

A influência do comportamento do usuário em habitações de interesse social em clima quente e úmido.

The influence of occupant's behaviour on social housing in a hot-humid climate.

Andreia Cardoso de Oliveira

Filiación: Universidade Federal da Paraíba

Dirección: Via Expressa Padre Zé, 643-923 - Castelo Branco, João Pessoa - PB, 58033-455

Correo: andreiaoliveira.arq@gmail.com

Solange Maria Leder

Filiación: Universidade Federal da Paraíba

Dirección: Via Expressa Padre Zé, 643-923 - Castelo Branco, João Pessoa - PB, 58033-455

Correo: solangeleder@yahoo.com.br

Celina Pinto Leão

Filiación: Universidade do Minho

Dirección: Campus de Gualtar 4710-057 Braga Portugal

Correo: cpl@dps.uminho.pt

Manuscript Code: 039

Date of Acceptance/Reception: 06.07.2018/31.05.2018

Resumo em português

Este artigo trata de uma investigação sobre as ações dos ocupantes na promoção do conforto térmico e padrões de uso em habitações de interesse social no clima quente e úmido. Para uma previsão mais realista sobre o desempenho térmico do edifício, destaca-se a importância de incluir ações de interações dos ocupantes com a habitação. Para identificar este comportamento, uma avaliação das rotinas, práticas e hábitos em situações reais servirá como parâmetro inicial para a construção dos cenários que representam as ações dos usuários nos modelos de predição. O método compreende as seguintes etapas: a) estudo de campo, com aplicação de questionários e levantamento da tipologia habitacional, b) tratamento dos dados e análise estatística para identificar cenários que representem padrões de uso e ocupação de maior frequência, por análise de Cluster. Foi utilizado o software SPSS Statistics 24.0. O estudo foi realizado em dois conjuntos habitacionais em clima quente e úmido, João Pessoa, nordeste do Brasil. Foram aplicados 79 questionários entre os meses de fevereiro a julho de 2017. Foram identificados 3 tipos de famílias mais representativas, com padrões de ocupação semelhantes determinados principalmente pelos horários de trabalho dos moradores. Os resultados apontam forte correlação entre a abertura das janelas e a segurança. O fator segurança foi o indicador que mais influenciou o horário de fechar as aberturas, mesmo quando havia necessidade de mantê-la aberta para promover ventilação natural. Percebe-se uma inversão em algumas ações de adaptabilidade esperadas, tais como, o uso de ventilação mecânica no período noturno, quando as condições de temperatura externa estão mais baixas, porque as portas e janelas estão totalmente fechadas. O desempenho térmico das edificações analisadas é fortemente afetado por alterações nas edificações, realizadas após a ocupação, como a inclusão de grades de segurança nas aberturas e a ocupação dos recuos laterais na ampliação da área construída, essas adaptações reduzem a ventilação natural.

Palavras chave: Comportamento dos usuarios; questionário; modelos de simulação.

Abstract in English

This research deals with an investigation into the actions of the occupants in the promotion of thermal comfort and patterns of use in social housing in the hot and humid climate. For a more realistic prediction about the thermal performance of the building, it is important to include actions of interactions of the occupants with the dwelling. To identify this behaviour, an evaluation of the routines, practices and habits in real situations will serve as the initial parameter for the construction of the scenarios that represent the actions of the users in the prediction models. The method comprises the following steps: a) field study, with application of questionnaires and survey of housing typology, b) data treatment and statistical analysis to identify scenarios that represent patterns of use and occupation of higher frequency, by Cluster analysis. SPSS Statistics 24.0 software was used. The study was carried out in two housing estates in hot and humid climate, João Pessoa, northeastern Brazil. A total of 79 questionnaires were applied between February and July 2017. Three types of representative families were identified, with similar occupation patterns determined mainly by the working hours of the residents. The results show a strong correlation between opening windows and security. The safety factor was the indicator that most influenced the opening hours, even when there was a need to keep it open to promote natural ventilation. There is a reversal in some expected adaptive actions, such as the use of mechanical ventilation at night, when external temperature conditions are lower because the doors and windows are fully closed. The thermal performance of the analyzed buildings is strongly affected by alterations in the buildings made after the occupation, such as the inclusion of safety grids in the openings and the occupation of the lateral recesses in the enlargement of the built area, these adaptations reduce the natural ventilation.

Keywords in English: Occupant's behaviour; survey; simulation model.

