



ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES PÚBLICAS: CLASSIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO 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; Materiais e Componentes de Construção.

Órgão de financiamento: CPFL, Projeto Campus Sustentável

(ALBERTIN, Camila de Freitas)¹
(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), do Centro de Saúde da Comunidade (CECOM) e do Ginásio Esportivo, localizados no *campus* de Campinas da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Esta pesquisa faz parte de um amplo projeto denominado "Campus Sustentável", uma parceria entre Unicamp e CPFL, que engloba vários sub-projetos, inclusive a Etiquetagem de Edifícios, de diferentes tipologias (salas de aula, administrativas, atendimento à saúde, biblioteca, restaurante, dentre outros).

Os resultados obtidos através dos cálculos e análises evidenciam que a presença de elementos construtivos de melhor tecnologia, bem como os fatores externos como radiação solar incidente na edificação associados às preferências térmicas dos usuários são fatores flutuantes e que o ponto de junção entre eles recai sobre a tipologia do ambiente construído, que pode atenuar a insuficiência dos demais parâmetros.

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

1. INTRODUÇÃO

A recorrência de temas relacionados à preservação dos recursos naturais, à sustentabilidade, bem como desempenho de infraestrutura no âmbito da engenharia civil e



da arquitetura, despertou a necessidade de se buscar meios, técnicas e inovações que fossem ao encontro dessas carências. De acordo com dados levantados pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC, 2014), 44% de toda energia elétrica consumida no país é destinada ao setor da construção civil, seja nos setores residenciais, públicos ou comerciais.

Neste sentido, a criação do Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (PROCEL EDIFICA) veio contribuir e fornecer subsídios para a pesquisa e implementação de ações para minimizar o alto consumo de energia elétrica, visto que, de acordo com o PROCEL este consumo é em torno de 45%. Estima-se ainda que há um potencial de redução de 50% no consumo para novas edificações e 30% para aquelas que implementam modificações de modo a atender aos pré-requisitos para se enquadrarem nos níveis maiores de etiqueta (nível A ou nível B).

Dessa forma, com a maior abrangência das diferentes modalidades de usos, para contribuir com essa economia e bem-estar, fatores como a envoltória, que, de acordo com o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) pode ser comparada como a pele da edificação, a qual engloba não somente os métodos construtivos, mas os materiais empregados, devem ser levados em consideração. Outros fatores condicionantes seriam a iluminação do ambiente, bem como o condicionamento de ar, naturais ou artificiais, além da disposição da fachada e a influência externa à edificação.

A classificação da envoltória, iluminação e condicionamento de ar faz-se através da determinação de um conjunto de índices referentes às características físicas da edificação com a aplicação de equações e tabelas por meio de um método simplificado, o prescritivo. A envoltória, definida pelo RTQ-C é composta de elementos como paredes, aberturas e proteções solares. Estes elementos apresentam diferentes bases na composição dos cálculos. Os elementos como paredes externas são usadas principalmente no cálculo da transmitância térmica e absorvância, assim como as coberturas. Já as fachadas usam o referencial de Percentual de Área de Aberturas nas Fachadas (PAF) e são parte da envoltória para cálculo do Fator de Forma (FF). A orientação das fachadas também influencia na eficiência da edificação. Por esse motivo é necessário definir a orientação de cada fachada adequadamente, através da implantação do edifício.

Já a iluminação corresponde ao conjunto de lâmpadas e luminárias que pertencem ao ambiente analisado e por fim, o condicionamento de ar corresponde ao conjunto de aparelhos seja de ar condicionado, seja de ventilação que estão inseridos no ambiente analisado.

Esta pesquisa faz parte de um amplo projeto denominado "Campus Sustentável", uma parceria entre Unicamp e CPFL, que engloba vários sub-projetos, inclusive a Etiquetagem de Edifícios, de diferentes tipologias (salas de aula, administrativas, atendimento à saúde, biblioteca, restaurante, dentre outros).



2. ANÁLISE E COMENTÁRIO DO CONTEÚDO

Foram realizadas a coleta de dados separadamente de cada bloco, em um primeiro momento - dos complexos de edifícios da FEM, da FEC-Administrativo, do RS - e na atual etapa, do CECOM e Ginásio Esportivo.

Após a coleta dos dados individualizados de cada bloco, foram simulados na plataforma do *WebPrescrito* os parâmetros de envoltória, iluminação e condicionamento de ar, para se obter um etiqueta de eficiência energética em relação a cada parâmetro, bem como para o conjunto deles. 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, o CECOM e o Ginásio.

