

SOBRE O ENSINO DE PROJETO E OS ESTUDOS PARAMÉTRICOS

Heitor da Costa Silva, Ph. D.⁽¹⁾; Clarissa Sartori Ziebell, Arq.⁽²⁾; Lennart Bertram Pöhls, Arq.⁽³⁾; Mariana Moura Bagnati, Arq.⁽⁴⁾

(1) PROPARG-UFRRGS, e-mail: heitorcds@gmail.com;

(2) PROPARG-UFRRGS, e-mail: clarissa.ziebell@ufrgs.br;

(3) PROPARG-UFRRGS, e-mail: poehls@o2ar.com;

(4) PROPARG-UFRRGS, email: mariana.bagnati@yahoo.com.br.

Resumo

O artigo utiliza a experiência acadêmica, através de uma comparação entre trabalhos de alunos da graduação e da pós-graduação, para explanar sobre a questão do processo de etiquetagem em edificações e sua relação com a qualidade do ensino no âmbito arquitetônico. O artigo tem como objetivo discutir o ensino do projeto arquitetônico voltado para o desenho da eficiência energética na arquitetura, ratificando a importância da Etiqueta PROCEL como método de avaliação da qualidade do projeto. Após a introdução, e definidas as características climáticas do local e as condicionantes, dois trabalhos selecionados são apresentados, bem como as características de cada projeto e as estratégias aplicadas pelos alunos. A metodologia de investigação consiste em estudos paramétricos. Os estudos são realizados a partir da simulação do desempenho térmico (através do software EnergyPlus) de dois modelos de edifícios para cada projeto: o “edifício real” e o “edifício envidraçado”, amplamente empregado no país. Em termos de resultados, observou-se que a disciplina instrumentalizou os alunos quanto aos conceitos de conforto e de conservação de energia, auxiliando-os no desenvolvimento de projetos termicamente eficientes. Nesse processo, concluiu-se que a Etiqueta PROCEL é uma ferramenta para certificação que, dentro do ensino, tem papel de fundamentar as decisões de projeto quanto ao desempenho térmico das edificações.

Palavras-chave: Desempenho Térmico, Ensino, Estudos paramétricos, Simulação térmica.

Abstract

This paper uses the academic experience, through a comparison among graduation student's work and postgraduation students' work., to discourse about the process of buildings' labeling and its relation to quality of architectural education. The objective of this paper is discuss the education of architectural project focused on the design of energy efficiency in architecture, confirming the value of PROCEL Label as a method of assessing the quality of the project. After the introduction, and defined the climatic characteristics of the site and the constraints, two selected works are presented, as well as the characteristics of each project and the strategies applied by the students. The methodology of research consists of parametric studies. The studies are realized from the simulation of thermal performance (through EnergyPlus software) of two models of buildings for each project: the “real building” and the “glass building”, widely used in the country. About results, it was observed that the discipline instrumentalized students about the concepts of comfort and energy conservation, assisting them in the development of thermally efficient projects. In this process, it was concluded that the PROCEL Label is a tool for certification that, within the education, gives basis for project decisions about thermal performance of buildings.

Keywords: Thermal Performance, Education, Parametric studies, Thermal simulation.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho analisa a aplicabilidade da Etiqueta PROCEL no ensino a partir de dois projetos elaborados por alunos da graduação e da pós-graduação da faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, situados na cidade de Porto Alegre - RS.

O primeiro projeto avaliado foi realizado pelos arquitetos Clarissa Ziebell e Lennart Pöhls, para a disciplina do curso de mestrado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) “Estudos Bioclimáticos para Projeto de Arquitetura”, ministrada por Heitor da Costa Silva, Arq. Ph.D. A partir do estabelecimento do clima como condicionante para o exercício projetual relativo ao conforto e ao consumo energético de uma edificação, o objetivo dessa disciplina era instrumentalizar os alunos quanto aos conceitos de conforto e de conservação de energia e fornecer um método de avaliação através do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Público (RTQ-C). Dessa forma viabiliza-se a análise e a discussão, a partir de dados agora existentes, da aplicabilidade dos conceitos no projeto arquitetônico. O diagnóstico resultante visa o conforto e a maximização dos recursos oferecidos pelo sítio juntamente com o conjunto de respostas arquitetônicas empregáveis.