Estudos que procuram identificar quais são os parâmetros que mais influenciam o desempenho térmico de habitações têm sido desenvolvidos há décadas, principalmente em edifícios de escritórios, em paralelo com discussões sobre a influência dos ocupantes nas condições de conforto no interior dos edifícios. Além disso, uma parte menor das pesquisas desenvolvidas é voltada às particularidades do desempenho térmico em edifícios residenciais, assim é o caso da presente pesquisa, que estuda o desempenho das habitações ventiladas naturalmente.

Dentro do contexto das ações dos ocupantes sobre o conforto no interior do edifício, diversas publicações têm demonstrado a variabilidade de resultados em função das ações dos ocupantes entre as medições dos modelos reais e os dados gerados a partir dos modelos desenvolvidos para o método de avaliação de desempenho por simulação (ROETZEL et al., 2010; FABI et al., 2012; ZANG E BARRET, 2012).

Sorgato (2015) comenta que a compreensão do comportamento dos usuários é um parâmetro importante para a concepção e a avaliação do desempenho das edificações ventiladas naturalmente não sendo recomendado generalizar o comportamento do usuário, principalmente em condições climáticas diferentes. Diversos estudos foram publicados baseados em modelos estocásticos do comportamento dos ocupantes em relação ao controle do ambiente interno. No entanto, para obter uma previsão adequada sobre o desempenho térmico do edifício, é necessário incluir modelos realistas de interações dos ocupantes com os controles de aberturas, termostatos e proteção solar, entre outros (ADERSEN, FABI E CORGNATI, 2016).

Apesar de uma determinada habitação demonstrar um bom desempenho pela correta proporção de aberturas na fachada, o uso da ventilação natural pode ser afetado por estas aberturas permanecerem, a maior parte do tempo, fechadas. Influências externas como a presença ou não de grade nas janelas ou de fechamento do lote, a proximidade com edificações vizinhas e questões relativas à privacidade e segurança podem alterar esse desempenho em condições reais. Influências como esta podem ocorrer em diferentes cenários de comportamento do usuário e no resultado da sua interação com o edifício.

Outra questão que deve ser observada é a possibilidade de existência de variações nas rotinas dos ocupantes. Assim, é possível conceber uma família tradicional com alguns moradores que permanecem em casa e, portanto, controlam as trocas térmicas ao longo do dia; bem como uma família contemporânea, em que todos trabalham e estudam o dia todo, permanecendo em casa somente à noite. Neste cenário, a habitação passa o dia sem interação, resultando em uma carga térmica totalmente distinta do cenário anterior, apesar de possuir o mesmo padrão construtivo. Desta maneira, esta pesquisa tem como objetivo identificar o comportamento de usuários de habitação de interesse social, a partir de uma avaliação das rotinas, práticas e hábitos de diferentes tipos de famílias em um mesmo tipo de edificação, que servirá como parâmetro inicial para inserir este comportamento nos modelos de avaliação de desempenho por método de simulação computacional, afim de obter resultados mais próximos dos reais.

Estado da arte do problema

Segundo Han et al. (2007), as diferenças encontradas entre os estudos de campo e os modelos preditivos indicam a adaptação das pessoas ao ambiente térmico por meio de ajustes no seu balanço de calor, através de roupas, janelas, ventilador, etc. Os resultados da pesquisa de campo realizada pelos autores com a aplicação de questionários para 110 sujeitos em 26 residências diferentes em três cidades de clima quente e úmido da China. Nessas condições, cerca de 87% dos ocupantes analisados consideraram seus ambientes térmicos aceitáveis. Han et al. (2007) ressaltaram também que mais de 60% dos ocupantes de residências com ar-condicionado consideraram seu ambiente aceitável, e essa taxa cai para 20% entre os ocupantes sem ar-condicionado.