Portanto, como determinações das etiquetas foram obtidos os seguintes resultados:

Tabela 1 - Edifícios analisados e respectivas etiquetas

Edificação	Etiqueta Envoltória	Etiqueta Iluminação	Etiqueta Ar condicionado
FEC			
Administrativo	C	C	C
Salas de Aula	C	C	C
FEM			
Bloco B	C	B	C
Bloco C	C	B	C
Bloco D	C	B	C
Bloco E	C	B	D
Bloco F	C	B	D
Bloco G	C	B	E
Bloco H	C	B	C
Bloco HI	D	B	E
Bloco I	C	B	D
Bloco J	C	B	C
Bloco K	C	C	D
RS	E	A	B
CECOM	*	A	E
GINÁSIO	C	*	*

* Etiquetas não calculadas por conta da falta de informações que não puderam ser obtidas até o momento deste resumo.

Por conta da pandemia de COVID-19, e seus efeitos de restrições de mobilidade, algumas informações de entrada não puderam ser obtidas, a exemplo dos desenhos das fachadas do edifício do CECOM, que impossibilitou a geração da etiqueta de envoltória, bem como a etiqueta geral. Outro problema enfrentado foi a falta de informações de iluminação



e condicionamento de ar nas plantas do Ginásio e a impossibilidade de verificação *in-loco* delas para que se pudesse prosseguir com os cálculos, e conseqüentemente a conclusão das etiquetas.

Por meio da leitura dos dados individualizados de cada edifício, pode-se constatar que de maneira geral, as envoltórias obtiveram resultados térmicos insatisfatórios, que conseqüentemente se traduz em altos custos de energia com o condicionamento de ar. Também, é possível perceber que a parte de iluminação consegue alcançar a eficiência B, mesmo com algumas lâmpadas não sendo de LED. Além disso, 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 ainda mais a pontuação da etiqueta geral. Entretanto, alguns dos edifícios analisados passaram por trocas de aparelhos de ar condicionado, bem como de luminárias, o que possivelmente poderá ocasionar atualizações das etiquetas e espera-se que os resultados de eficiência melhorem.

Devido a quantidade 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, bem como o do Ginásio de Esportes. Além das atualizações devidas por conta dos *retrofits* já realizados em prédios da FEM e da FEC.

3. CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS

Com base nos dados, pode-se desenvolver uma análise de estratégias bioclimáticas para o conjunto de edifícios da FEM, da FEC, do RS, do CECOM e do Ginásio, concomitantemente com a promoção de intervenções arquitetônicas ou mesmo estruturais de melhorias para as edificações listadas neste trabalho. Durante o processo, possibilitou-se o aprofundamento em programas e metodologias de avaliação das edificações previamente construídas. Nesse sentido, também foi possível o aprendizado de metodologias de coleta dos dados *in-loco*, de obtenção dos parâmetros que posteriormente transformaram-se em resultados palpáveis, bem como a análise destes.

Nessa pesquisa, também foi possível o progresso e o aprimoramento da capacidade pessoal em realizar trabalhos científicos, assim como analisar teses, dissertações e atuar na prática os conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula. Além disso, foi possível realizar intercâmbio de conhecimento entre o próprio grupo de pesquisa, uma vez que ele é composto por alunos dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo, bem como com os próprios funcionários das edificações, que vivenciam o dia-a-dia destes prédios, além dos próprios alunos que usufruem da infraestrutura de modo geral. Ademais, foi possível assimilar a compreensão sobre as estratégias e parâmetros de *retrofit* ativo, somado ao ganho de experiência acadêmica ao se realizar uma pesquisa científica sobre avaliação de edificações públicas e de grande relevância para a comunidade da Unicamp.



4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 15220-2: **Desempenho Térmico de Edificações, Parte 2: Método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações**. 2008. Acesso em: 24/04/2018.

ABNT NBR 15575-1:2013 **Edificações habitacionais – Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais**. Acesso em: 24/04/2018.

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: 24/04/ 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.

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: 06/06/2019

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

LAMBERTS, R.; TRIANA, MA. A.; FOSSATI, M.; OLIVEIRA, B. J. **Sustentabilidade nas Edificações: Contexto Internacional e algumas referências brasileiras na área** . Disponível em < <http://www.labeee.ufsc.br> > . Acesso em 16/04/2019

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: 23/04/ 2018.

RUAS, A. C. **Conforto Térmico nos Ambientes de Trabalho** . São Paulo: FUNDACENTRO, 94p. 1999. Acesso em 16/05/2018

5. AGRADECIMENTOS

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