

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS DA UNICAMP: CECOM E GMU

XXIX CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Palavras-Chave: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, ETIQUETAGEM, PARÂMETROS DE EFICIÊNCIA

Autores/as:

LETÍCIA TOMÉ ROSA [FECFAU-UNICAMP]

Prof./^a Dr./^a LUCILA C. LABAKI (orientador/a) [FECFAU-UNICAMP]

BARBOSA, Elisabeti de F. T. (co-orientadora) [FECFAU-UNICAMP]

RESUMO

A presente pesquisa faz uma análise de eficiência de energética e conforto ambiental das edificações da Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo (FEC), Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM), do Restaurante Universitário da Saturnino de Brito (RS), da Biblioteca do Octávio Ianni, do Centro de Saúde da Comunidade (CECOM) e do Ginásio Multidisciplinar da Unicamp (GMU), localizados no campus de Campinas da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Neste resumo expandido, trataremos sobre os resultados obtidos com o CECOM e com o GMU.

O projeto se baseia no modelo de um laboratório vivo, onde pesquisa e ensino se interconectam ao englobar vários sub-projetos. O estudo aqui proposto está sendo executado pelo subgrupo 7 de Etiquetagem do projeto 'Campus sustentável', com o objetivo de analisar a implantação de estratégias ativas de retrofit que sejam viáveis de serem implantadas, considerando o consumo de energia, temperatura e umidade. Como parte da coleta de dados *in-loco*, foram aplicados métodos de medição qualitativos e quantitativos.

1.INTRODUÇÃO

Buscando atender as demandas nacionais e internacionais de sustentabilidade e conservação de energia, a UNICAMP assumiu em 2015 o compromisso com a Internacional Sustainable Campus Network (ISNC) de melhorar seus índices de sustentabilidade. Um dos objetivos a serem alcançados é o estudo da eficiência energética do campus através do projeto Campus Sustentável, uma parceria com a concessionária regional de energia elétrica CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz). O projeto se estrutura de maneira a ser um laboratório vivo, onde pesquisa e ensino se interconectam (SILVA et al, 2018); e engloba outros sub-projetos, inclusive a Etiquetagem de Edifícios (Subprojeto 7), grupo ao qual pertence esse trabalho. Uma das ferramentas de avaliação do consumo energético é a Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações, desenvolvida por meio da parceria entre a estatal Eletrobrás e o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro).

O projeto tem como foco pesquisar o consumo de energia por meio da etiquetagem de edifícios institucionais da UNICAMP, de acordo com a Regulamentação para etiquetagem do Nível

de Eficiência de Edificações (Lei 10295 de 2001 e Decreto 4.059 de 2001). A partir do desenvolvimento de um modelo de Campus Sustentável na UNICAMP – Programa de Etiquetagem de Edifícios para Incentivo do uso consciente de energia elétrica e promoção de eficiência no consumo energético. O estudo está sendo realizado por meio de avaliações em um conjunto de edifícios representativos, tanto por meio de inspeção *in loco*, medições e observação dos hábitos de uso, quanto para o processo de etiquetagem.

A escolha da aplicação desses procedimentos de melhoria de desempenho térmico e energético em edifícios educacionais surge a partir da necessidade de modernização do *campus*. O desconforto gerado por temperaturas elevadas podem levar a efeitos incômodos como desinteresse e apatia, segundo Labaki e Bueno-Bartholomei. (FERNANDES; ANDRADE; LABAKI; BERNARDINI; BERTOLI).

Para a diminuição do consumo energético, a adequação do padrão arquitetônico é o item que exige menores investimentos, e proporciona uma das maiores economias de energia. Segundo a (ELETROBRÁS, 1999):

[...] com a implantação de medidas para redução do consumo de energia em prédios já existentes (*retrofit*), o consumo pode ser reduzido em aproximadamente 30%. Em prédios já projetados dentro do conceito de eficiência energética, a economia pode chegar a 50%.

A partir destas considerações, a pesquisa propõe-se utilizar ferramentas de otimização de adequações de uso pós-ocupação para gerar projetos arquitetônicos mais adequados, com soluções satisfatórias que respondam às exigências de eficiência energética e às singularidades bioclimáticas do sítio.

2.MATERIAIS E MÉTODOS

Como objetivo geral, tem-se a **análise de parâmetros qualitativos de eficiência energética dos edifícios do CECOM e do GMU, por meio de coleta de dados, simulações e análises na plataforma WebPrescritivo RTQ-C**. Foram-se utilizados os métodos de avaliação *in loco*, análise combinada metodologia prescritiva e *software*, com propostas de intervenções para se alcançar a máxima eficiência dos edifícios institucionais.