Os autores destacam ainda que os efeitos dos ajustes comportamentais, fisiológicos e psicológicos podem ter sido negligenciados quando os sujeitos responderam, o que justificaria as diferenças entre os valores observados e previstos, atribuídos ao comportamento do usuário a longo prazo, como preferência por janelas abertas ou fechadas, fisiologia e psicologia (HAN et al., 2007). A importância de avaliar o comportamento do usuário em circunstâncias distintas de clima e localização é confirmada por Roetzl et al. (2010), ao comentarem sobre um dos fatores que afetam a relação entre o comportamento dos usuários e o desempenho térmico dos edifícios. Em edifícios ventilados naturalmente, as janelas são abertas para deixar entrar o ar fresco quando a temperatura externa é mais baixa e evita o aumento de temperatura interna. Ao analisar a literatura a cerca deste tema, Fabi et al. (2012) comentam que o comportamento dos ocupantes pode ser influenciado por três causas principais: causas externas (temperatura do ar, velocidade do vento); causas

individuais e propriedades de construção (propriedades térmicas, dispositivos de aquecimento). Para Fabi et al. (2012), a temperatura externa vinha sendo considerada a maior responsável pela influência na interação entre os ocupantes e o ambiente construído, sendo este parâmetro classificado como 'fatores externos'. As causas individuais foram divididas em cinco grupos: fatores ambientais, fatores contextuais, fatores psicológicos, fatores fisiológicos e fatores sociais. Alguns exemplos de fatores ambientais são a temperatura, umidade, velocidade do ar, ruído, iluminação e odor. Já exemplos de fatores contextuais são: o isolamento de edifícios, orientação de fachadas, tipo de sistema de aquecimento, tipo de termostato (por exemplo, manual ou programável) etc. (FABI et al., 2012; DA YAN et al., 2015).

Da Yan et al. (2015) confirmaram que pesquisas realizadas sobre o comportamento dos usuários indicaram que fatores contextuais influenciaram no desempenho térmico dos edifícios. O principal motivo para a opção pelas janelas abertas no inverno era a qualidade interna do ar, enquanto no verão, o principal motivo para a ação de fechamento da janela era o incômodo provocado pelo barulho do lado de fora. A importância de considerar que o uso dos ocupantes pode influenciar os resultados das janelas em modelos de simulação foi mencionada por Da Yan et al. (2015), ao destacarem que, em modelos de simulação, as janelas são definidas com o máximo da área de abertura para maior aproveitamento da luz do dia. Entretanto, janelas muito grandes podem levar os ocupantes a fecharem as persianas e optarem pela iluminação artificial em função do excesso de brilho.

Hong et al. (2017), apresentam dez perguntas sobre conceitos, aplicações e metodologias do comportamento dos ocupantes sobre a eficiência energética, para reduzir o uso de energia em edifícios. As primeiras três perguntas estão relacionadas a técnicas de monitoramento para quantificar impactos do comportamento humano sobre o desempenho térmico da construção. As respostas à questão 1 (Quais são os comportamentos dos ocupantes que influenciam o desempenho energético dos edifícios?) foram agrupadas em duas categorias - ações adaptativas e ações não-adaptativas – levando-se em conta o conceito de conforto adaptativo. Hong et al. (2017) destacam que as principais ações para adaptar o ambiente interno às suas necessidades ou preferências dos ocupantes são: abrir/fechar janelas, abaixar persianas, ajustar termostatos, ligar/desligar a iluminação, ajustar roupas e mover-se entre os ambientes. Já as ações não adaptativas estão relacionadas a operar equipamentos adicionais elétricos (por exemplo, aquecedores pessoais, ventiladores e sistemas elétricos de aquecimento e resfriamento de espaços).

Na questão 2 (Como o comportamento dos ocupantes influencia desempenho energético da construção?), Hong et al. (2017) comentam que, em algumas ações, como abrir uma janela, por exemplo, o usuário altera as condições ambientais internas, resultando em um aumento no consumo de energia devido a um aumento na taxa de fluxo de ar de ventilação. Já na questão 3 (Como podemos medir o comportamento dos ocupantes para quantificar seus impactos no desempenho energético da construção?), os autores ressaltam que o comportamento dos ocupantes pode ser medido por métodos de sensoriamento físico ou não-físico. Em edifícios comerciais verifica-se a ocupação (presença e movimento), a interação com o envelope do edifício (janelas, persianas), e o uso de sistemas de controle (HVAC, sistemas de iluminação). No método de observação, verificam-se os estados das janelas (abertas ou fechadas) em relação às condições ambientais do interior e do exterior.

Metodologia

O método compreende duas etapas: a) estudo de campo, com aplicação de questionários e caracterização dos modelos. Para uma melhor compreensão onde foi realizado o estudo de campo, foram realizados levantamentos das unidades habitacionais nas duas áreas que foram utilizadas neste estudo. b) tratamento dos dados e análise pelo método de Estatística Descritiva, análise pelo método de Referência Cruzada e análise pelo método de Cluster.