O segundo trabalho foi elaborado na disciplina “Projeto Arquitetônico V”, do curso de graduação em Arquitetura da mesma universidade, ministrada pelo mesmo docente no segundo semestre de 2010. Os alunos poderiam escolher como programa: um hotel, um centro clínico ou um edifício de escritórios, todos incluindo um edifício-garagem. O trabalho escolhido para análise foi o Centro Clínico produzido pela aluna Ana Goulart.

Inicialmente o estudo é introduzido e, posteriormente, seus objetivos são estabelecidos. A Etiqueta PROCEL é apresentada e, em seguida, são mostrados os estudos de caso. As simulações são demonstradas e, a partir delas, a análise é realizada com base nos resultados obtidos.

2. OBJETIVO E HIPÓTESE DE TRABALHO

O objetivo do paper é discutir o ensino do projeto arquitetônico voltado para o desenho da eficiência energética na arquitetura. As ferramentas de análise do edifício são a equação do RTQ-C e o *software EnergyPlus*.

A Etiqueta PROCEL é um instrumento de análise da qualidade e eficiência energética das edificações e como tal é uma ferramenta que permite a compreensão do projeto arquitetônico e de suas variáveis, tanto no início como no fim do processo. Quando a análise dessas variáveis é feita no início do processo de projeto, o uso das equações da Etiqueta embasa argumentos às estratégias escolhidas, resultando em um projeto adequado ao clima e de qualidade. Além disso, a análise das variáveis de projeto, ao serem examinadas sob a ótica da etiqueta, ao final do projeto ou quando o edifício já foi construído, resulta em um trabalho de revisão do próprio conceito aplicado.

3. METODOLOGIA

O artigo trabalha com a ideia de que o ensino na arquitetura e a Etiqueta PROCEL são questões que, quando vinculadas, trazem ganhos ao processo de aprendizagem do aluno. O primeiro fornecendo as informações necessárias quanto às técnicas a serem adotadas para se obter um projeto com qualidade e eficiência energética; e a segunda proporcionando dados

concretos, com classificação que vai de “A” a “E”, quanto ao desempenho energético do projeto.

As geometrias dos modelos de simulação foram elaboradas através do *software SketchUp* com o *plugin OpenStudio*. Esse modelo foi simulado no *software EnergyPlus*. Através da simulação do desempenho energético foram verificados dois exemplares de projeto arquitetônico, o “edifício real” e o “edifício envidraçado”, com o objetivo de estabelecer uma comparação entre o desempenho energético dos projetos elaborados pelos alunos, e o desempenho dessa tipologia amplamente empregada no país. O “edifício envidraçado” foi modelado a partir do “edifício real”, porém as aberturas dos ambientes de permanência prolongada foram ampliadas (ocupando aproximadamente 100% da área de parede) e seus elementos de sombreamento foram eliminados.

Após as simulações, é feita uma análise dos resultados gerados pelo *software EnergyPlus*, e é estabelecida a relação entre esses dados e o ensino do projeto. Para a avaliação da eficiência energética é considerado o edifício completo. Já para a verificação do número de horas de desconforto para frio e calor serão avaliadas apenas as zonas do pavimento tipo. Foram escolhidas para a análise as zonas do primeiro pavimento tipo, do pavimento tipo intermediário e do último pavimento tipo, viabilizando a avaliação quanto ao desempenho térmico da edificação em diversas alturas. Em seguida, são feitas as considerações finais do artigo.

4. A ETIQUETA PROCEL

A etiquetagem é um mecanismo de avaliação da conformidade para classificação do nível de eficiência energética de edifícios. A etiqueta é destinada às edificações comerciais, de serviços e públicos com área útil acima de 500 m² ou que sejam atendidos por alta tensão. A classificação compreende os níveis que vão de “A” (mais eficiente) até “E” (menos eficiente). De acordo com Lobão (2011), espera-se que o mercado da construção se aproprie do conceito de eficiência energética e, conforme ocorre em outros países, que a etiquetagem agregue valor à edificação e que os consumidores identifiquem os benefícios dessa iniciativa. Tal processo contribui para que as edificações brasileiras sejam mais eficientes e confortáveis.

