



A INTERAÇÃO HUMANA COM EDIFÍCIOS VERDES: COMPORTAMENTOS RELEVANTES

LACERDA, Cristiane Silveira de

Universidade Federal de Minas Gerais, e-mail: lacerda_cristiane@hotmail.com

ASSIS, Eleonora Sad de

Universidade Federal de Minas Gerais, e-mail: eleonorasad@yahoo.com.br

RESUMO

O presente artigo tem por objetivo investigar a percepção, a avaliação e o comportamento dos ocupantes surgidos pelo contexto ambiental dos edifícios verdes e inteligentes. O comportamento do usuário tem sido considerado um elemento-chave para os estudos de interação humana-edifício. Assim sendo, a predição da atividade tem sido usada para controlar vários dispositivos, como luz artificial, aquecimento, ventilação e ar condicionado, para mitigar os impactos ambientais e, ao mesmo tempo, criar um ambiente confortável e seguro para trabalhar. Quais são, então, os comportamentos mais relevantes e seus impactos nos edifícios verdes e inteligentes? A resposta a essa questão se baseou na sistematização da literatura sobre a interação humana com os edifícios verdes e inteligentes. Os resultados propõem que de forma a tornar os edifícios eficientes e confortáveis, eles precisam responder de forma mais ágil, adaptável e interativa às atividades e preferências dos usuários e ao seu contexto ambiental.

Palavras-chave: Interação Homem-edifício, Edifícios Verdes, Edifícios Inteligentes, Bem-estar dos Ocupantes.

ABSTRACT

This article objective is to investigate the perception, evaluation and behavior of occupants arising from the environmental context of green and smart buildings. User behavior has been considered a key element for human-building interaction studies. As such, activity prediction has been used to control various devices such as artificial light, heating, ventilation and air conditioning to mitigate environmental impacts while creating a comfortable and safe working environment. What, then, are the most relevant behaviors and their impacts on green and smart buildings? The answer to this question was based on literature systematization on human interaction with green and smart buildings. The results propose that in order to make buildings efficient and comfortable, they need to respond in a more agile, adaptable and interactive way to users' activities and preferences and to their environmental context.

Keywords: Human-building Interaction, Green Buildings, Smart Buildings, Occupant Well-being.

1 INTRODUÇÃO

Compreender os comportamentos dos usuários a fim de aprimorar a performance dos edifícios verdes e inteligentes é o desafio que se apresenta. Ries *et al.* (2006) reforçam esta importância tendo em vista o fato das pessoas passarem em média de 80 a 90% do tempo no interior dos edifícios. O design sustentável surge, portanto, segundo Argibay (2010), como uma estratégia a fim de agregar os regulamentos ambientais, energéticos e de ocupação.

Estudos sobre as interações entre ambiente e comportamento do usuário tem por objetivo melhorar a forma como os edifícios são experienciados e operados. Essas interações podem ser utilizadas para gerenciar os dados do comportamento térmico, a qualidade do ar interno, a intensidade da iluminação, a ventilação natural e os diagnósticos de climatização artificial no espaço real e em tempo real.

Baracho *et al.* (2019) explicam que, para construir um edifício inteligente, é necessário aplicar tecnologia da informação e sistemas inteligentes de modo a alcançar a eficiência do edifício, o conforto para os usuários e o atendimento às diretrizes de sustentabilidade nas fases de projeto, construção e operação do ciclo de vida do edifício. A operação de construção inteligente deve incluir, para os autores, a possibilidade de regulação do aquecimento e do resfriamento, parâmetros de controle da qualidade do ar interno, controles eficientes de iluminação e acústica, de forma a apoiarem o conforto dos ocupantes.

A busca por sistemas inovadores amparada por um sistema de comunicação inteligente precisa estar alinhada com as necessidades humanas que incluem: saúde física e bem-estar; saúde mental e bem-estar; contato social; conhecimento, entretenimento e felicidade. O objetivo é a melhoria na qualidade de vida de todos fornecendo informações específicas a cada perfil ou necessidade, defendem Baracho *et al.* (2019).

O comportamento do usuário tem sido considerado um elemento-chave para os estudos de interação humana-edifício. Assim sendo, a predição da atividade tem sido usada para controlar vários dispositivos, como luz artificial, aquecimento, ventilação e ar condicionado, a fim de mitigar os impactos econômicos e ambientais e, ao mesmo tempo, criar um ambiente confortável e seguro para trabalhar. O cerne da questão é compreender, portanto, quais são os comportamentos mais relevantes e seus impactos nos edifícios verdes e inteligentes.