Caracterização dos modelos

Inicialmente, foi aplicado um estudo piloto, realizado em fevereiro de 2017, na cidade de João Pessoa - Paraíba, nordeste do Brasil. Após aprimoramento dos questionários e otimização dos procedimentos a serem adotados, o processo de levantamento de dados foi iniciado. Os dados foram coletados em visitas realizadas a cada unidade habitacional, entretanto foi encontrada muita resistência dos moradores, além da identificação de risco aos entrevistadores decorrentes de problemas sócio-econômicos enfrentado pela comunidade em estudo, a pesquisa na primeira área foi concluído com uma amostra 36 questionários aplicados. Assim, optou-se por mudar o objeto de estudo para um conjunto mais acessível. A segunda área foi concluída com uma amostra de 43 questionários, totalizando 79.

O tipo original da unidade habitacional autônoma (UH) do conjunto 1, possui 37,22 m², com os seguintes ambientes: 1 sala, 1 cozinha, 1 banheiro e 2 quartos. A edificação é térrea e possui a cobertura em duas águas, e caracteriza-se como edificação ventilada naturalmente. A unidade habitacional (UH) do Conjunto 2, que será tratado como caso base, possui

35,27 m², com os seguintes ambientes: 1 sala, 1 terraço, 1 cozinha, 1 banheiro e 1 quarto. Da mesma forma, também se caracteriza como uma edificação térrea, com telhado em duas águas e ventilada naturalmente. Nos dois conjuntos, os lotes são de 10m x 20m, as ruas possuem 8,00m de largura e as calçadas possuem 2,00m de largura.



Figura 1. Esquema do caso base 1. Preparado pelos autores, 2018.



Figura 2. Esquema do caso base 2. Preparado pelos autores, 2018.

Cenários dos usuários

O questionário foi dividido em cinco grupos por tipo de questão. O primeiro grupo refere-se ao perfil do usuário, e compreende as questões 01, 02, 22, 23 e 24. O grupo 02 reúne as questões de sensação térmica, com escala para as questões 03 e 04, baseadas em índices de conforto térmico. As questões 05 a 10, e 25 estão relacionadas aos motivos que os usuários controlam a abertura e o fechamento das portas e janelas. As questões do grupo 04 auxiliam no entendimento das cargas internas geradas relacionadas a usos e equipamentos e as questões do grupo 05 definem os horários e rotinas dos ocupantes.

Análise dos dados

A análise dos dados foi desenvolvida com o auxílio do software SPSS Statistics 24.0, e ocorreu em 3 etapas. A primeira etapa refere-se a uma avaliação inicial, onde foi adotado o uso de Estatística Descritiva para entender o comportamento das variáveis estudadas. A segunda etapa foi Referência Cruzada, quando se pôde comparar respostas de questões distintas que possuíam correlação. Na terceira etapa, os dados foram analisados pelo método de agrupamento, ou Análise de Cluster. O parâmetro base para classificação dos grupos foi o número de moradores por família, permitindo identificar os diferentes tipos de família encontrados nos dois conjuntos habitacionais para, em seguida, identificar as diferenças entre os hábitos e rotinas de cada um deles.

Na fase de aplicação da Estatística Descritiva, as questões foram divididas em quatro grupos por método aplicado. As questões com respostas abertas relacionadas ao perfil do entrevistado, foram agrupadas no grupo 1 e as respostas foram codificadas. O grupo 2 é formado por questões de múltipla escolha, que foram organizadas separadamente e analisadas em conjunto, considerando sim (1) ou não (0) para as opções assinaladas. O grupo 3 abrange as questões abertas e o último grupo reúne as questões objetivas. Em seguida, foi aplicado o método de Referência Cruzada no programa SPSS. O método identifica a influência entre duas questões ao mesmo tempo, gerando como dados de saída: tabelas de contagem e gráficos de barra, entre outros.

