasiões, os padrões de comportamento são assumidos nas simulações como aqueles mais adequados para o melhor conforto térmico nas habitações, como o fechamento de janelas nas horas de mais calor. No entanto, esta ação ocorre de forma natural e não deliberada pelos usuários, podendo variar, assim, significativamente entre usuários. Brager, Paliaga e De Dear (2004) realizaram um estudo de campo acerca de um edifício de escritório naturalmente ventilado, localizado em Sidney (clima temperado úmido), onde os ocupantes tinham controle da abertura das janelas. Após coletar mais de 1000 respostas dos usuários para cada estação do ano, os autores concluíram que mesmo os ocupantes encontrando-se em condições térmicas similares (mesma resistência térmica das roupas utilizadas, igual taxa metabólica,...), eles abriram e fecharam as janelas de forma significativamente diferente.

Existem poucos estudos ainda que avaliem o comportamento dos usuários em relação à abertura e fechamento das janelas e das portas internas. O intuito deste artigo é comparar os horários nos quais os brasileiros costumam abrir e fechar as janelas e as portas internas com os horários mais apropriados para se obter um melhor conforto térmico no interior dos edifícios.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é realizar um estudo comparativo entre os horários nos quais os usuários abrem e fecham habitualmente as janelas e as portas internas nas habitações brasileiras e, os horários mais adequados para garantir o conforto térmico no interior das edificações.

3. MÉTODO

Neste trabalho, foi realizada uma comparação entre os padrões de comportamento real e esperado (atendendo ao conforto térmico) dos usuários nas habitações do âmbito nacional. Dessa forma, foram aplicadas enquetes por todo o Brasil com o intuito de conhecer as horas habituais nas quais os ocupantes acionam as janelas e as portas internas, e, por outro lado, foram realizadas simulações computacionais de uma habitação de interesse social com o intuito de conhecer quais são os horários adequados para um melhor conforto térmico no interior dos edifícios. Assim, esta seção, encontra-se dividida em duas partes:

1. Formulário *online*
2. Modelo de simulação

3.1. Formulário online

3.1.1. Escolha da ferramenta para a elaboração do formulário

A forma de enquete escolhida foi a do “Google formulários” (GOOGLE, 2005). Estes são formulários *online* baseados em Javascript e XML oferecidos de forma gratuita pela empresa Google (GOOGLE, 1998). Eles, junto com um processador de texto, um editor de apresentações e um editor de planilhas, formam parte do pacote de aplicativos do “Google docs”. Os formulários do Google são considerados muito potentes para pesquisa, já que fornecem respostas rápidas para qualquer trabalho de investigação, dúvida cotidiana, organização de eventos, criação de testes de aula, e muito mais. Além da sua versatilidade, o “Google formulários” possui uma interface muito simples e intuitiva, onde o pesquisador não precisa saber nenhuma linguagem de programação para utilizar a ferramenta.

Na Figura 1, observam-se algumas das possibilidades de criação que este formulário apresenta. Entre as mais destacadas, encontram-se: a) adição de respostas, b) tipo de perguntas, c) obrigatoriedade da pergunta, d) adição de: perguntas, título e descrição, material gráfico (imagens e vídeos) e seções.

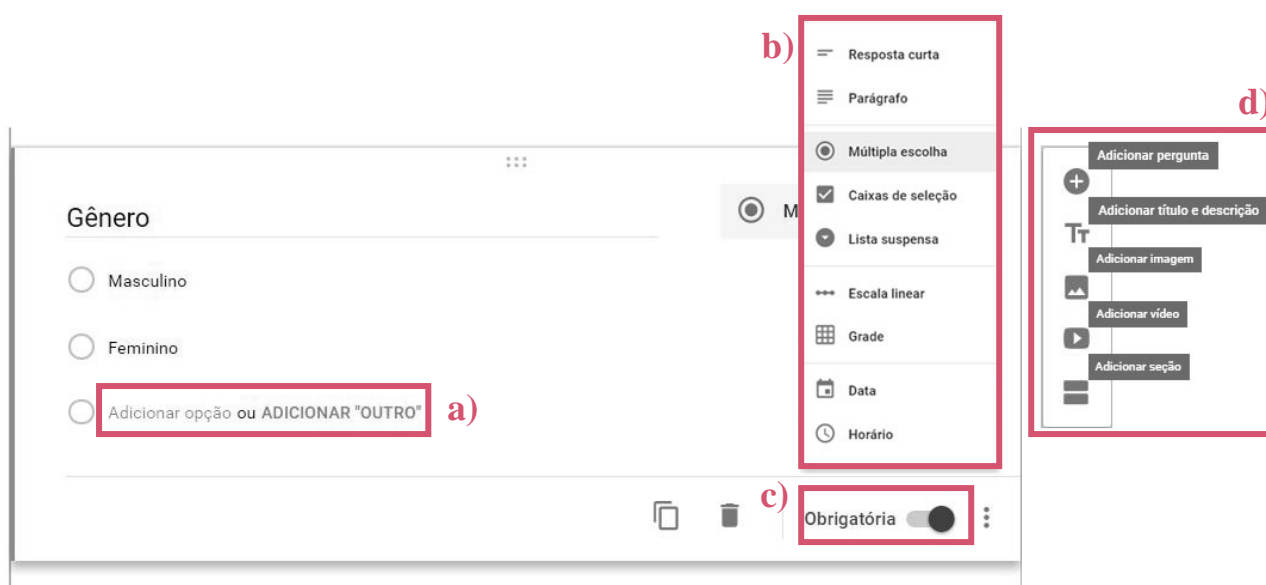


Figura 1 – Interface “Google formulários” e opções para a criação de uma pergunta.