A equação geral do RTQ-C é composta por quatro elementos principais: envoltória, ar condicionado, iluminação artificial e bônus por tecnologias sustentáveis. Considerando-se que os itens ar condicionado e iluminação artificial podem ser aprimorados através do uso de tecnologia, torna-se evidente a necessidade de foco no projeto da envoltória, cujo impacto atinge cerca de 30% na classificação da etiqueta. Existem dezesseis equações para o cálculo da eficiência energética do edifício, duas para cada zona bioclimática do Brasil. Para escolher a equação do indicador de consumo da envoltória (ICenv) é necessário observar se a área projetada do edifício (A_{pe}) é maior ou menor que 500m² (Lobão, 2011). Abaixo seguem as equações para a zona bioclimática de Porto Alegre:

$$PT = 0.30 * \left\{ \left(EqNumEnv * \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} * 5 + \frac{ANC}{AU} * EqNumV \right) \right\}^{(a)} + 0.30 (EqNumDPI)^{(b)} + 0.40 \left\{ \left(EqNumCA * \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} * 5 + \frac{ANC}{AU} * EqNumV \right) \right\}^{(c)} + b_0^1 \quad (d) \quad [Eq. 01]$$

(a) Envoltória; (b) Iluminação Artificial; (c) Ar condicionado; (d) bônus

$$A_{pe} \leq 500 \text{ m}^2 \quad [\text{Eq. 02}]$$

Limite: Fator de forma máximo (A_{env}/V_{tot}) = 0,70

$$IC_{env} = -175,30.FA - 212,79.FF + 21,86.PAF_T + 5,59.FS - 0,19.AVS + 0,15.AHS + \\ + 275,19.\frac{FA}{FF} + 213,35.FA.FF - 0,04.PAF_T.FS.AVS - 0,45.PAF_T.AHS + 190,42$$

$$A_{pe} > 500 \text{ m}^2 \quad [\text{Eq. 03}]$$

Limite: Fator de forma mínimo (A_{env}/V_{tot}) = 0,15

$$IC_{env} = -14,14.FA - 113,94.FF + 50,82.PAF_T + 4,86.FS - 0,32.AVS + 0,26.AHS - \\ - \frac{35,75}{FF} - 0,54.PAF_T.AHS + 277,98$$

As equações possuem cinco diferentes variáveis: fator de forma (FF), fator altura (FA), ângulo horizontal de sombreamento (AHS), ângulo vertical de sombreamento (AVS) e percentual de abertura na fachada total (PAFt). Perceba que a partir do controle dessas quatro variáveis é possível obter uma envoltória com um baixo indicador de consumo.

5. ESTUDO DE CASO: EXPERIÊNCIA NO ENSINO

O uso do RTQ-C como um instrumento pedagógico foi testado por Silva em duas diferentes situações: na disciplina da pós-graduação e na disciplina de projeto da graduação. Em ambos os casos o objetivo era incentivar os alunos a desenvolverem um projeto para uma edificação com base nas variáveis da equação para a envoltória do RTQ-C. Tais variáveis induzem ao controle da proporção da área de aberturas, da orientação solar e dos dispositivos de sombreamento. Ao final do semestre, os alunos avaliaram o projeto por meio da equação do RTQ-C.

A fim de projetar um edifício que se adapte ao local em que é inserido, torna-se importante perceber o clima como um dos condicionantes do projeto. Porto Alegre está na zona subtropical, região com temperatura média de $19,5^{\circ}\text{C}$, com amplitude anual que varia de 9°C a 13°C . O clima é influenciado pela proximidade do oceano, bem como pela presença do Lago Guaíba, e da Lagoa dos Patos. A cidade tem uma elevada umidade do ar devido à presença dessas massas de água na região. A umidade média anual é de 75,9%. A média das temperaturas máximas durante o verão é de $30,1^{\circ}\text{C}$ e a média das mínimas no período do inverno é de $10,6^{\circ}\text{C}$. Não são raras quedas rápidas de temperatura, as quais ocorrem, geralmente, pela entrada de enormes massas de ar polar continental, provenientes do oeste e sudoeste do estado (SATTler, 1989).

Sendo assim, o projeto desenvolvido pelos alunos de graduação e pós-graduação precisava atender a um clima em que a envoltória deve funcionar como um isolante entre o meio externo e interno, a fim de minimizar a saída do calor durante o inverno e a entrada do calor no verão. Durante todo o exercício os alunos puderam testar as estratégias e verificar quais eram as mais adequadas ao projeto por meio do RTQ-C. Em ambas as turmas esse foi o primeiro contato com o regulamento. No caso dos alunos de pós-graduação, que possuem mais experiência com projetos, a assimilação dos conceitos e a aplicação, de maneira geral, foram mais eficazes.