Resultados

As questões 01, 02, 22 e 23 estão relacionadas com o perfil dos moradores e foram analisadas por Estatística Descritiva. Ao observar o gráfico de barra gerado com os valores da questão 01, verificamos que estes estão bem distribuídos entre as respostas 2 (1 a 5 anos – 27,85%), 3 (6 a 10 anos – 20,25%), 4 (11 a 15 anos – 17,72%) e 5 (16 a 20 anos – 18,99%). A questão 02 indicou que a maior parte dos moradores nasceram em João Pessoa ou no interior da Paraíba, totalizando 91% dos dados somados. A questão 22 demonstrou que 67,1% dos entrevistados eram mulheres, enquanto 32,9% eram homens. Na questão 23, observa-se que a idade dos entrevistados variou entre 20 e 60 anos, com maior frequência entre 20 e 29 anos. Percebe-se que 50% das respostas estão entre 20 e 50 anos, com a mediana, tanto masculina quanto feminina, na faixa dos 30 a 39 anos. Outro fator que é importante ressaltar é que as mulheres têm mais respostas acima dos 40 anos. A questão 24 indica a quantidade de moradores por unidade habitacional. Percebe-se que o gráfico por setor mostra que 30,3% das respostas indicam 02 moradores por moradia. O segundo resultado mais relevante foram 4 moradores por unidade habitacional, seguido de composições de famílias com 3 e 5 moradores.

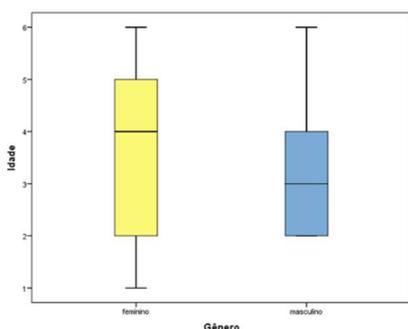


Figura 3. Gráfico de boxplot – gênero x idade. Preparado pelos autores, 2018.

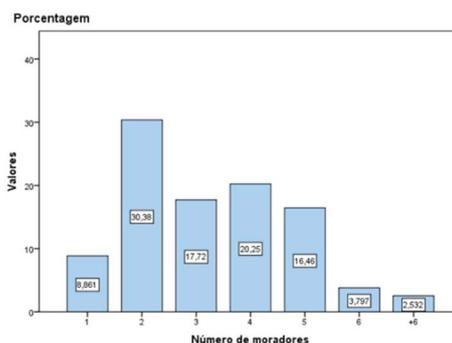


Figura 4. Número de moradores. Preparado pelos autores, 2018.

A questão 08 refere-se ao motivo de fechar as janelas. A maior parte dos ocupantes indicou mais de uma resposta. As opções mais escolhidas foram: quando vai dormir e ao sair de casa. A questão 09 possui as mesmas alternativas para identificar em quais situações as portas da sala são fechadas. Nesta questão, a maior parte dos entrevistados escolheu a opção (ao sair de casa), com 31,4% das respostas. Esta questão também foi analisada a partir da tabela de número de casos associada ao gráfico de barras por porcentagem.

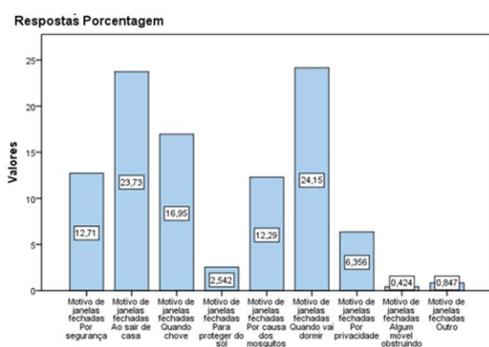


Figura 5. Questão 8 – motivo de fechar as janelas. Preparado pelos autores, 2018.

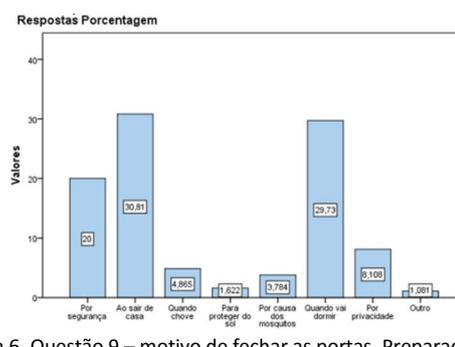


Figura 6. Questão 9 – motivo de fechar as portas. Preparado pelos autores, 2018.

No grupo de questões abertas, a questão 05 era relativo ao horário que as janelas ficam abertas resultou em quinze respostas diferentes, com apenas quatro entre as respostas que obtiveram mais de 3 repetições. A partir da tabela de número de casos, verifica-se que 70,9% dos casos informou que mantem as janelas abertas o dia todo. Sobre o horário que as portas estão abertas, a questão 06 indicou que doze respostas diferentes foram relatadas. A resposta 02 (o dia todo) resultou em 63% dos casos, entretanto a segunda resposta mais frequente foi o inverso: 'nunca, sempre fechada', com 16% das respostas. Apenas mais uma resposta 'à tarde' recebeu mais de dois casos.