3.1.2. Estrutura do formulário

Uma vez que o objetivo deste trabalho é conhecer o horário de abertura e fechamento das janelas e portas internas nas residências do Brasil, e dado que, segundo a norma NBR 15220-3 (ABNT, 2005b), o território brasileiro consta de oito zonas bioclimáticas, agruparam-se estas em três grupos: a) climas mais frios (zona bioclimática 1), b) climas intermediários (zonas bioclimáticas 2, 3 e 4) e c) climas mais quentes (zonas bioclimáticas 5, 6, 7 e 8) (FERREIRA; SOUZA; ASSIS, 2014). Desta forma, o entrevistado devia escolher o clima mais próximo à cidade na qual ele morava habitualmente. Assim, dentro do formulário, forneceu-se uma tabela na qual se apresentaram varias cidades que se situavam entre os três climas estudados, para a pessoa poder identificar melhor em qual dos três grupos se encaixava a cidade na qual ela morava.

Por outro lado, com o intuito de obter resultados mais exatos, para cada grupo climático foram coletados os dados para o ano completo agrupado de forma trimestral. Assim, obtiveram-se respostas diferentes para os quatro períodos do ano: a) verão (dezembro, janeiro e fevereiro); b) outono (março, abril e maio); c) inverno (junho, julho e agosto); e d) primavera (setembro, outubro e novembro). Adicionalmente, no formulário, deixou-se a possibilidade de que o entrevistado respondesse de forma diferente de segunda-feira a sexta-feira e no fim de semana, já que muitas pessoas, pelo fato de não terem que trabalhar, mudam os seus hábitos nos últimos dias da semana.

Previamente à divulgação, realizou-se uma etapa de pré-teste, na qual o formulário foi avaliado por cinco pessoas escolhidas pelas autoras. Neste período, os avaliadores estudaram detalhadamente e propuseram sugestões para uma melhor compreensão do formulário.

Assim, na Figura 2, é apresentada a estrutura final do formulário para cada um dos três climas estudados. A lógica seguida foi desde questões gerais a questões específicas que foram refinando as respostas até se chegar ao resultado esperado: as horas nas quais o usuário abre as janelas da sua casa e as horas nas quais o usuário fecha as portas internas. Portanto, a primeira pergunta foi se o usuário abre as janelas da sua casa. Caso a resposta fosse positiva, o entrevistado era dirigido a uma seção onde foram expostas as 24 horas do dia para o entrevistado selecionar todas aquelas nas quais costuma abrir as janelas da sua casa, fazendo divisão para os quatro períodos do ano estudados e criando diferença entre os dias da semana (de segunda-feira a sexta-feira) e o fim de semana. Caso a resposta fosse negativa, o entrevistado precisava definir o motivo pelo qual costuma fechar as janelas. Seguidamente, com estrutura similar à seção das janelas, foram perguntadas as questões sobre as portas internas. Neste caso, a única diferença foi que se perguntou sobre o fechamento e não sobre a abertura.

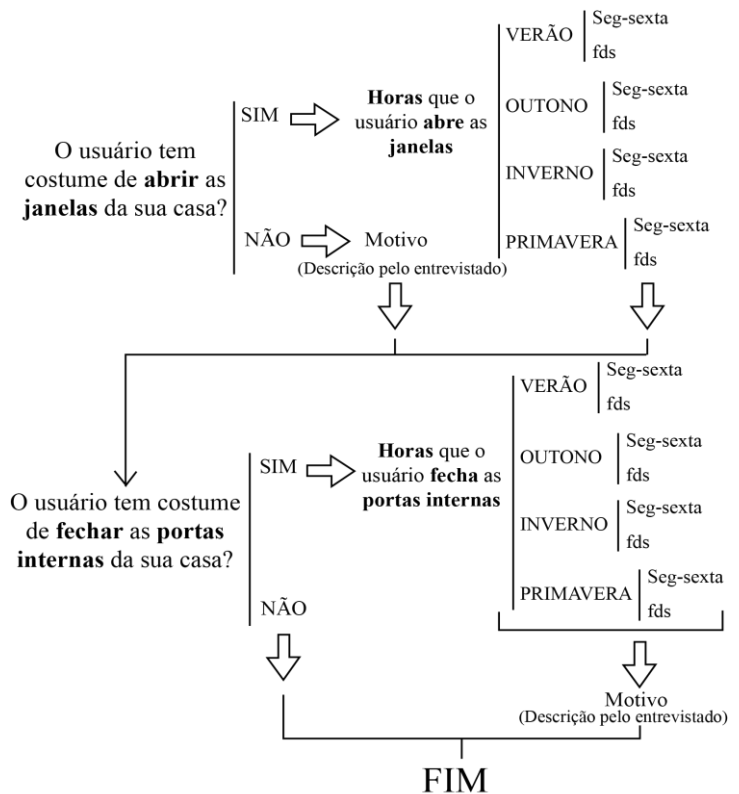


Figura 2 – Estrutura do formulário.