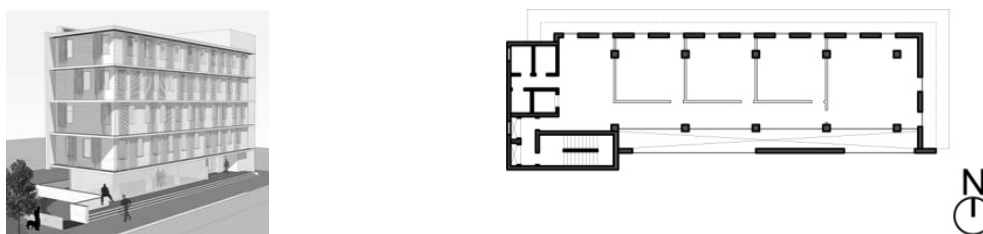
Na turma de pós-graduação foram entregues três trabalhos, enquanto que na turma de graduação foram entregues doze. Todos os trabalhos obtiveram “A” na etiqueta PROCEL.

Como forma de critério de seleção dos dois projetos mostrados nesse artigo foram selecionados aqueles com características tipológicas e programáticas semelhantes. Como muitos projetos cumprem esse critério, foram escolhidos trabalhos com maior quantidade de detalhes e informações, o que facilita a modelagem dos edifícios.

3.1. Pós-Graduação

O exercício de projeto foi aplicado na disciplina “Estudos Bioclimáticos para Projetos de Arquitetura”. Na primeira parte do trabalho, os estudantes tiveram contato com estudos de Silva (1994) que determinam as porcentagens de área de abertura mais adequadas para cada orientação solar. Já na segunda parte, deu-se início ao exercício de projeto com o detalhamento da equação de avaliação da envoltória e, a seguir, o acompanhamento do desenvolvimento do projeto da edificação, visando a qualificação “A” da etiqueta. O projeto consistiu em um edifício de escritórios que deveria ser implantado em um terreno de tamanho reduzido na cidade de Porto Alegre. Devido às proporções do terreno, de forma retangular, o projeto em análise possui a forma de barra, tem cinco pavimentos, com a circulação vertical localizada na fachada oeste, e as fachadas principais orientadas para os eixos norte e sul. O projeto utilizou reduzidas áreas de aberturas (principalmente nas fachadas oeste e sul), elementos horizontais de sombreamento na fachada norte e elementos verticais de sombreamento na fachada leste.

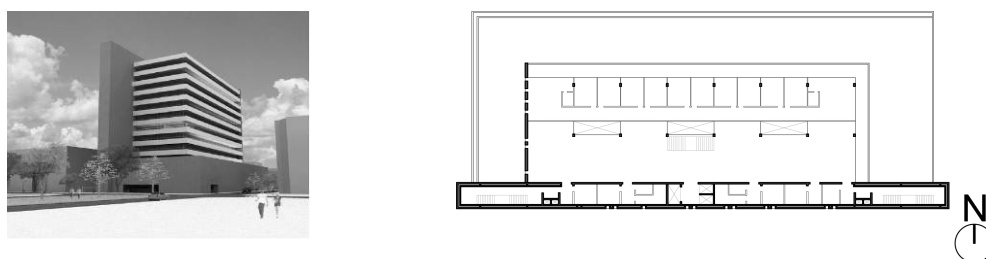
Figura 1 – Perspectiva e planta baixa do projeto da Pós-Graduação analisado.



3.2. Graduação

O exercício de projeto foi iniciado estimulando-se o conhecimento da avaliação de qualidade e eficiência energética e a criatividade das soluções projetuais, para conferência dos resultados ao final do processo. Os alunos receberam as mesmas informações que os alunos da pós-graduação em relação aos estudos de Silva (1994) e ao RTQ-C. Como resultado final, foram obtidos doze projetos no semestre. O trabalho escolhido para análise foi o projeto de um Centro Clínico de autoria da aluna Ana Goulart, mostrado na figura abaixo.

Figura 2 – Perspectiva e planta baixa do projeto da Graduação analisado.



O projeto equipara-se ao produzido pelos alunos da pós-graduação no que diz respeito à forma edificada e a orientação das fachadas principais. Ainda, a fachada sul apresenta poucas aberturas e as circulações verticais se encontram nas extremidades (leste e oeste). Destaca-se

como diferencial a composição com base (que abriga o estacionamento) e corpo (que compõe a função principal do edifício).