2 OBJETIVO

O estudo da interação humana com edifícios verdes e inteligentes tem por objetivo investigar a percepção, a avaliação e o comportamento dos ocupantes surgidos pelo contexto ambiental. Interessa ainda os impactos no desempenho econômico e ambiental do edifício.

3 MÉTODO

A revisão da literatura realizada na base de dados do Mendeley, utilizando as palavras-chave: edifícios verdes, edifícios inteligentes e comportamento do ocupante, visou ampliar o conhecimento sobre comportamentos dos ocupantes por meio da identificação das estratégias previstas nos edifícios verdes e inteligentes em sinergia com as demandas bem-estar do usuário.

4 A INTERAÇÃO EDIFÍCIO-OCUPANTE

Os edifícios, segundo Nicol e Humphreys (2002), diferem de várias maneiras: além de sua forma física individual, diferem em seus serviços; em que tipo de sistema de aquecimento ou refrigeração é fornecido e se é usado; nas

possibilidades que eles oferecem aos ocupantes de controlar seu ambiente e nas políticas de gestão, sobre se há um código de vestimenta e assim por diante.

4.1 Uso de sensores para a transmissão de informações

Os edifícios inteligentes facilitam o controle ao incorporar sensores que permitem a transmissão de informações de gestão para análises térmicas, de consumo, ocupação e segurança. Estes incluem pesquisa nas áreas de sensores e controladores para detecção dos ambientes construídos; simulação para prever o comportamento do edifício; visualização de dados; interfaces com reconhecimento de fala e gestos; e sistemas de computação interativa.

4.2 Sistemas de reconhecimento de atividades

Sistemas que realizam ações para satisfazer o conforto do usuário sem interação humana, sistemas que possuem componentes com "reconhecimento de atividades" ou "comportamento do usuário", no sentido de consciência de contexto, tem sido usados como elementos de apoio à tomada de decisão em edificações inteligentes.

O ambiente pode ser gerenciado rastreando a posição do habitante em relação à estrutura do edifício usando etiquetas RFID (identificação por rádio frequência), sensores, câmeras e outros. Nguyen e Aiello (2013) propõem um sistema de reconhecimento utilizando sensores simples de rede sem fio (infravermelho, pressão e acústica) que realizam reconhecimento de atividades internas com o objetivo de fornecer subsídios para uma estratégia de controle de economia de energia em edifícios comerciais.

4.3 Predição do comportamento do usuário

Atividades e comportamentos do usuário são informações consideradas como a entrada mais importante para os sistemas de automação predial. A fim de tornar os edifícios verdadeiramente adaptáveis e maximizar a eficiência e o conforto, eles precisam estar sensíveis às atividades e preferências dos usuários e ao contexto de seu ambiente.

A tecnologia de simulação de edifícios é usada, de acordo com Malkawi e Srinivasan (2005), para prever o comportamento dos edifícios em quase todas as etapas do projeto, construção e gerenciamento de edifícios. Como resultado, grandes quantidades de dados são gerados, transferidos e manipulados. O propósito é facilitar o uso eficiente dos dados simulados. Isso inclui técnicas de visualização que permitem aos usuários compreender eficientemente os dados simulados e interagir com eles. Possibilidade relevante ainda, é predizer o comportamento fluido e sistemas de partículas em ação no espaço tridimensional, permitindo que especialistas avaliem uma série de decisões ambientais em edifícios.

Malkawi e Srinivasan (2005) apresentaram uma pesquisa sobre a implementação de HBI (*Human Building Interaction* – Interação Humana Edifício) que utilizou um ambiente imersivo de AR (*Augmented Reality* – realidade aumentada) para visualizar resultados de simulação em CFD (*Computational Fluid Dynamics* - dinâmica computacional de fluidos) no espaço real e em tempo real usando reconhecimento de fala e gesto como mecanismos para visualizar e interagir com edifícios e seus ambientes térmicos.

Avanços em simulação têm sido usados para prever o comportamento dos edifícios. Como resultado, Malkawi e Srinivasan (2005) explicam que técnicas de visualização permitem compreender eficientemente os dados, interagir com eles e avaliar uma série de decisões ambientais.