3.1.3. Divulgação

A versão final do formulário (Figura 2) foi disponibilizada *online* (CASATEJADA, 2017) e foram aceitas respostas entre os dias 18 e 23 de fevereiro de 2017. O formulário foi realizado de forma anônima por 500 pessoas aleatórias de todo o Brasil. Foi restrito a uma resposta por pessoa e o tempo estimado do preenchimento do formulário foi de 4 minutos. Para uma adequada homogeneização e melhor divulgação, os formulários foram publicados em redes sociais atingindo uma ampla população brasileira, sem vínculo acadêmico. Para manter o anonimato dos entrevistados, não foi pedido nenhum dado pessoal que pudesse identifica-los. Apenas foi pedido o gênero e a idade.

3.2. Modelo de simulação

Foi escolhida uma habitação de interesse social térrea isolada, naturalmente ventilada de 37,7 m² constituída por uma sala, dois quartos, uma cozinha, um banheiro, telhado duas águas e ático não ventilado. Foi adotada esta tipologia, por se tratar de uma solução típica de habitação de interesse social do estado de São Paulo (MARQUES, 2013). Para a realização das simulações foi utilizado o programa EnergyPlus (EERE, 2013), pois é um dos programas mais utilizados para a análise do desempenho térmico dos edifícios. A geometria foi modelada com o OpenStudio, uma extensão do programa de desenho SketchUp (TRIMBLE, 2012). Os padrões de ocupação e as cargas internas foram modelados baseados nos valores que sugere o RTQ-R. Na Figura 3, mostra-se a planta da habitação, o norte solar e a zona térmica escolhida (Quarto 1) para a realização do estudo.

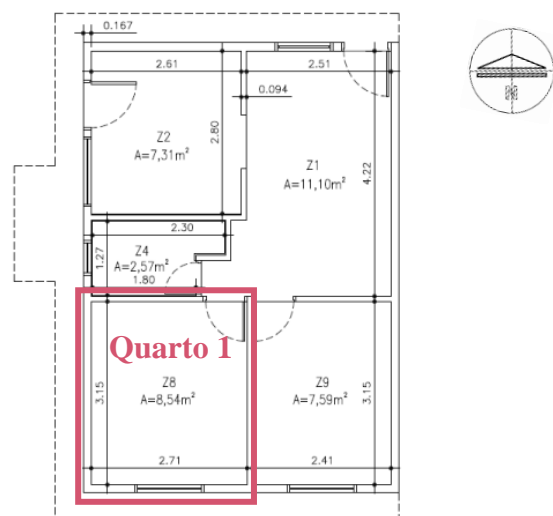


Figura 3 – Planta da habitação. Fonte: Adaptado de Marques (2013)

A solução construtiva foi a mesma adotada no trabalho de Marin, Casatejada e Chvatal (2016), posto que se trata de uma solução comum nas habitações de interesse social brasileiras. Na Tabela 1, apresenta-se um resumo das características construtivas adotadas.

Tabela 1 – Características construtivas. Adaptado de Marin, Casatejada e Chvatal (2016)

Paredes externas	Bloco de concreto furado de 19 cm
Paredes internas	Bloco de concreto furado de 14 cm
Revestimento	Reboco e pintura branca
Janelas	Vidro incolor, 4 mm
Laje	Laje de concreto (8 cm)
Piso	Brita (3cm) + concreto (8 cm) + revestimento cerâmico (5cm)
Cobertura	Telha cerâmica (0,1 cm)

Este modelo foi simulado para os três climas estudados neste trabalho. Assim, foi escolhida uma cidade pertencente a cada tipo de clima. Elegeram-se as cidades mais importantes de cada zona bioclimática: Curitiba (zona bioclimática 1), São Paulo (zona bioclimática 3) e Manaus (zona bioclimática 8). Os arquivos climáticos utilizados nas simulações foram os disponibilizados na base de dados de Roriz (2012), onde se encontram acessíveis 411 arquivos de cidades brasileiras.

3.2.1. Modelagem da ventilação natural - AirflowNetwork

A modelagem da ventilação natural foi realizada através do AirflowNetwork, o módulo de ventilação natural do programa EnergyPlus. Neste módulo, foi estabelecido o controle da abertura das janelas por temperatura. Isso significa que a ventilação ocorre quando a temperatura interna do ar é maior à temperatura externa do ar ($T_{int} > T_{ext}$) e quando a temperatura interna do ar é maior à temperatura de controle ($T_{int} > T_{controle}$), simultaneamente. A temperatura de controle que permitiu a ventilação natural foi estabelecida em 20°C, pois é o valor recomendado pelo RTQ-R. A ventilação foi permitida às 24 horas do dia caso a temperatura tendesse ao exigido pelo controle por temperatura estabelecido. Com isso, o próprio programa estabeleceu os horários mais adequados em função do conforto térmico. Foram utilizados os coeficientes médios de pressão do vento obtidos automaticamente pelo programa e a abertura efetiva das janelas foi de 100%.