Para a realização da simulação, foi construído um modelo na plataforma do Sketchup, que é capaz de simular diferentes estratégias de eficiência energética segundo o software *DOMUS*¹, com base em parâmetros de etiquetagem do nível de eficiência energética de acordo com o PROCEL Edifica. Com essas análises, espera-se propor as melhores adequações para os edifícios segundo os índices de conforto térmico e consumo energético. Assim, a pesquisa foi desenvolvida em quatro etapas:

Etapa 1: Fase de diagnóstico energético das edificações a serem analisadas: condicionamento de ar, envoltória e iluminação (incluindo equipamentos), horários de uso e hábitos dos ocupantes.

Etapa 2: Análise dos dados levantados na etapa anterior

Etapa 3: Análise do consumo energético dos edifícios pesquisados

Etapa 4: Simulação computacional do desempenho energético dos edifícios, levando-se em conta mudanças comportamentais dos usuários.

¹ O software de simulação *DOMUS*, pode ser acessado através do link: <<http://domus.pucpr.br/>>.

O modelo tridimensional, desenvolvido no software *DOMUS*, é capaz de auxiliar na tomada de decisões nas fases de pós ocupação do projeto arquitetônico, facilitando o diálogo entre estratégias de eficiência energética e conforto térmico. Utilizou-se também a ferramenta online *WebPrescritivo*², disponível no site do LabEEE, para a análise dos dados das edificações. É um serviço web de avaliação da ENCE pelo método prescritivo que analisa os parâmetros de projeto e obtém a etiqueta parcial para envoltória, iluminação, condicionamento de ar e também a etiqueta geral da edificação. Tal ferramenta facilita a aplicação das equações, inclui a verificação dos pré-requisitos e fornece o nível de eficiência final da edificação.

Como resultado de etapas já realizadas das edificações analisadas, pretende-se seguir a estrutura modelo de metodologia e levantamento de dados das edificações anteriores. Como continuidade do estudo desenvolvido com os edifícios da FEC, da FEM, do RS e da Biblioteca Octávio Ianni foram escolhidos outros edifícios para complementar uma análise mais apurada das características do *campus*. Como objeto de estudo de análises em relação ao seu presentes confortos térmicos e energéticos, iniciaram-se os estudos dos edifícios do do CECOM e do GMU. Estes se localizam na Universidade Estadual de Campinas, no distrito de Barão Geraldo, em Campinas. O clima local se situa em uma zona de transição, ou seja, não se caracteriza exclusivamente como úmido, nem como seco, seu verão é mais úmido e o inverno mais seco (CHVATAL; LABAKI; KOWALTOWSKI, 2000).

Os instrumentos usados na etapa de medição *in-loco* de variáveis ambientais, medições técnicas de temperatura, umidade do ar, velocidade do ar e consumo energético foram os termo higrômetros digitais da marca Testo, modelo 175-H1; Termômetro digital da marca Testo, modelo 175-T2 e o anemômetro digital da marca Testo, modelo 405V. Para tais coletas das variáveis utilizou-se a norma ISO 7726 (1998), que especifica o método e as características dos equipamentos.

Com a autorização do Comitê de Ética da Unicamp (CEP) - parecer de número 3087904 - foram realizados também a aplicação de questionários para medição de conforto térmico dos usuários que ocorreram nos dias 12/03/2020 e 13/03/2020 no CECOM, nos horários das 9hrs, 12hrs, 14hrs e 16hrs. Por conta da situação da pandemia não foi possível realizar a aplicação dos questionários no GMU.

Segundo a regulamentação RTQ-C, para se fazer uma avaliação de acordo com a ENCE (Escola Nacional de Ciências e Estatísticas), são necessários dois métodos, o método de simulação e o método prescritivo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a coleta de dados individualizados de cada bloco, e com as metodologias de análises, foram simulados no *DOMUS* os dados em um primeiro momento - dos complexos de edifícios da FEM, da FEC, do RS e da Biblioteca Octávio Ianni - e na atual etapa, do CECOM e do GMU.

Após a coleta de dados individualizados de cada bloco, foram simulados na plataforma do *WebPrescrito* os dados de envoltória, iluminação e condicionamento de ar, para se obter uma etiqueta de eficiência energética como um todo.

Portanto, como determinações das etiquetas foram obtidos os seguintes resultados; para o edifício do CECOM (Etiqueta de envoltória C, Etiqueta de iluminação C, Etiqueta de condicionamento de ar D e Etiqueta Geral C) e para o edifício do GMU (Etiqueta de envoltória C, Etiqueta de iluminação E, Etiqueta de condicionamento de ar E e Etiqueta Geral D).

² A ferramenta prescritiva online *WebPrescritivo*, pode ser acessada através do link:<<http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/webprescritivo/index.html>>.

Pode-se ler que a maioria dos edifícios apresenta uma etiqueta C, com algumas variações para etiquetas D e E. Podemos perceber que principalmente a parte de iluminação poderia alcançar a eficiência A com apenas algumas intervenções projetuais, portanto é importante que as edificações passem por avaliações de pós-ocupação e possíveis adequações.