6. AS SIMULAÇÕES

As simulações foram realizadas através do *software EnergyPlus* (EP). O EP foi criado pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos, e pode ser acessado gratuitamente. O programa realiza análises energéticas e simula a carga térmica a partir das informações do volume físico. O EP calcula as cargas de aquecimento, de arrefecimento - cujos valores nominais de controle térmico são necessários -, as condições do sistema de climatização secundário, além do consumo de energia dos equipamentos da planta principal. A simulação recria no computador as condições de uma edificação real, a partir de detalhes técnicos e de informações fornecidas pelo usuário (U.S. Department of Energy, 2011). Os modelos geométricos dos edifícios são gerados no programa *Google SketchUp*, através do *plugin OpenStudio* (1.0.7.390) do EP. Nesse *plugin* os edifícios são modelados a partir da determinação de zonas térmicas. Podem ser modelados também os dispositivos de sombreamento e as janelas. Os elementos construtivos, tais como paredes externas e internas, podem ser definidos na interface gráfica do *SketchUp*.

Nesse trabalho é comparado o “edifício real” (com controle do tamanho das aberturas e sombreamento) com o “edifício envidraçado”. Note que essas são variáveis que a equação da Etiqueta PROCEL pretende cobrir. Ao término das simulações, temos os resultados para cada um dos modelos: as horas de desconforto causado pelo calor, as horas de desconforto causado pelo frio, e a energia anual gasta pelo edifício. Foram definidos como ponto de ajuste as temperaturas de bulbo seco de 18,5°C como limite inferior, e 26,5°C como limite superior.

Vale enfatizar que, para melhor comparação, qualidades arquitetônicas de menor importância em termos de cálculo foram ignoradas, a fim de que modelos simplificados fossem gerados. Portanto, os modelos foram gerados com as informações mínimas necessárias para a simulação. Ainda, os elementos de construção, tais como paredes, lajes e aberturas, foram estipulados de forma igualitária para ambos os projetos. Apesar dos edifícios possuírem funções diferentes, foram adotados os mesmos *schedules* para ocupação, iluminação e equipamentos, a fim de se obter condições equivalentes entre as duas edificações.

As áreas de permanência prolongada, tais como lojas e escritórios, são artificialmente condicionadas pelo Terminal de Bombas de Calor (PTHP). Para medir corretamente o sistema de ar condicionado, é preciso que o usuário defina os dias de projeto no EP. Foram utilizados os dias de projeto para verão de nomes “Porto Alegre Aero Ann Clg .4% Condns DB=>MWB” (com temperatura máxima de bulbo seco de 34,9°C) e “Porto Alegre Aero Ann Clg .4% Condns WB=>MDB” (com temperatura máxima de bulbo seco de 31,6°C), e o dia de projeto para inverno de nome “Porto Alegre Aero Ann Htg 99.6% Condns DB” (com temperatura máxima de bulbo seco de 4,1°C). Esses foram obtidos do banco de dados do EP. Já o consumo do ar condicionado é calculado pelo EP a partir do arquivo climático. O arquivo climático utilizado para as simulações foi obtido no site do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

O modelo no EP do projeto da aluna de graduação foi dividido conforme as zonas estabelecidas em planta baixa. Os três primeiros pavimentos, destinados à garagem, formam uma única zona cada. A partir do quarto pavimento temos o pavimento tipo, o qual foi dividido em 4 zonas: circulação vertical, salas de atendimento, sala de espera e circulação horizontal. No último pavimento há mais uma zona de circulação vertical. O modelo do projeto original pode ser observado na figura 3 e a versão envidraçada na figura 4.

A divisão do modelo do projeto dos alunos da pós-graduação seguiu o mesmo princípio, dividindo as zonas conforme as áreas estabelecidas no projeto. O térreo desse projeto é dividido em quatro zonas: hall, circulação vertical e três salas. Os pavimentos tipo são divididos em cinco zonas: a sala, a circulação vertical e horizontal, uma área correspondente ao espaço aberto, a sala leste, e um conjunto de salas centrais – as quais foram agrupadas em uma zona única e têm as mesmas características térmicas. No último pavimento, a área correspondente à sala de máquinas e ao reservatório foi definida como uma única zona. É possível visualizar o projeto na figura 5 e a versão envidraçada na figura 6. Circulações verticais e horizontais, além de outras zonas de trânsito foram simuladas com uma temperatura constante e não são incluídas no cálculo das horas de conforto. As demais zonas térmicas foram simuladas com carga interna a partir do designio térmico especificado.