3.2.2. Dados de saída

Com o intuito de conhecer as horas e a temperatura na qual deveria ocorrer a ventilação natural para garantir o conforto térmico no interior das habitações brasileiras, os dados de saída estudados foram: a) temperatura externa do ar, b) temperatura interna do ar, e c) fator de abertura das janelas. Este último é a porcentagem da abertura das janelas que o programa computacional considera quando ocorre a ventilação natural ($T_{int} > T_{ext}$ e $T_{int} > T_{controle}$). Neste trabalho, foram consideradas as horas adequadas para a ventilação natural aquelas que possuíam valores na porcentagem de abertura das janelas maiores do que 50%. Foram calculadas as médias hora a hora destes parâmetros para o verão (dezembro, janeiro e fevereiro) e para o inverno (junho, julho e agosto) para as cidades de Curitiba e São Paulo, e, apenas, foi estudado o período de verão para Manaus por tratar-se de um clima sem muitas variações na temperatura ao longo do ano.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Primeiramente, são mostradas as porcentagens das pessoas que participaram do formulário segundo o gênero e a idade. Na Figura 4, observa-se que 64% das pessoas entrevistadas foram mulheres, enquanto que 36% foram homens. Por outro lado, na Figura 5, observa-se uma alta porcentagem (56%) de respostas de jovens entre 18 a 25 anos, seguida de 30% de pessoas entre 26 a 35 anos. Também foram analisadas as porcentagens dos climas ou climas próximos das cidades nas quais residem habitualmente os entrevistados. Assim, como indicado na Figura 6, 61% das pessoas escolheu os climas intermediários como os mais próximos aos da cidade que elas moram, 23% selecionou os climas mais quentes e, por último, 16% dos entrevistados elegeu os climas mais frios como os mais parecidos aos da localidade que eles residem.

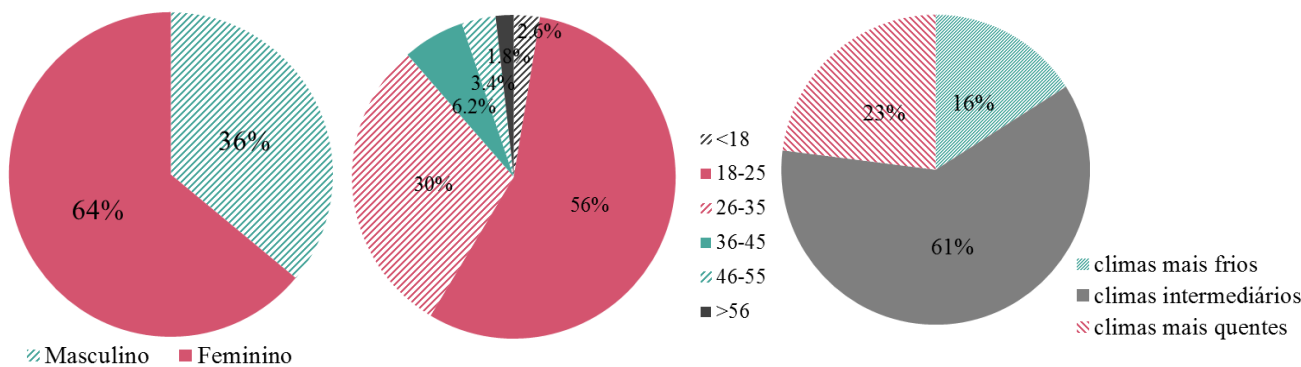


Figura 4 – Porcentagem de homens e mulheres entrevistados.

Figura 5 – Porcentagem das faixas de idade dos entrevistados.

Figura 6 – Porcentagem dos climas ou climas próximos das cidades nas que residem habitualmente os entrevistados.

A análise dos resultados encontra-se dividida em duas seções:

1. Abertura de janelas
2. Fechamento de portas internas

4.1. Abertura de janelas

Segundo o esperado, nos três climas, a maioria das pessoas costuma abrir as janelas em algum momento do dia. Responderam “sim” a essa pergunta: 94,8% (climas intermediários); 93,9% (climas mais quentes) e 90% (climas mais frios) dos entrevistados. Quanto às pessoas que mencionaram que nunca abriam as janelas, lhes foi perguntado o motivo, sendo as respostas mais usuais: o uso do ar condicionado, ficar pouco tempo em casa, evitar a entrada de insetos, segurança, poeira e percepção de calor.

A parcela de pessoas que costuma abrir as janelas em algum momento selecionou as horas exatas nas quais eles realizam esta ação. O que mais de 50% dos entrevistados respondeu foi o adotado como o horário habitual de abertura naquele clima e estação. Na Tabela 2, encontra-se um resumo dos horários habituais nos quais as pessoas costumam abrir as janelas, segundo o período do ano e o dia da semana para os três climas. Analisando-se estes dados, observa-se que a maioria dos entrevistados costuma deixar as janelas abertas durante todo o dia e as fecha geralmente à noite, independentemente da temperatura exterior diária. No entanto, observa-se diferentes padrões de abertura das janelas dependendo da estação, confirmado, assim, a consideração da temperatura exterior média do período do ano.

Tabela 2 – Horários habituais de abertura das janelas.

CLIMAS MAIS FRIOS		CLIMAS INTERMEDIÁRIOS		CLIMAS MAIS QUENTES	
VERÃO		VERÃO		VERÃO	
seg-sexta	9AM-9PM	seg-sexta	8AM-11PM	seg-sexta	7AM-10PM
fds	9AM-9PM	fds	8AM-11PM	fds	8AM-10PM
OUTONO		OUTONO		OUTONO	
seg-sexta	10AM-4PM	seg-sexta	9AM-8PM	seg-sexta	7AM-10PM
fds	10AM-6PM	fds	9AM-8PM	fds	8AM-10PM
INVERNO		INVERNO		INVERNO	
seg-sexta	Sem ventilação	seg-sexta	11AM-3PM	seg-sexta	9AM-7PM
fds	11AM-1PM	fds	10AM-5PM	fds	9AM-8PM
PRIMAVERA		PRIMAVERA		PRIMAVERA	
seg-sexta	9AM-6PM	seg-sexta	9AM-9PM	seg-sexta	7AM-10PM
fds	9AM-6PM	fds	9AM-9PM	fds	8AM-10PM