Tabela 1. Horário das janelas abertas. Preparado pelos autores, 2018.

	Frequência	Porcentagem
8hs-16hs	1	1,3
dia todo	56	70,9
6hs-21hs	1	1,3
7hs-22hs	1	1,3
7hs-15hs	1	1,3
sempre fechada	4	5,1
aberta 24hs	2	2,5
6hs-23hs	1	1,3
7hs-19hs	1	1,3
7hs-17hs	3	3,8
À tarde	1	1,3
À noite	1	1,3
6hs-7hs e 22hs-24hs	2	2,5
De manhã	3	3,8
8hs-17hs	1	1,3

Tabela 2. Horário das portas abertas. Preparado pelos autores, 2018.

	Frequência	Porcentagem
dia todo até 00hs	1	1,3
dia todo	50	63,3
6hs-21hs	1	1,3
7hs-21hs	2	2,5
nunca, sempre fechada	13	16,5
6hs-22hs	2	2,5
7hs-00hs	1	1,3
7hs-22hs	1	1,3
À tarde	5	6,3
6hs-7hs e 22hs-00hs	1	1,3
7hs-20hs	1	1,3
Até 17hs	1	1,3

Sobre o período de uso de ventilador e sua frequência. A questão 11 foi observada a partir de sua frequência, gráficos de boxplot e barra, indicando que 72% dos entrevistados responderam que usam o ventilador à noite. Quanto à frequência de uso, foram observados que 54% dos casos usam o ventilador todos os dias. Considerando a relevância da carga interna produzida na cozinha, a questão 14 trata sobre o uso do fogão. A partir do gráfico de Boxplot, a mediana indicou a resposta 1 (durante a semana). Ao analisar a frequência, foram observadas respostas bem distribuídas entre as opções, com apenas 53% dos entrevistados que cozinham durante a semana e 26% cozinham todos os dias.

Análise Referência Cruzada

Ao aplicar o método de Referência Cruzada entre o horário que o morador sai para trabalhar e a quantidade de moradores por unidade, percebe-se que a maior parte dos usuários saem às 07hs, para as unidades com duas pessoas, quatro pessoas e com cinco pessoas por unidade. O cruzamento entre o horário que os moradores 3 e os moradores 4 saem para o trabalho e a quantidade de moradores por unidade indica uma concentração maior por horário, com exceção de uma pequena quantidade que sai às 7hs, o restante não indicou horário, portanto são ocupantes que não trabalham, sendo jovens na maior parte dos casos. Entre as famílias com três moradores, a maioria dos moradores que responderam os questionários não trabalham, seguidos pelos moradores que saem para trabalhar às 07hs da manhã.

A partir da análise dos motivos que refletem na operação das janelas, foram cruzados os dados resultantes da questão aberta, em que os ocupantes poderiam descrever quando as janelas estão abertas livremente, com a questão de múltipla escolha com motivos pré-definidos. O horário que as janelas estão abertas foram analisados nas seguintes alternativas: quando vai dormir, por segurança, ao sair de casa, quando chove, para proteger do sol, por causa dos mosquitos. Já no cruzamento de quem abre as janelas 'o dia todo' com a alternativa – quando vai dormir, pode-se observar que as pessoas que responderam que mantém as janelas abertas o dia todo, também indicaram que fecham as janelas quando vão dormir. Isto é, de 50 ocupantes que responderam que deixam as janelas abertas o dia todo, 46 destas também responderam que fecham as janelas quando vão dormir (92% dos casos). Pode-se concluir que a resposta o dia todo, compreende o despertar/ levantar, em torno de 7h horas da manhã até o momento de recolhimento para dormir, por volta de 22h.

Tabela 3. Referência Cruzada – quando vai dormir. Autores, 2018.

	Quando vai dormir	Total
8hs-17hs	1	1
De manhã	1	1
6hs-7hs e 22hs-24hs	2	2
À tarde	1	1
7hs-17hs	2	2
6hs-23hs	1	1
aberta 24hs	1	1
7hs-22hs	1	1
6hs-21hs	1	1
dia todo	46	46
Total	57	57

Tabela 4. Referência Cruzada – ao sair de casa. Preparado pelos autores, 2018.