Figura 3: modelo do EP para o projeto da graduação original

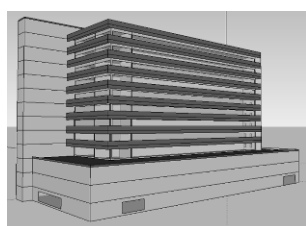


Figura 4: modelo do EP para o projeto da graduação envidraçado

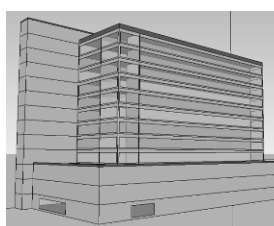


Figura 5: modelo do EP para o projeto da pós-graduação original

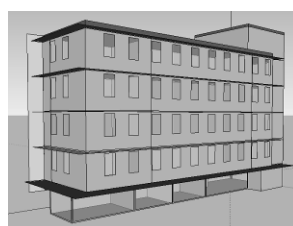
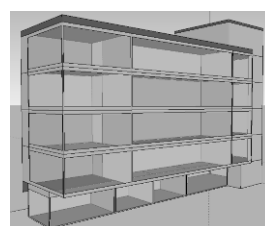


Figura 6: modelo do EP para o projeto da pós-graduação envidraçado



7. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados dos exercícios, para efeito de pesquisa do ensino de projeto energeticamente eficiente e do uso da Etiqueta Procel, são avaliados de duas formas. Primeiramente, os dois edifícios são modelados através do *Open Studio Plugin* que funciona dentro do *SketchUp*, e simulados no *EnergyPlus*. São simuladas duas situações diferentes para cada projeto: o “edifício real” (projeto original), e a versão com maior superfície envidraçada.

Os gráficos 1 e 2 mostram o total de energia consumida pelo edifício durante um ano. As tabelas 1 e 2 mostram as horas de desconforto para o calor (DC) e para o frio (DF) durante as horas de ocupação. O *schedule* de ocupação foi elaborado da seguinte forma: cinco dias com oito horas de trabalho, e uma hora de almoço ao meio-dia. Também foi considerado um pequeno número de pessoas, fora das horas de trabalho, para representar o pessoal da segurança e da limpeza.

Gráfico 1- projeto graduação

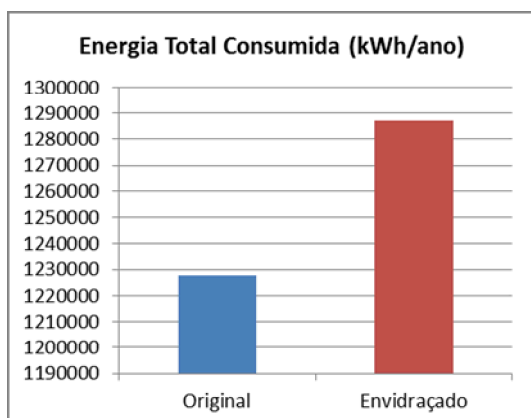


Gráfico 2 – projeto pós-graduação

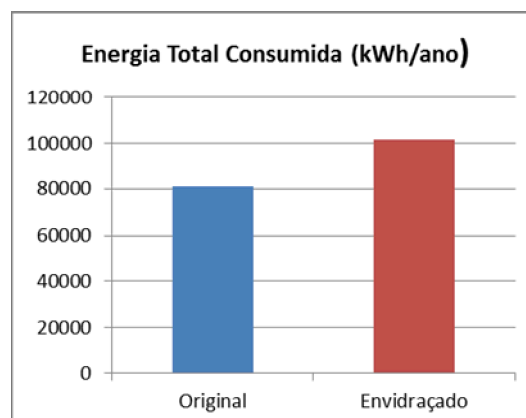


Tabela 1: Projeto Graduação
obs: unidade de desconforto (horas ocupadas)

	Original	Envidraçado	Diferença
Salas de atendimento do pav. 4			
DF	2.75	4.75	+72.72%
DC	288.25	223.50	-22.47%
Sala de espera do pav. 4			
DF	0	0	0%
DC	219.50	255.25	+16.28%
Salas de atendimento do pav. 8			
DF	10.75	2.75	-74.42%
DC	210.25	281	+33.65%
Sala de espera do pav. 8			
DF	0	0	0%
DC	253.25	293.25	+15.79%
Salas de atendimento do pav. 12			
DF	18.25	3.00	-83.57%
DC	191.00	228.50	+19.63%
Sala de espera do pav. 12			
DF	0	0	0%
DC	233.75	269.25	+15.87%