4.4 Soluções para a redução do consumo de energia

Nguyen e Aiello (2013) realizaram análise de 32 estudos sobre edifícios inteligentes com foco na redução do consumo de energia. Dentre as estratégias de gestão tecnológica, para o presente artigo, foram extraídas as que se adaptam às demandas de satisfação e bem-estar do usuário: (1) Soluções centradas no usuário para alertá-lo sobre o consumo de energia e a flexibilidade de uso; (2) Medições em tempo real que permitem integração e controle com relatório de consumo e desperdício; (3) Plataformas que capturam as preferências do usuário e direcionam o sistema para otimizar o consumo de energia; (4) Dispositivos e sensores inteligentes que aprendem o comportamento dos ocupantes e fazem as mudanças no ambiente de acordo com esses hábitos; (5) Sistemas que fornecem feedback sobre o consumo e conselhos sobre eficiência energética; (6) Predição das demandas dos ocupantes com foco na redução do consumo de energia e de emissão de carbono; (7) Registros de frequência e ausência de ocupantes para a programação do edifício de acordo com os padrões de ocupação; (8) Monitoramento e controle de sistemas ambientais internos por meio de redes sem fio, sensores e atuadores; (9) Interação dos usuários com ferramentas de decisão e otimização de controle por meio de uma infraestrutura adequada de rede e comunicação; e (10) Sistemas com informações em tempo real que se adaptam a mudanças imprevisíveis no padrão de ocupação.

Segundo Alawadhi *et al.* (2012), os projetos de TI têm por princípio a solução das questões organizacionais mais frequentemente do que técnicas. Destaca-se, portanto, a comunicação e sua interação de relevância para gerenciar e organizar iniciativas de edifícios inteligentes. As iniciativas exigem mudanças na cultura organizacional por meio da colaboração e cooperação interdepartamental, compartilhando informações, recursos e, às vezes, autoridades.

5 EDIFÍCIO INTELIGENTES E VERDES: TECNOLOGIA, SAÚDE E SUSTENTABILIDADE

A economia de energia e a proteção do meio ambiente são consideradas uma marca de inteligência em um edifício. As iniciativas de edifícios inteligentes ajudam, segundo Alawadhi *et al.* (2012), a criar condições desejáveis para a saúde e a sustentabilidade, preservando e protegendo o ambiente natural, o que, por sua vez, aumenta a atratividade e a habitabilidade.

5.1 Ambientes internos podem afetar a saúde dos ocupantes

Mitchell *et al.* (2007) apresentam evidências que os ambientes internos podem afetar a saúde dos ocupantes e que a exposição ao ambiente é o resultado de interações complexas entre a estrutura, os sistemas de construção, o mobiliário, o ambiente externo e os ocupantes do edifício e suas atividades.

Segundo esses autores, a complexidade reside ainda no fato de algumas intervenções para o aumento do bem-estar envolverem *tradeoffs* difíceis,

como o aumento da ventilação versus a necessidade de eficiência energética.

Edifícios ambientalmente amigáveis estão usualmente associados à saúde, segurança, bem-estar, conveniência, custo razoável e adaptabilidade a longo prazo em uma combinação ideal de valores ambientais, sociais, econômicos, e tecnológicos, defendem Kim *et al.* (2013).

A experiência do usuário, segundo Kim *et al.* (2013) deve contemplar efetividade, eficiência e satisfação, referindo-se, em um sentido mais amplo, a atributos como pensamentos, sentimentos e cognição resultantes da interação com objetos.

5.2 A interface homem-edifício: pessoas, tecnologia e sustentabilidade

Kim *et al.* (2013) explicam haver três elementos gerais e inter-relacionadas a serem considerados na compreensão da interface homem-edifício: (1) Pessoas (proprietários, ocupantes); (2) Infraestrutura (materiais, estrutura, equipamentos, controles e serviços); e (3) Processos (manutenção, desempenho e gestão).

Nguyen e Aiello (2013) demonstraram que a presença e o comportamento dos ocupantes em edifícios têm grande impacto na demanda de aquecimento, refrigeração, ventilação, iluminação e por consequência no consumo de energia. As economias, portanto, não são constantes ao longo do tempo por dependerem da ação consciente dos usuários.

Os autores (2013) explicam neste sentido que o design sustentável vai além dos métodos tradicionais de construção, trazendo preocupações de economia, utilidade, durabilidade e conforto. Admite avanços constantes a fim de complementar as práticas atuais de construção com a incorporação de práticas mais ecológicas.