	Ao sair de casa	Total
8hs-17hs	1	1
De manhã	1	1
6hs-7hs e 22hs-24hs	2	2
À noite	1	1
À tarde	1	1
7hs-17hs	2	2
aberta 24hs	1	1
sempre fechada	4	4
7hs-22hs	1	1
6hs-21hs	1	1
dia todo	40	40
8hs-16hs	1	1
Total	56	56

Table 5. Referência Cruzada – Por segurança. Preparado pelos autores, 2018.

	Por segurança	Total
8hs-17hs	1	1
De manhã	0	1
6hs-7hs e 22hs-24hs	1	2
À tarde	1	1
7hs-17hs	0	2
6hs-23hs	0	1
aberta 24hs	0	1
7hs-22hs	0	1
6hs-21hs	0	1
dia todo	18	46
Total	21	57

Table 6. Referência Cruzada – Por causa dos mosquitos. Autores, 2018.

	Por causa dos mosquitos	Total
8hs-17hs	1	1
De manhã	2	2
7hs-17hs	3	3
7hs-19hs	1	1
aberta 24hs	2	2
sempre fechada	1	1
7hs-15hs	1	1
dia todo	17	17
8hs-16hs	1	1
Total	29	29

A alternativa 'quando chove' foi menos indicada que as alternativas anteriores com 40 respostas. O cruzamento mais relevante continua sendo com a resposta 'o dia todo', com 60% das respostas. Poucos ocupantes escolheram a alternativa 'para proteger do sol', com apenas 6 respostas distribuídas entre 'a tarde', '7hs às 15hs' e 'o dia todo'. Por fim, o cruzamento com a alternativa 'por causa dos mosquitos' indicou a variabilidade de resposta, com 9 entre 15 respostas da questão aberta. É importante observar que os dois moradores que responderam que mantêm as janelas abertas 24h, também responderam que fecham as janelas por causa dos mosquitos, indicando a fragilidade de algumas respostas abertas. A importância de confrontar a mesma informação em duas respostas diferentes nos ajudou a entender a real situação da rotina dos usuários quanto ao controle das aberturas e os motivos que determinam os horários que são estas são operadas pelos ocupantes.

Análise de Cluster

Ao analisar os dados resultantes do estudo de campo, foram definidos alguns parâmetros iniciais para o agrupamento que permitam compreender a variabilidade de comportamentos e usos presentes nos conjuntos habitacionais estudados. O primeiro parâmetro está associado ao número de moradores por unidade habitacional. Foi observado que a predominância das respostas variou entre famílias com 02 moradores, com 30%, em segundo lugar família com 04 moradores, com 20%, e famílias com 03 moradores, com 17%. Este fator foi decisivo para a definição de 03 grupos que foram analisados segundo as mesmas características.

Em seguida, foram analisados os principais horários que auxiliam na compreensão do comportamento do usuário e sua relação com a habitação, observando os horários que os ocupantes acordam, dormem e saem e voltam do trabalho. As principais diferenças quanto à operação das aberturas, ocorre em horários que as janelas permanecem abertas ou fechadas em cada tipo de família. Na maior parte dos casos, foi identificado o uso contínuo de janelas abertas durante o dia todo, considerando que os usuários geralmente ao acordar/levantar abrem as janelas e mantêm abertas o dia todo, fechando ao sair de casa ou à noite, por segurança, em menor frequência, a chuva pode ser também determinante no fechamento da abertura. Sobre o uso de fogão e ventilador, também foram observadas diferenças significativas no modelo de família de dois moradores e no modelo de família de quatro moradores.

Em certos comportamentos, assim como em respostas relacionadas aos usos das aberturas, foram observadas algumas incoerências e contradições, dificultando a interpretação dos dados. Como a maior parte das respostas são declaradas pelos ocupantes e não foram registradas por nenhum outro método de análise, é importante destacar que os usos e comportamentos resultantes podem sofrer algumas alterações em relação a situação real. Estas incoerências podem ser resultantes das limitações de compreensão de texto e de interpretação do assunto abordado pelos usuários. Os principais implicadores neste caso são respostas tendenciosas devido ao chamado efeito Wawthorne, que considera um tipo de reação em que sujeitos modificam ou melhoram características do seu comportamento em resposta à sua consciência por estarem sendo observados (HONG et al., 2017).

