

COMPORTAMENTO DOS USUÁRIOS E CONSUMO ENERGÉTICO EM UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO

LÉO PINHEIRO GOULART¹; ANTÔNIO CÉSAR SILVEIRA BAPTISTA DA SILVA²; CRISTHIAN MOREIRA BRUM³

¹Universidade Federal de Pelotas – leopinheirogoulart@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas– antoniocesar.sbs@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – cristhian.brum@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Recentemente, o estado do Rio Grande do Sul sofreu a maior enchente já registrada. Os cientistas da *ClimaMeter* interpretaram como um evento cujas características locais podem ser atribuídas principalmente às mudanças climáticas provocadas pelo homem (Faranda *et al.*, 2024). Além disso, o ano de 2023 foi o mais quente já verificado (IEA, 2024).

De acordo com o relatório da IEA (2023), para cumprir as metas climáticas e atingir o zero líquido de CO₂ em 2050, são necessárias ações de aumento da participação das renováveis e redução do consumo através de estratégias de eficiência energética.

Nesse sentido, o setor de edificações, em nível mundial, é considerado o principal responsável pelo consumo energético (GONZÁLEZ-TORRES *et al.*, 2022), responsável por um terço do consumo total de energia final e por um quarto das emissões de CO₂ (ZHANG *et al.*, 2023).

Além do impacto ambiental, existe o impacto financeiro. Por exemplo, apenas depois dos serviços terceirizados, a maior despesa da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) é com a energia elétrica (HAX, 2020). E como é de conhecimento, frequentemente ocorrem cortes nos orçamentos, como no ano de 2021, onde as verbas alocadas para as universidades federais do Brasil sofreram uma redução de 18% de acordo com a Lei Orçamentária Anual (LOA) (BELCHIOR, GINÚ e FERREIRA, 2023).

Uma maneira de reduzir esses problemas é com a adoção de medidas de eficiência energética. No setor de edificações, existe o PBE Edifica, onde são emitidas as etiquetas de conservação de energia (ENCE), utilizadas para informar o nível de eficiência da edificação. Nessas etiquetas é informado o consumo energético aproximado da edificação.

Esse consumo pode ser muito diferente do consumo verificado na prática cuja discrepância pode ser atribuída principalmente ao comportamento dos usuários. O consumo real de energia dos edifícios pode ser até 3 vezes superior ao cálculo estimado (DELZENDEH *et al.*, 2017).

No entanto, a sua análise não é uma tarefa trivial, uma vez que o comportamento dos ocupantes é complexo, estocástico, diverso e possui características multidisciplinares (HONG *et al.*, 2017). O comportamento dos usuários é influenciado por diversos fatores, como: fatores físico-ambientais, psicológicos, sociais, fisiológicos e contextuais. Por isso, frequentemente, os comportamentos dos usuários são negligenciados por serem de difícil compreensão e implementação (WAGNER; O'BRIEN; DONG, 2018).

Assim, um obstáculo significativo para melhorar a eficiência energética de edifícios é a falta de compreensão do comportamento dos ocupantes e seus

fatores de influência, especialmente em um edifício público de ensino, composto por diferentes perfis sociodemográficos e cujo consumo energético é tão significativo. Dessa forma, o objeto de estudo da presente pesquisa é o bloco 2 do edifício do Centro de Artes (CEARTE) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

Portanto, este trabalho consiste em realizar uma análise dos comportamentos dos usuários, identificando as interações com os mecanismos de sombreamento, janelas e equipamentos, além de identificar relações dos fatores de influência em tais comportamento. Busca-se, ainda, realizar uma análise dos impactos dos comportamentos dos usuários no consumo energético, através de simulação computacional.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se por ser uma pesquisa descritiva, de natureza aplicada, cuja abordagem é quali-quantitativa, com predominância quantitativa. Com isso, elaborou-se uma metodologia que viesse satisfazer cada um dos objetivos, bem como responder cada uma das questões de pesquisa.