Para Nguyen e Aiello (2013), a razão de ser dos edifícios verdes é a redução do impacto geral do ambiente construído na saúde humana e no meio ambiente, mitigando a demanda de energia, água e outros recursos, protegendo a saúde dos ocupantes e melhorando a produtividade dos funcionários, ou reduzindo o desperdício, a poluição e a degradação ambiental.

Quanto aos produtos ou infraestrutura, Deuble e De Dear (2009) relatam que os ocupantes preferem as oportunidades adaptativas como a ventilação natural em oposição aos edifícios com condicionamento artificial. Os estudos sugerem que os ocupantes dos edifícios verdes relevam condições ocasionais de desconforto. A conexão entre ocupação satisfatória de edifícios verdes e atitudes ambientais pode significar que "edifícios verdes funcionam melhor com ocupantes verdes". Percepção compartilhada por Gou *et al.* (2013).

Parkinson *et al.* (2017) endossam o terceiro tópico (processos) ao recomendarem que os edifícios inteligentes possuam sistemas de gerenciamento que aprendam com aqueles que ocupam o prédio, adaptando cautelosamente os serviços de acordo com as demandas. Os autores apontam que o fornecimento de controle local aos serviços mecânicos melhora as percepções em relação às condições sazonais.

Há evidências, segundo Baylon e Storm (2008), que os edifícios verdes demandam mais horas de projeto, com sistemas mecânicos mais projetados e

contemplando configurações de equipamentos mais cuidadosos e não típicas em edifícios convencionais.

6 EDIFÍCIOS INTELIGENTES E VERDES: A APO E OS COMPORTAMENTOS ADAPTATIVOS

A qualidade do ambiente é importante para o sucesso do edifício verde, defendem Nicol e Humphreys (2002). Os autores explicam que um bom clima interior é importante para o sucesso de um edifício, não só porque irá tornar os seus ocupantes confortáveis, mas também porque decidirá o seu consumo de energia e, assim, irá influenciar a sua sustentabilidade.

6.1 Edifícios inteligentes e verdes e os comportamentos adaptativos

A suposição fundamental é expressa pelo princípio adaptativo: se ocorrer uma mudança que produza desconforto, as pessoas reagem de maneira a restaurar o seu conforto. Nicol e Humphreys (2002) ilustram que as pessoas com mais oportunidades de adaptação terão menor probabilidade de sofrer desconforto. Geralmente, níveis mais altos de conforto e satisfação são observados quando os controles fornecem a possibilidade de operações eficientes, fáceis, intuitivas e acessíveis aos ocupantes e quando estes podem adotar comportamentos adaptativos, explicam Korsavi *et al.* (2018).

A oportunidade adaptativa é geralmente interpretada como a capacidade de abrir uma janela, usar um ventilador e assim por diante, mas também inclui práticas de código de vestimenta e outros fatores que influenciam a interação entre o ocupante e o edifício. Mudanças na roupa, atividade e postura e a promoção do movimento do ar mudarão as condições que as pessoas consideram confortáveis. Nicol e Humphreys (2002) relatam que as oportunidades adaptativas disponíveis nos edifícios não terão efeito direto nas condições de conforto, mas permitirão que os ocupantes mudem as condições para que possam se adequar.

Segundo Parkinson *et al.* (2017), as teorias positivistas de "conforto adaptativo" têm sido propostas para edifícios naturalmente ventilados, onde se espera que os ocupantes sejam mais ativos no controle de seus ambientes internos.

Brager e De Dear (1998) explicam que a percepção térmica nas configurações do 'mundo real' é influenciada pelas complexidades da história térmica passada, fatores não térmicos e expectativas térmicas. Assim sendo, a adaptação térmica no ambiente construído pode ser atribuída a três diferentes processos: ajuste comportamental, aclimatação fisiológica e habituação ou expectativa psicológica. O uso de um regime de controle que forneça uma temperatura de ponto de ajuste variável com a temperatura externa não aumenta o desconforto entre os ocupantes em comparação com um ponto de ajuste constante, mas pode resultar em economias substanciais no uso de energia, explicam Nicol e Humphreys (2002).

A função dos sistemas de gerenciamento de conforto é controlar, monitorar e otimizar serviços de construção, como iluminação, aquecimento, segurança, controle de acesso, ventilação, filtragem e controle climático. No entanto, segundo Nicol e Humphreys (2002), a temperatura de conforto está mudando continuamente. A extensão dessas mudanças e a taxa em que elas ocorrem é uma consideração importante para que as condições de conforto sejam

especificadas adequadamente. Assim, ações adaptativas podem ser usadas para o alcance do conforto.