Os horários que são mostrados na tabela também são representados na Figura 7, dividindo-se em horários durante a semana (barra verde sólida) e durante o fim de semana (barra verde tracejada) para as cidades de Curitiba, São Paulo (verão e inverno) e Manaus (verão). Além disso, nessa figura também se encontram os resultados das simulações: a temperatura exterior (linha cinza escuro), a temperatura interior (linha cinza claro), a temperatura de controle (linha de pontos), e a porcentagem do fator de abertura das janelas (barra cinza escuro), a qual indica os melhores horários para a abertura de janelas segundo o conforto térmico. Todos os parâmetros são os valores médios do período estudado. Desta forma, observa-se nesta figura que o programa de simulação computacional recomenda horários divergentes aos horários habituais

nos quais os brasileiros costumam abrir as janelas nas habitações. Assim, para a habitação de interesse social simulada neste trabalho, o horário mais adequado para garantir o conforto térmico no interior do edifício é geralmente durante a noite. Desta forma, no verão, seria recomendável abrir as janelas a partir das 4 da tarde até às 10 da manhã em todos os climas (horários no que o fator de abertura das janelas é maior do que 50%). No entanto, no inverno, tanto em Curitiba como em São Paulo, a temperatura interior média do período encontra-se a maior parte do tempo abaixo da temperatura de controle, razão pela qual o programa, em geral, mantém fechadas as janelas às 24h do dia, uma vez que a porcentagem de abertura de janelas é menor do que 50% durante todas as horas do dia, não se recomendando, neste trabalho, a ventilação natural neste período. Desta forma, no inverno de Curitiba, observa-se mais coerência entre os resultados obtidos através do formulário e os da simulação, dado que a maioria dos entrevistados não abre as janelas em nenhum momento durante o dia de segunda-feira a sexta-feira e apenas as abre das 11 da manhã às 1 da tarde os fins de semana.

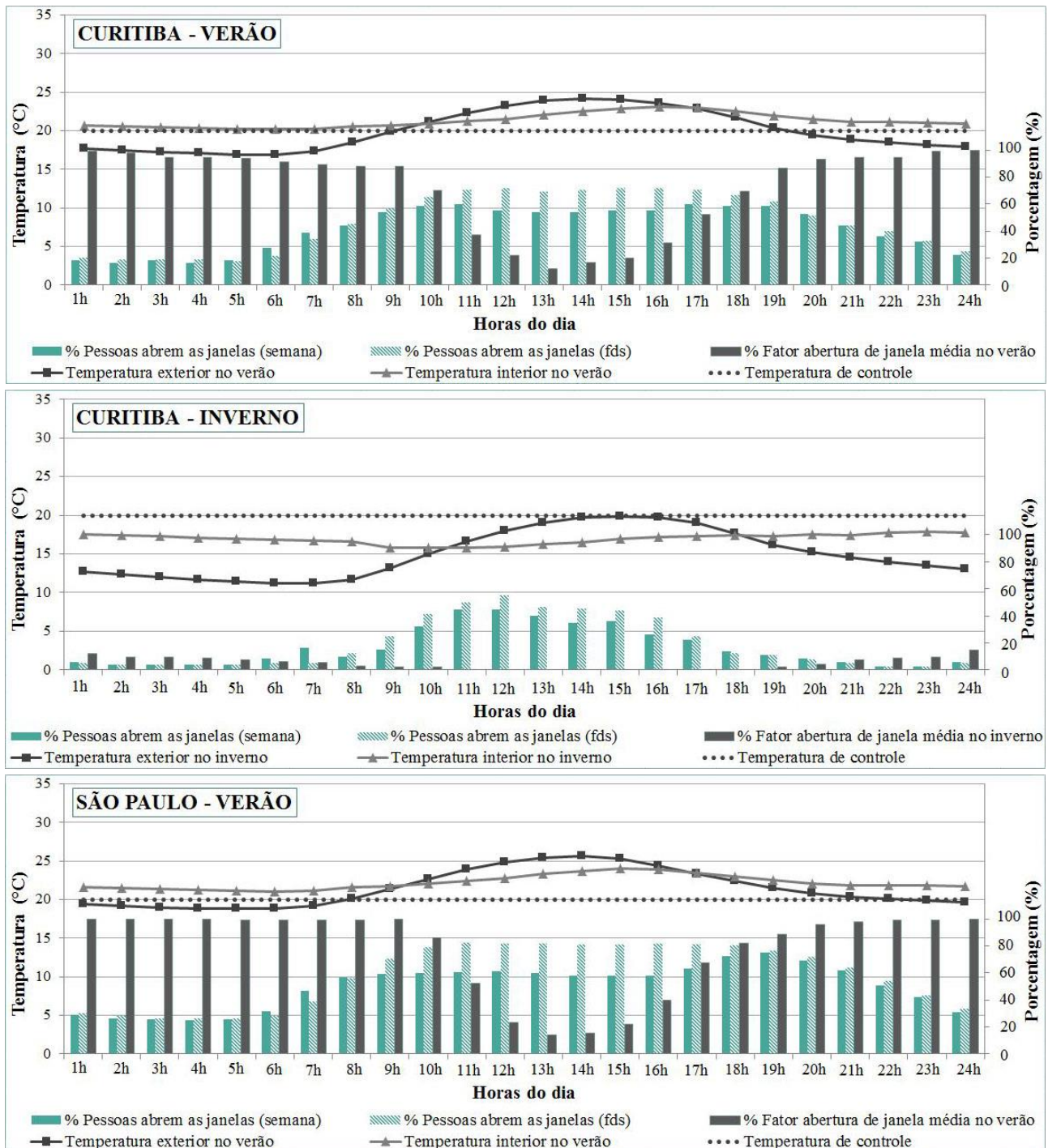


Figura 7 – Comparação entre os horários habituais e adequados da abertura das janelas “contínua”.