Através da leitura dos dados individualizados de cada edifício, pode-se entender de maneira geral que, as envoltórias obtiveram resultados térmicos medianos, que se traduzem em altos custos de energia com condicionamento de ar.

Para a avaliação do sistema de ar do CECOM, utilizou-se as informações de eficiência já coletadas e quando a informação estava ausente adotou-se o parâmetro E como base para os aparelhos. O condicionamento de ar do GMU, foi prejudicado em termos de eficiência energética porque muitos dos aparelhos não puderam ser verificados, pois as plantas técnicas não continham dados suficientes desse sistema, e essa foi a etiqueta possível a ser gerada.

4. CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS

Com a tabulação dos dados, pode-se desenvolver uma análise de estratégias bioclimáticas dos edifícios do CECOM e do GMU. A fim de propor intervenções arquitetônicas e estruturais de melhorias para as edificações. Esse processo permitiu o aprofundamento em programas e metodologias de avaliação das edificações previamente construídas, temática principal desta pesquisa. Desta forma, aprofundou-se o aprendizado de coleta dos dados *in-loco*, a simulação de tais informações e análise de tais resultados.

A partir dessa pesquisa, também foi permitido o desenvolvimento e aprimoramento da capacidade pessoal em realizar trabalhos científicos, analisar teses, dissertações e praticar na empiria conhecimentos adquiridos em sala de aula. Ademais, foi possível agregar percepção sobre as estratégias e parâmetros de *retrofit* ativo, assim como ganho de experiência acadêmica ao se realizar uma pesquisa científica sobre avaliação de edificações públicas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDALORO, A. P. F., et al. **Energy certification of buildings: a comparative analysis of progress towards implementation in European countries.** Energy Policy, 2010.

ASHRAE. AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **Standard 90.1-2013:** Energy standard for buildings except low-rise residential buildings. Atlanta, 2013.

BARBOSA, Elisabeti F. T. **Conforto Térmico e Consumo de Energia em Ambientes de um Supermercado de Médio Porte.** 2013. Tese (Mestrado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, 2013.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Portaria 163, de 08 de junho de 2009. **Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.** Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: < http://www.labeee.ufsc.br/eletrobras/etiquetagem/arquivos/2_RTQ_C.pdf >. Acesso em: 24/06/ 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanco energético nacional 2016:** Ano base 2015. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2016.

CARLO, J. C. **Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação da Eficiência Energética do Envoltório de Edificações Não-Residenciais.** 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis, 2008.

CARLO, J. C.; LAMBERTS, R. **Parâmetros e métodos adotados no regulamento de etiquetagem da eficiência energética de edifícios** – parte 1: método prescritivo. Ambiente Construído, Porto Alegre, vol. 10, n. 02, jun. 2010a. Disponível em: < <http://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/11790/8471>>. Acesso em: 24/06/2021.

CARLO, J. C.; LAMBERTS, R. **Parâmetros e métodos adotados no regulamento de etiquetagem da eficiência energética de edifícios** – parte 2: método de simulação. Ambiente Construído, Porto Alegre, vol. 10, n. 02, jun. 2010b. Disponível em: . Acesso em: 23/04/2018.

ISO, ISO. 7726 (1998). **Ergonomics of the thermal environment—instruments for measuring physical quantities**, 1998.

LabEEE. **LabEEE**: Laboratório de Eficiência Energética em edificações. Métodos de etiquetagem. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/projetos/s3e/metodos-de-etiquetagem>> Acesso em: 06/08/2021.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 2013.

LOPES, F.S.D. **Simulação de consumo energético e conforto térmico para edifício de escritórios em Teresina/PI com o uso de estratégias bioclimáticas passivas**. 2016. 134 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

PÉREZ-LOMBARD, L.; ORTIZ, J.; POUT, C. **A review on buildings energy consumption information**. Energy and Buildings, v. 40, n. 3, p. 394–398, jan. 2008.

PROCEL. **Manual para Aplicação dos Regulamentos RTQ-C e RAC-C**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/eletrobras/etiquetagem/arquivos/4_Manual.pdf>. Acesso em: 23/06/2021.

SILVA, L. C., Villalva, M. G., de Almeida, M. C., Brittes, J. L., Yasuoka, J., Cypriano, J. G., Campos, J. G. (2018). **Sustainable Campus Model at the University of Campinas**, Brazil: An Integrated Living Lab for Renewable Generation, Electric Mobility, Energy Efficiency, Monitoring and Energy Demand Management. In Towards Green Campus Operations (pp. 457-472). Springer, Cham.

SUSTAINABLE ENERGY AUTHORITY VICTORIA, O. A. P. **Model Technical Specifications for Commercial and Public Buildings**. n. Version 1.0: Sustainable Energy Authority, 2000. ZHU, Y. Applying computer-based simulation to energy auditing: a case study. Energy and Buildings, v.38, p.8. 2006.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço à PIBIC, à Unicamp, à Lucila Labaki e ao Campus Sustentável pela oportunidade de realizar este trabalho.