6.2 Edifícios inteligentes e verdes e a APO (Avaliação Pós-Ocupação)

O edifício carece, segundo Cole (2008), de mudança no conceito do ocupante como receptor passivo, para usuário ativo que possa intervir no ambiente de forma a atingir os níveis de conforto esperado. Neste sentido, a APO (Avaliação Pós-Ocupação) é necessária, segundo Korsavi *et al.* (2018), para descobrir como os ocupantes interagem com os controles, em que sequência adotam comportamentos adaptativos e para prever como os comportamentos afetam os fatores de qualidade interior, conforto e o consumo de energia.

As avaliações pós-ocupação também podem instruir os ocupantes a interagir de forma mais eficiente com os controles e a adotar comportamentos adaptativos pessoais apropriados. O desempenho e a eficiência dos comportamentos adaptativos são controlados através da APO. Para Silveira e Ely (2015) as visitas exploratórias, entrevistas, pesquisas bibliográficas e documentais permitem caracterizar o ambiente, seus usuários e a estrutura organizacional.

6.3 O comportamento do ocupante e a performance do edifício

O comportamento do ocupante é uma das maiores fontes de incerteza na performance do edifício e é a principal razão do gap de performance entre simulação e realidade. Fatores contextuais precisam ser considerados para evitar cenários nos quais os comportamentos adaptativos fiquem restritos.

Embora existam ganhos na integração de construções verdes com estratégias de projeto, Brown *et al.* (2010) demonstram que diversos fatores moldam os comportamentos, sendo difícil segregar os ganhos específicos resultantes dos fatores ligados à construção sustentável. Em sinergia, Gonçalves (2015) e França *et al.* (2018) explicam que muitos edifícios aclamados como verdes não alcançaram o desempenho prometido. A razão é que o projeto apresenta as tendências, entretanto, o desempenho só se confirma no uso, e a eficiência prescrita pode variar conforme o perfil dos ocupantes.

Altomonte e Schiavon (2013) complementam o leque de variáveis e complexidade na relação ambiente-ocupante ao destacar que a satisfação dos ocupantes em relação à qualidade dos edifícios se correlaciona positivamente com o aumento da autoestima no emprego e produtividade da empresa.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este estudo sugere que os fatores de contexto e perfil do ocupante com possibilidades adaptativas e de controle previstos na fase de projeto pode garantir diferentes aspectos de conforto para o ocupante de edifícios verdes inteligentes.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desafio de projetar o edifício de forma que o ocupante possa transformar o ambiente conforme a sua necessidade, sem que com isso ocorra o desperdício

energético tem sido o foco de trabalho de vários pesquisadores. Assim, coletar as informações dos padrões de uso, preferências e previsões de ocupação e desocupação dos espaços, por meio de sensores, rastreadores, leitores de ambientes, algoritmos e outros, tem sido a prática. O padrão de ocupação é estimado na fase de projeto. O ideal, entretanto, é que o edifício possa se adaptar aos vários padrões e perfis de usuários ao longo de sua vida útil.

Este estudo sugere que os fatores de contexto e perfil do ocupante com possibilidades adaptativas reportam menores níveis de desconforto nos edifícios. Geralmente, níveis mais altos de conforto e satisfação são observados quando o tipo e o nível de controles fornecem a possibilidade de operações eficientes, fáceis e acessíveis aos ocupantes.

A literatura não apresenta consenso sobre os comportamentos. Entretanto, para tornar os edifícios eficientes e confortáveis, a compreensão das atividades do usuário e estudos comportamentais são necessários como a entrada mais importante para sistemas de automação predial. Para tornar os edifícios adaptáveis e maximizar a eficiência e o conforto, fica claro que eles precisam ser mais ágeis e adaptáveis às atividades e preferências dos usuários e ao contexto de seu ambiente. Além disso, que a sensibilização dos ocupantes pode levar à redução da demanda de energia nos períodos de pico.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais), ao PACPS (Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) Escola de Arquitetura UFMG e ao PROAP/CAPES.