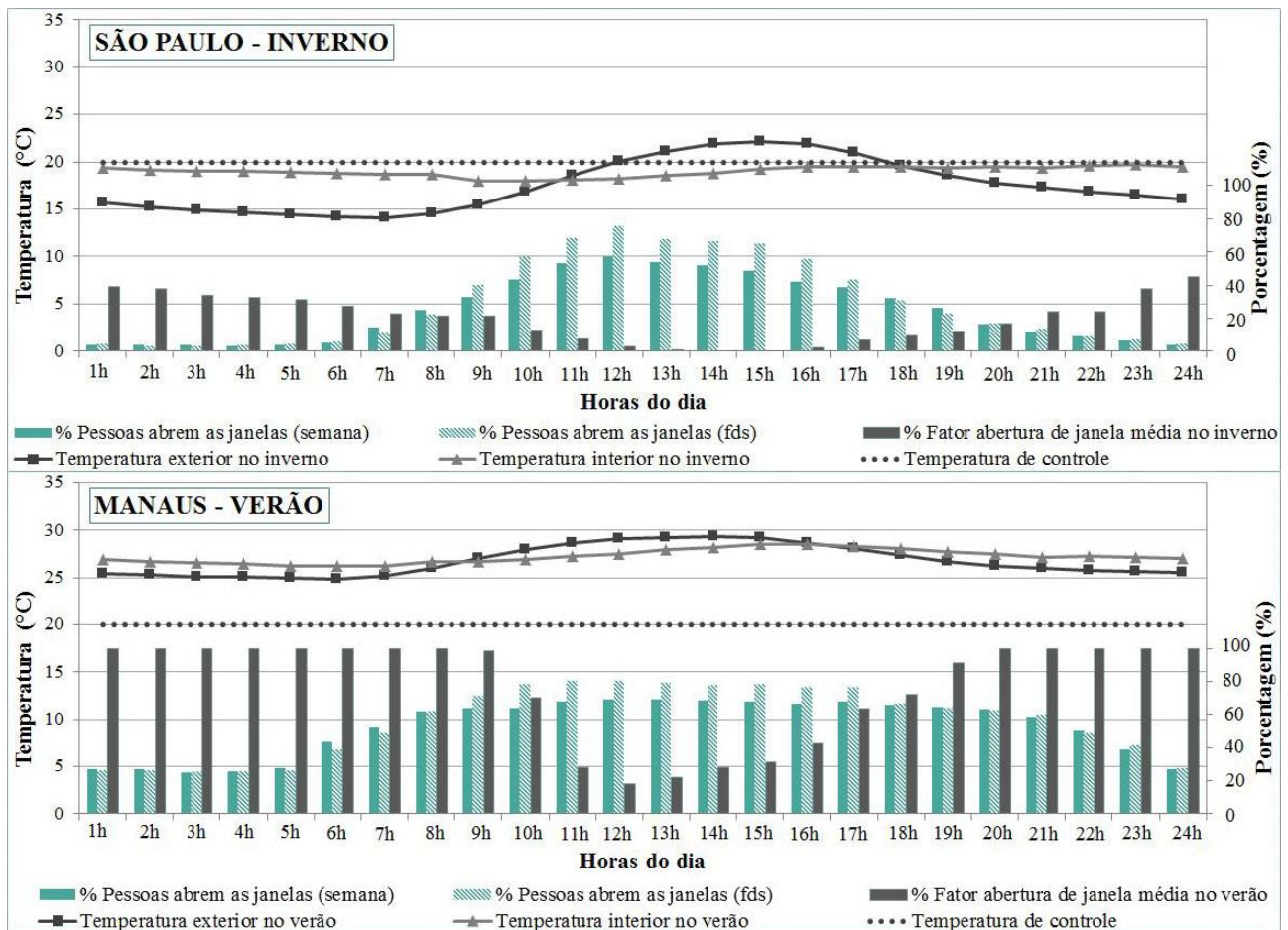


Figura 7 – Comparação entre os horários habituais e adequados da abertura das janelas “conclusão”.

Portanto, os horários habituais nos quais os entrevistados costumam abrir as janelas, tanto durante a semana como durante o fim de semana, parece ser incoerente com o acionamento das janelas realizado por controle de temperatura, como ocorre com o programa de simulação EnergyPlus. No entanto, o comportamento do usuário é conduzido ainda por outros fatores, como: a necessidade da renovação do ar e do movimento do ar, e o controle da umidade do ambiente, entre outros. Por outro lado, outro fator que influencia significativamente nestas simulações realizadas por controle de temperatura é a própria temperatura de controle. O estudo de Marin, Casatejada e Chvatal (2016) demonstra que variando este parâmetro é possível obter diferenças de até 33% no conforto térmico de um mesmo edifício.

4.2. Fechamento de portas internas

As respostas referentes a este parâmetro encontram-se mais variadas, já que, nos três climas, aproximadamente metade das pessoas entrevistadas costuma deixar sempre as portas internas abertas, enquanto a outra metade fecha as portas em algum momento do dia ou da noite. As pessoas que costumam deixar fechadas as portas internas da sua casa em algum momento foram perguntadas pelo motivo que as levava a ter esse comportamento. As respostas que mais se repetem são: privacidade, evitar a entrada de insetos, controle de animais domésticos, separar áreas condicionadas das não condicionadas e segurança.