A pesquisa contará com a aplicação de uma Avaliação Pós Ocupação (APO) com utilização de múltiplos métodos, além de simulação computacional. A Figura 1 sintetiza as etapas e os procedimentos adotados na metodologia da pesquisa.

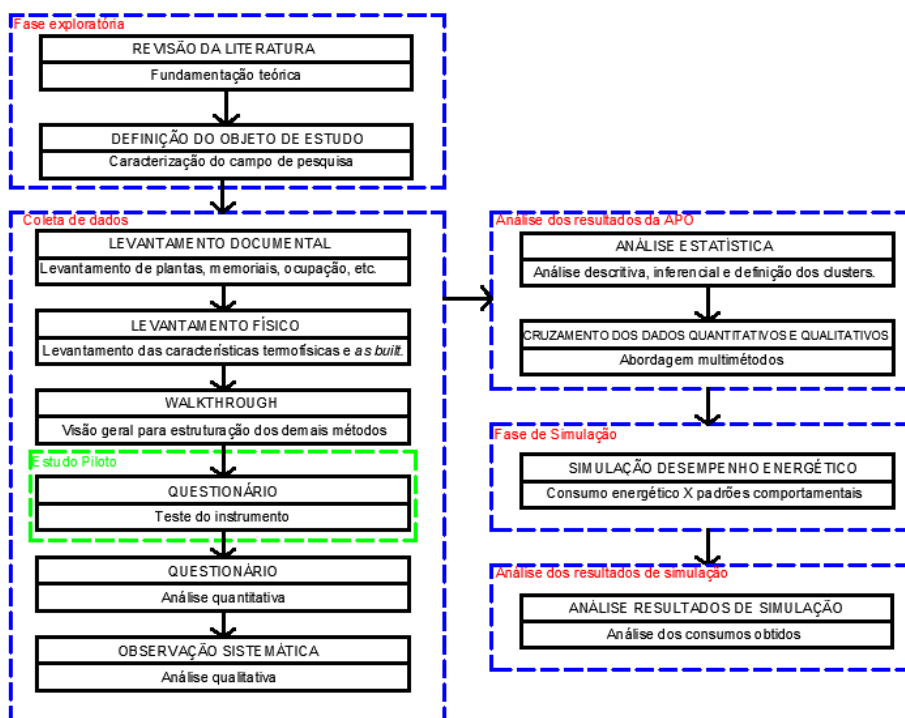


Figura 1 Etapas e procedimentos da pesquisa. Fonte: Autores (2024).

Inicialmente foi realizado um levantamento documental, com o objetivo de coletar dados iniciais sobre o edifício e seu uso, como: plantas, memoriais descritivos, tamanho da população, horários de funcionamento, etc. Após, realizou-se um levantamento físico, no qual foram realizadas visitas em campo com o objetivo de efetuar o levantamento as built.

Após, o método *walkthrough*, o qual consiste de percurso dialogado, cujas informações serão utilizadas para o planejamento e aperfeiçoamento dos demais

métodos/técnicas de APO (questionário e observação sistemática de vestígios comportamentais. O procedimento consiste em um passeio pelo edifício, em todos ambientes acessíveis, com o apoio de diálogos com pessoas-chave, sendo um professor, dois alunos e um servidor terceirizado. O roteiro da entrevista e da observação foi realizado com base em uma ficha *walkthrough*, elaborada para tal finalidade.

O próximo método consiste em um questionário transversal, o qual tem como objetivo levantar as percepções e os comportamentos dos ocupantes do edifício. O questionário é composto por perguntas de múltipla escolha, matriz, grau de importância e frequência e será complementado com resultados da pesquisa do *walkthrough*. Será utilizada análise estatística descritiva, inferencial e análise de *Cluster*.

Ainda, tem-se a aplicação do método da observação sistemática, o qual será realizado com a utilização da metodologia de vestígios ambientais de comportamento. O objetivo da aplicação desse método é obter características dos comportamentos dos usuários por meio dos vestígios deixados pelas atitudes com relação à operação dos mecanismos de iluminação, sombreamento, janelas e condicionador de ar.

