



## ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS: SUSTENTABILIDADE, PARÂMETROS DE ETIQUETAGEM E PROMOÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO EM EDIFÍCIOS DA UNICAMP

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - Unicamp  
XXVIII Congresso de Iniciação científica da Unicamp.

**Área Temática:** Tecnologia de arquitetura e urbanismo; Adequação Ambiental; Materiais e Componentes de Construção.

**Órgão de financiamento:** PIBIC/CNPq

(ROSA, Letícia Tomé - 160194)<sup>1</sup>  
(LABAKI, Lucila Chebel - orientadora)  
(BARBOSA, Elisabete de Fátima Teixeira - co-orientadora)

### 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 IFCH e do Centro de Saúde da Comunidade (CECOM), localizados no *campus* de Campinas da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Este resumo expandido, trata apenas sobre os resultados dos edifícios do RS, da biblioteca do IFCH e do CECOM. O estudo desenvolvido 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.

**PALAVRAS-CHAVES:** Eficiência energética, Etiquetagem, Parâmetros de eficiência.

### 1. INTRODUÇÃO

---

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, para o processo de etiquetagem. Simulações computacionais também serão realizadas,

juntamente ao método prescritivo, de acordo com os procedimentos descritos no RTQ-C (Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas).

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).

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.

Como objetivo geral, tem-se a **análise parâmetros qualitativos de eficiência energética dos edifícios do RS, a biblioteca do IFCH e do CECOM, 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*<sup>1</sup>, 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 está sendo 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, 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 energética dos edifícios, levando-se em conta mudanças comportamentais dos usuários.

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*<sup>2</sup>, 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 na proposta anterior com os edifícios da FEC e da FEM,

---

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

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

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 RS, da biblioteca do IFCH e do CECOM. 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 29/11/2018 e 30/11/2018 no RS, nos horários das 11hrs às 14hrs e das 17:30hrs às 19hrs. Nos dias 20/11/2019 ao 22/11/2019 na biblioteca do IFCH, nos horários das 9hrs, 12hrs, 14hrs e 16hrs em ambos os edifícios. Nos dias 12/03/2020 e 13/03/2020 no CECOM, nos horários das 9hrs, 12hrs, 14hrs e 16hrs.

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

## 2. ANÁLISE E COMENTÁRIO DO CONTEÚDO

---

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 - e na atual etapa, dos edifícios do RS, da Biblioteca do IFCH e do CECOM.

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 um etiqueta de eficiência energética como um todo. Devido à um problema na plataforma, que já foi relatado aos responsáveis, *LabEEE*, o sistema não está sendo capaz de completar a simulação da etiqueta geral, portanto não foram possíveis obter tais resultados para o RS, a Biblioteca do IFCH e do CECOM.

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

Devido a pandemia de COVID-19, e seus efeitos de quarentena, algumas informações de *in-put* estão faltantes, como os desenhos de fachada do edifício do CECOM, que impossibilitou a geração da etiqueta de envoltória. Outro problema enfrentado foi com o sistema de ar condicionado da Biblioteca do IFCH, mesmo com uma visita *in-loco* antes da quarentena, informações importantes estão incompletas e por conta disso impossibilitou a geração da etiqueta de ar condicionado.

Pode-se ler que a maioria dos edifícios apresenta uma etiqueta A, com algumas variações para etiquetas D e E. Podemos perceber que principalmente a parte de iluminação consegue alcançar a eficiência A, portanto é importante que os outros parâmetros das edificações ainda passem por revisões e possíveis alterações.

Através da leitura dos dados individualizados de cada edifício, pode-se entender de maneira geral que, as envoltórias obtiveram resultados térmicos insatisfatórios, que se traduzem em altos custos de energia com condicionamento de ar. O condicionamento de ar prejudica em termos de eficiência energética a etiquetagem por que muitos dos aparelhos não são etiquetados ou possuem um nível de eficiência E, que diminuem a pontuação da etiqueta geral.

Devido ao volume de informações necessárias para a análise das pontuações, até o momento de envio deste resumo ainda estavam em processo de resultado os valores referentes ao edifício do CECOM, priorizando a finalização dos resultados do IFCH.

### 3. CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS

---

Com a tabulação dos dados, pode-se desenvolver uma análise de estratégias bioclimáticas dos edifícios RS, da biblioteca do IFCH e do CECOM. 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. Favorecendo assim, 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.

### 4. 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](http://www.labeee.ufsc.br/eletrobras/etiquetagem/arquivos/2_RTQ_C.pdf) >. Acesso em: 24/04/ 2018.

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: 24/04/2018.

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 de agos. de 2019

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](http://www.labeee.ufsc.br/eletrobras/etiquetagem/arquivos/4_Manual.pdf)>. Acesso em: 23/04/2018.

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.

## 5. AGRADECIMENTOS

---

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