Em ambos os três climas, a maioria das pessoas costuma fechar as portas internas da sua residência à noite. Na Figura 8, observam-se de forma detalhada as porcentagens das pessoas que costumam fechar as portas em algum momento do dia e os horários nos quais estas são habitualmente fechadas. O horário de fechamento varia ligeiramente dependendo do clima, no entanto, percebe-se que, em todos os casos, no fim de semana as pessoas costumam abrir as portas internas mais tarde pela manhã do que durante a semana, já que aproveitam para dormir por mais tempo.

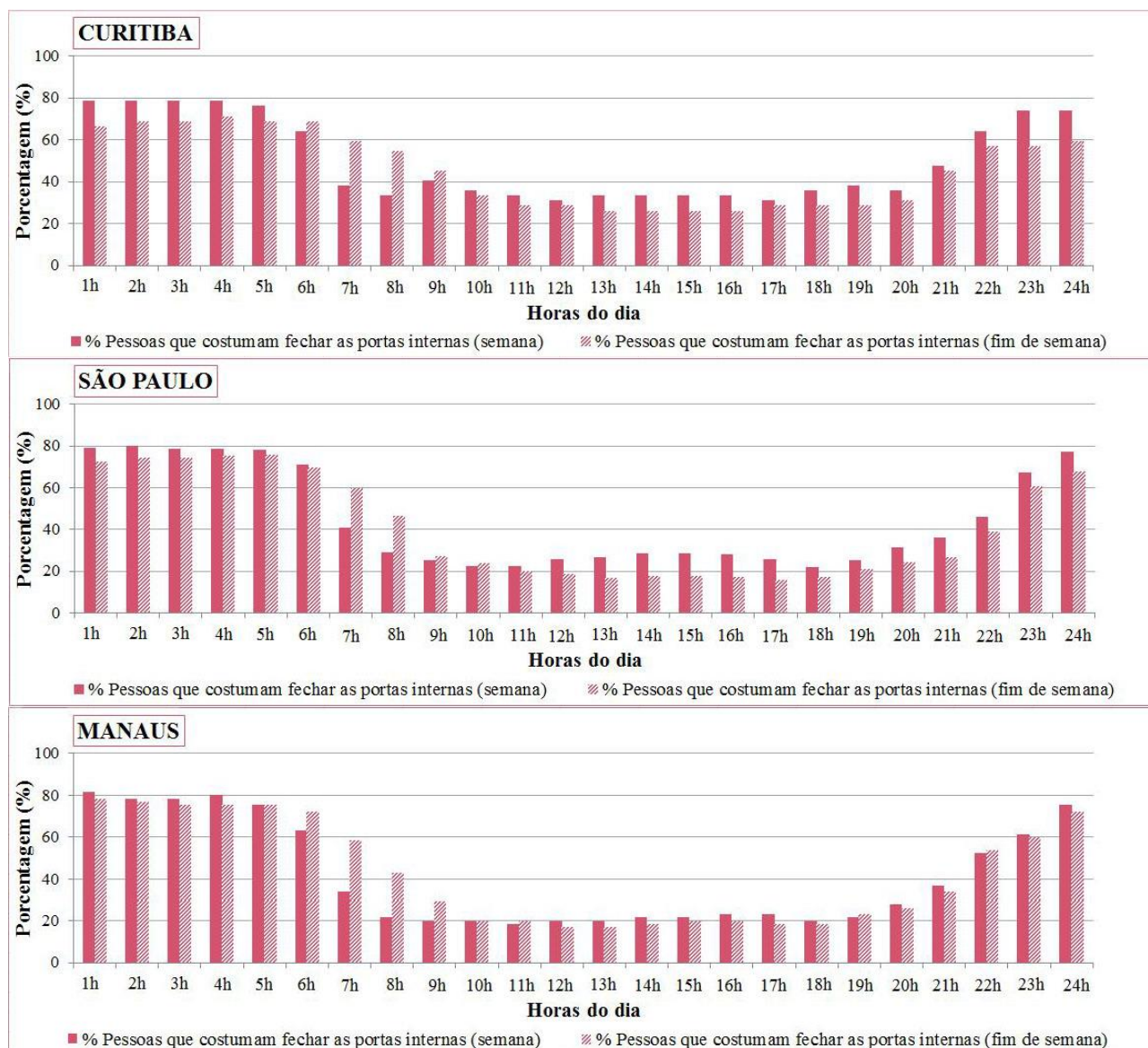


Figura 8 – Horários habituais do fechamento das portas internas.

Na Tabela 3, apresentam-se de forma resumida os horários nos quais as pessoas costumam manter fechadas as portas internas das suas casas nos três climas estudados. Assim como o critério adotado para as janelas, estabeleceu-se como os horários habituais de abertura e fechamento de portas internas, o que foi respondido por mais de 50% dos entrevistados, para esse clima e estação.

Tabela 3 – Horário de fechamento das portas internas.