Será realizada observação antes, durante e após a ocupação dos ambientes, sendo registrados os estados momentâneos dos ambientes, para posterior comparação entre eles. Dada a necessidade da observação ser sistemática, para comparação dos estados, elaborou-se uma ficha de Observação Sistemática, para registro das observações e das medições das grandezas físicas de temperatura, umidade, iluminância e velocidade do ar.

Por fim, serão realizadas simulações de consumo energético. Busca-se compreender os consumos dos clusters, previamente levantados por análise estatística, além de identificar impactos no consumo energético a partir de eventuais mudanças comportamentais. Será utilizado software EnergyPlus.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto de pesquisa foi submetido à aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal de Pelotas, o qual foi aprovado sob CAAE 82208524.8.0000.5317.

Atualmente foram realizadas as etapas do levantamento físico, levantamento documental e a aplicação do método *Walkthrough*, onde a tabulação dos seus resultados encontra-se em andamento. Após analisar os resultados do *walkthrough*, os métodos do Questionário e da Observação Sistemática de Vestígios Comportamentais poderão receber os últimos ajustes para melhoramento e enfim serem aplicados no objeto de estudo.

A partir desta pesquisa, espera-se contribuir cientificamente com informações relacionadas aos estudos de comportamentos dos usuários, relacionados ao consumo energético, especialmente em edificações públicas de ensino.

Além disso, os resultados obtidos poderão ajudar a priorizar os esforços de modificação do comportamento dos ocupantes, a fim de reduzir o consumo de energia do edifício e melhorar a modelagem do comportamento dos ocupantes, reduzindo o problema da discrepância entre o consumo medido e o estimado.

4. CONCLUSÕES

A pesquisa pretende mostrar uma caracterização dos comportamentos dos usuários, com sua devida categorização em padrões de uso e a definição dos fatores que influenciam tais comportamentos, possibilitando simulações computacionais mais realistas e o delineamento de metodologias de previsão de economia de energia. Assim, contribuindo cientificamente no campo do comportamento do usuário no uso da energia, promovendo um uso mais racional, trazendo redução nas despesas e diminuindo os impactos das mudanças climáticas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELCHIOR, Fernando Nunes; GINÚ, Hugo Ferreira; FERREIRA, Vicente da Rocha Soares. Modelo teórico do comportamento humano no uso econômico de energia elétrica em instituição pública. **GeSec: Revista de Gestão e Secretariado**, v. 3, 2023.

DELZENDEH, Elham et al. The impact of occupants' behaviours on building energy analysis: A research review. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 80, p. 1061-1071, 2017.

Faranda, Davide et al. **2024/05/02 South Brazil Floods**. ClimaMeter, 2024. Acessado em: 10 mai. 2024. Disponível em: <https://www.climameter.org/20240502-south-brazil-floods>.

GONZÁLEZ-TORRES, M. et al. A review on buildings energy information: Trends, enduses, fuels and drivers. **Energy Reports**, v. 8, p. 626-637, 2022.

HAX, Douglas Roschildt. **Influência do Comportamento do Usuário no Consumo de Energia em um Prédio de Ensino Público na Zona Bioclimática 2**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2020.

HONG, Tianzhen et al. Ten questions concerning occupant behavior in buildings: The big picture. **Building and Environment**, v. 114, p. 518-530, 2017.

IEA – **The Evolution of Energy Efficiency Policy to Support Clean Energy Transitions** – 2023. Acessado em: 11 jan 2024. Disponível em: <https://encr.pw/5pRJq>.

IEA – **CO2 Emissions in 2023** – 2024b. Acessado em: 11 março 2024. Disponível em: <https://l1nq.com/UV5c7>

WAGNER, A.; O'BRIEN, W.; DONG, B. **Exploring Occupant Behavior in Buildings: Methods and Challenges**. Cham: Springer International Publishing, 2018.

ZHANG, Yan et al. Data-driven estimation of building energy consumption and GHG emissions using explainable artificial intelligence. **Energy**, v. 262, p. 125468, 2023