REFERÊNCIAS

- ALAWADHI, S.; ALDAMA-NALDA, A.; CHOURABI, H.; GIL-GARCIA, J. R.; LEUNG, S.; MELLOULI, S.; NAM, T.; PARDO, T. A.; SCHOLL, H. J.; WALKER, S. Building understanding of smart city initiatives. In: *Electronic Government. Springer Berlin / Heidelberg*, p. 40–53, 2012.
- ALTOMONTE, S.; SCHIAVON, S. Occupant satisfaction in LEED and non-LEED certified buildings. **Building and Environment**, v. 68, p. 66-76, 2013.
- ARGIBAY, A. Sustainable facilities and LEED certification: a broadcaster's guide. **SMPTE Motion Imaging Journal**, p. 25-30, 2010.
- BARACHO, R.M.A.; SOERGEL, D.; PEREIRA JUNIOR, M. L.; HENRIQUES, M. A. A. Proposal for Developing a Comprehensive Ontology for Smart Cities / Smart Buildings / Smart Life. In: *The 10th International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics, 2019, Orlando. The 10th International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics: IMCIC 2019 – Proceedings...* - v. I, Orlando: IIS - International Institute of Informatics and Systemics, 2019. v. II. p. 110-115.
- BAYLON, D.; STORM, P. Comparison of commercial LEED buildings and non-LEED buildings within the 2002-2004 Pacific Northwest commercial building stock. **ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings**, p. 1-12, 2008.
- BRAGER, G.; DE DEAR, R. Thermal adaptation in the built environment: a literature review. **Energy and buildings**, v. 27, p. 83-96, 1998.

BROWN, Z.; COLE, R. J.; ROBINSON, J.; DOWLATABADI, H. Evaluating user experience in green buildings in relation to workplace culture and context. **Facilities**, v. 28, n.3/4, p. 225-238, 2010.

COLE, R. Re-contextualizing the notion of comfort. **Building Research and Information**, n. 36, p. 323-336, 2008.

DEUBLE, M.; DE DEAR, R. Do green buildings need green occupants? **Proceedings of Healthy Buildings**, n. 229, p. 1-4, 2009.

FRANÇA, A. J. G. L.; ONO, R.; ORNSTEIN, S. W. APO, desempenho e suas relações com normas e certificações. In: ONO, R.; ORNSTEIN, S. W.; VILLA, S. B.; FRANÇA, A. J. G. L. **Avaliação pós-ocupação na arquitetura, no urbanismo e no design: da teoria à prática**. Oficina de Textos: São Paulo, 2018.

GONÇALVES, J.; BODE, K. (Orgs.). **Edifício Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

GOU, Z.; PRASAD, D.; LAU, S. Are green buildings more satisfactory and comfortable? **Habitat International**, p. 1-6, 2013.

KIM, M. J.; OH, M. W.; KIM, J. T. A method for evaluating the performance of green buildings with a focus on user experience. **Energy and Buildings**. v. 66, p. 203-210, 2013.

KORSAVI, S. S.; MONTAZAMI, A.; BRUSEY, J. Developing a design framework to facilitate adaptive behaviours. **Energy and Buildings**, v. 179, p. 360-373, 2018.

MALKAWI, A.; SRINIVASAN, R. A new paradigm for human-building interaction: the use of CFD and augmented reality. **Automation in construction**, n. 14, p. 71-84, 2005.

MITCHELL, C. S.; ZHANG, J.; SIGSGAARD, T.; JANTUNEN, M.; LIOY, P. J.; SAMSON, R.; KAROL, M. H. Current state of the science: health effects and indoor environmental quality. **Environmental Health Perspectives**, v. 115, n. 6, Baltimore, 2007.

NGUYEN, T.; AIELLO M. Energy intelligent buildings based on user activity: a survey. **Energy and buildings**, v. 56, p. 244-257, 2013.

NICOL, J.; HUMPHREYS, M. Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. **Energy and buildings**, v. 34, p. 563-572, 2002.

PARKINSON, A.; REID, R.; MCKERROW, H.; WRIGHT, D. Evaluating positivist theories of occupant satisfaction: a statistical analysis. **Building Research and Information**, p. 430-443, 2018.

RIES, R.; BILEC, M.; GOKHAN, N.; NEEDY, K. The economic benefits of green buildings: a comprehensive case study. **The Engineering Economist**, v. 51, n. 3, p. 259-295, 2006.

SILVEIRA, C. M. F.; ELY, V. H. M. B. Avaliação do trabalho dos atendentes em panificadoras sob o viés da psicologia ambiental e da ergonomia, **XIII ENCAC e IX ELACAC**, Campinas, 2015.