CLIMAS MAIS FRIOS		CLIMAS INTERMEDIÁRIOS		CLIMAS MAIS QUENTES	
seg-sexta	10PM-6AM	seg-sexta	11PM-7AM	seg-sexta	10PM-7AM
fds	10PM-9AM	fds	11PM-8AM	fds	10PM-8AM

5. CONCLUSÕES

Este artigo traz um levantamento dos horários habituais de abertura e fechamento de janelas e portas internas nas habitações do Brasil através de um formulário *online* e sua comparação com os horários recomendáveis para o conforto térmico através de simulações computacionais. O formulário mostrou que, no verão (Curitiba, São Paulo e Manaus), a maioria dos usuários costuma abrir as janelas durante o dia evitando a ventilação natural durante o período noturno. Comparando-se estes dados com os resultados obtidos nas simulações, observaram-se padrões opostos, dado que as simulações confirmaram o período noturno como o melhor para garantir o conforto térmico no interior das habitações, evitando, desta forma, a ventilação natural durante o dia, posto que é onde se encontram as maiores temperaturas externas. Isto demonstra que, habitualmente, os ocupantes não consideram a temperatura exterior diária para acionar as janelas nesse

período do ano. No entanto, percebe-se certa consideração da temperatura exterior por parte dos usuários no período do inverno, dado que, embora continue havendo a predominância da ventilação natural diurna, as horas nas quais ocorre encontram-se significativamente reduzidas nos climas mais frios e nos climas intermediários chegando a não abrirem as janelas de segunda-feira à sexta-feira no inverno dos climas mais frios (Curitiba).

Por outro lado, aproximadamente 50% dos entrevistados, costuma deixar as portas internas das habitações abertas 24 horas por dia. Dentre as pessoas que habitualmente fecham as portas internas em algum momento do dia, a maioria dos entrevistados afirmou que apenas mantém as portas fechadas durante a noite, por motivos como privacidade, controle de animais domésticos, evitar a entrada de insetos e segurança.

Este trabalho assume que os entrevistados lembraram e responderam com precisão os horários habituais de abertura e fechamento das janelas e das portas internas de suas residências durante todo um ano. No entanto, por tratar-se de um ato rotineiro e de difícil memorização, é provável que as respostas apresentem desvios da realidade. Assim, como trabalho futuro, sugere-se o monitoramento da abertura e fechamento de janelas e portas internas nas habitações através de uma coleta de dados automatizada durante um ano. As variáveis do ambiente exterior também devem ser monitoradas para conhecer a influência destas no comportamento do usuário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho Térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005.
- _____. **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, 2005b.
- BITTENCOURT, L.; CÂNDIDO, C. **Introdução à ventilação natural**. 3. ed. Maceió: EDUFAL, 2008.
- BRAGER, G. S.; PALIAGA, G.; DE DEAR, R. Operable Windows, Personal Control and comfort. **ASHRAE Transactions**, v. 110, p. 1–20, 2004.
- CALÌ, D. et al. Analysis of occupants' behavior related to the use of windows in German households. **Building and Environment**, v. 103, p. 54–69, 2016.
- CASATEJADA, M. P. **Abertura de janelas e portas internas em habitações**. São Carlos, 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/479Pxj>>
- DALBEM, R. et al. Influência do usuário no conforto térmico de um edifício devido à operação de janelas. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 5, n. 2, p. 104–119, 2016.
- EERE – DEPARTMENT OF ENERGY AND RENEWABLE ENERGY. **EnergyPlus. Version 8.1**. US: Department of Energy Efficiency and Renewable Energy, Office of Building Technologies, 2013. Disponível em: <<https://energyplus.net/downloads>>
- FERREIRA, C.; SOUZA, H. A. DE; ASSIS, E. S. DE. Estudo do clima brasileiro: Reflexões e recomendações sobre a adequação climática de habitações. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUIDO, 15., 2014, Maceió. **Anais...** Maceió: ENTAC, 2014. p. 429–438.
- GOOGLE. **Google**, 1998. Disponível em: <<https://www.google.com>>
- GOOGLE. **Google Docs**, 2005. Disponível em: <<https://www.google.com/intl/es-419/forms/about/>>
- INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA. **RTQ-R**: Regulamento técnico da qualidade para o nível de eficiência energética de edificações residenciais. Rio de Janeiro, 2012.
- MARIN, H. F.; CASATEJADA, M. P.; CHVATAL, K. M. S. Impacto da temperatura de controle na operação das janelas e no conforto térmico para uma habitação de interesse social naturalmente ventilada em São Carlos – SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUIDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ENTAC, 2016. 13 p.
- MARQUES, T. H. T. **Influência das propriedades térmicas envolvente opaca desempenho habitações de interesse social em São Carlos, SP**. 2013. 145 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.
- PARK, J. S.; KIM, H. J. A field study of occupant behavior and energy consumption in apartments with mechanical ventilation. **Energy and Buildings**, v. 50, p. 19–25, 2012.
- RORIZ, M. **Roriz bioclimática**, 2012. Disponível em: <http://www.roriz.eng.br/epw_9.html>.
- SIGNOR, R. Estudo do consumo de energia do edifício do Fórum. In: SEMINÁRIO CATARINENSE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4., 1994. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Imprensa Universitária, 1994.
- TRIMBLE. **Google SketchUp**. Version 8.0. [s.l.]: Trimble, 2012. Disponível em: <<https://www.sketchup.com/es/download>>.
- VIROTE, J.; NEVES-SILVA, R. Stochastic models for building energy prediction based on occupant behavior assessment. **Energy and Buildings**, v. 53, p. 183–193, 2012.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem todas as pessoas que responderam e divulgaram o formulário, já que sem eles, esta pesquisa não teria sido possível. Também agradecem à CAPES pelo apoio financeiro prestado na forma de bolsa de estudos.