Discussões e Conclusões

A partir da realização de uma pesquisa de campo com aplicação de questionários, classificaram-se os padrões de comportamento em três categorias por Análise de Cluster. Ainda são necessários esforços complementares para aprimorar os parâmetros que resultam na divisão dos agrupamentos por comportamento dos usuários em padrões típicos, entretanto as três categorias permitiram avaliar a influência dos tipos de famílias sobre o comportamento dos usuários, isto é, individualmente ou em grupo, as ações que impactam no desempenho térmico das habitações não sofreu alterações. Foram identificados que os tipos de famílias mais representativos, demonstraram padrões de ocupação semelhantes determinados principalmente pelos horários de trabalho dos moradores.

Os resultados apontam forte correlação entre a abertura das janelas e o horário que as pessoas permanecem em casa. O fator segurança foi o indicador que mais influenciou o horário de fechar as aberturas, mesmo quando havia necessidade de mantê-la aberta para promover ventilação natural. Percebe-se uma inversão em algumas ações de adaptabilidade esperadas, tais como, o uso de ventilação mecânica no período noturno, quando as condições de temperatura externa estão mais baixas, porque as portas e janelas estão totalmente fechadas. Ressalta-se ainda que o desempenho térmico das edificações analisadas também foi afetado por alterações nas edificações, realizadas após a ocupação, como a inclusão de grades de segurança nas aberturas e a ocupação dos recuos laterais na ampliação da área construída, essas adaptações reduzem a possibilidade de ventilação natural.

Considerando os parâmetros identificados na literatura sobre este tema, diversas pesquisas consideram que a temperatura externa é a maior responsável pela influência do comportamento dos ocupantes sobre o desempenho térmico das habitações, entretanto, os dados apresentados nesta pesquisa mostraram que a interação entre os ocupantes e as habitações sociais em clima quente e úmido são geradas pela necessidade de ventilação natural associada a rotina de acordar/levantar e dormir. As janelas permaneceram abertas independente da temperatura externa está mais alta ou mais baixa que a temperatura interna. O fator determinante para o fechamento das aberturas foi a segurança, posto que, ao dormir ou ao sair de casa, os moradores sentiram a necessidade de fechar tanto as janelas quanto às portas.

Com o resultado desta pesquisa, conclui-se que a influência do comportamento dos ocupantes sobre os modelos de simulação em clima quente e úmido podem resultar em desempenhos térmicos distintos dos modelos que consideram a temperatura externa como base para a adaptação do conforto.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da fundação que fomenta a pesquisa, tanto a bolsa quanto o Doutorado Sanduíche.

Referências

- Andersen, Rune K.; FABI, Valentina; CORGNATI, Stefano P. Predicted and actual indoor environmental quality: Verification of occupant's behaviour models in residential buildings. *Energy and Buildings*. Volume 127, 2016. Pages 105 - 115.
- Bowles, J. E. (1996). *Foundation analysis and design*. New York: MacGraw-Hill.
- DA YAN; O'BRIEN, William; HONG, Tianzhen; FENG, Xiaohang; GUNAY, H. Burak; TAHMASEBI, Farhang; MAHDAVI, Ardeshir. Occupant behaviour modeling for building performance simulation: Current state and future challenges. *Energy and Buildings*, Volume 107, 15 November 2015, Pages 264-278, ISSN 0378-7788.
- FABI, Valentina; ANDERSEN, Rune V; CORGNATI, Stefano; OLESEN, Bjarne W. Occupant's window opening behaviour: A literature review of factors influencing occupant behaviour and models. *Building and Environment*. Volume 58, 2012, Pages 188 - 198.
- HAN, Jie; et al. Field study on occupant's thermal comfort and residential thermal environment in a hot-humid climate of China. *Building and Environment*. Volume 42, 2007, Pages 4043 - 4050.
- SORGATO, Marcio José. **A influência do comportamento do usuário no desempenho térmico e energético de edificações residenciais**. Universidade Federal de Santa Catarina (Tese de doutorado). Florianópolis, 2015
- HONG, Tianzhen; TAYLOR-LANGE, Sarah C.; D'OCA, Simona; DA YAN; CORGNATI, Stefano P. Corgnati. **Advances in research and applications of energy-related occupant behaviour in buildings**, *Energy and Buildings*, Volume 116, 15 March 2016, Pages 694-702, ISSN 0378-7788.
- ROETZEL, Astrid; et al. A review of occupant control on natural ventilation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Volume 14, 2010. Pages 1001 - 1013.
- ZHANG, Yufan; BARRET, Peter. Factors influencing the occupant's window opening behaviour in a naturally ventilated office building. *Building and Environment*. 50, 2012, 125-134.