Tabela 2: Projeto Pós-Graduação
obs: unidade de desconforto (horas ocupadas)

	Original	Envidraçado	Diferença
Sala1 do pav. 2			
DF	8.25	34.50	+318.18%
DC	164.50	120.75	-22.47%
Sala central do pav.2			
DF	5.75	15.50	+169.56%
DC	147.25	178.00	+20.88%
Sala 1 do pav. 4			
DF	1.50	15.75	+950%
DC	183.25	151.50	-17.33%
Sala central do pav. 4			
DF	1.25	2.75	+120%
DC	186.25	264.00	+41.74%
Sala 1 do pav. 5			
DF	5.00	24.50	+390%
DC	177.50	149.25	-15.92%
Sala central do pav. 5			
DF	1.50	3.25	+116.66%
DC	173.25	228.50	+31.89%

Nos gráficos de energia observa-se que o edifício projetado de acordo com os princípios bioclimáticos e com o auxílio da equação da etiqueta procel gastam menos energia ao longo de um ano do que a versão envidraçada, tipologia largamente utilizada no Brasil. Além disso, é possível perceber que a redução do consumo de energia no edifício projetado pelos alunos da pós-graduação foi mais significativa do que o obtido pela aluna da graduação. Tal fato sugere que a maior prática também influencia na produção de um projeto de maior eficiência energética. Como os alunos da pós-graduação possuem mais experiência em projeto, é natural que os conceitos aprendidos na disciplina sejam incorporados no projeto de maneira mais fácil. Nas tabelas vê-se que tanto para as horas de desconforto por frio quanto por calor, de maneira geral, o “edifício real” proporciona maior número de horas dentro da zona de conforto (temperatura mínima de 18,5°C e máxima de 26,5°C). Da mesma maneira, foi constatado na avaliação da energia que o edifício da pós-graduação obteve uma perda maior no número de horas de desconforto no “edifício real”.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Basicamente buscou-se utilizar dois exemplares de projeto arquitetônico, cujos resultados em termos de simulação foram positivos, a fim de demonstrar que o conceito máximo “A” fornecido pela Etiqueta PROCEL será uma consequência natural do bom emprego das técnicas ensinadas em aula. Ao passo que, alterando esses projetos e atribuindo-lhes características dos edifícios com fachadas de vidro, disseminados pelo país, os resultados obtidos são insatisfatórios. Em sua obra, Rivero (1986) afirma “A mudança foi rápida, própria do vertiginoso desenvolvimento tecnológico, encontrando o arquiteto muito preocupado pelos os aspectos formais mas pouco informado sobre as consequências técnicas. Abusou assim do seu emprego, deixando-se levar muitas vezes por influências externas sem analisar a adequação dos exemplos imitados com meios diferentes dos seus”. A Etiqueta PROCEL oportuniza a retomada dos estudos bioclimáticos no ateliê de projeto, e não mais como uma disciplina isolada no currículo.

O ensino de projeto e os critérios de análise da Etiqueta, considerados simultaneamente nas etapas iniciais de projeto e planejamento arquitetônico, dão embasamento quanto às qualidades ambientais; ao mesmo tempo em que quantificam esses atributos. Em termos de resultados, os exercícios de projeto têm como finalidade instrumentalizar os alunos quanto aos conceitos de conforto e de conservação de energia. Em outras palavras, buscam fornecer um método de avaliação – aplicação da Etiqueta - através do qual é possível analisar e discutir a qualidade espacial do projeto e do planejamento arquitetônico. Em ambas as turmas esse foi o primeiro contato com o RTQ-C. No caso dos alunos de pós-graduação, que já possuem mais experiência com o ato de projetar, a assimilação dos conceitos e a aplicação no projeto foi mais eficaz.

O uso do *software EnergyPlus*, interligado ao *SketchUp*, viabiliza, como programa de simulação a análise qualitativa e quantitativa dos projetos de edificação, o prognóstico do projeto resultante, tendo em vista o conforto e a adequação dos recursos energéticos em conjunto com as respostas arquitetônicas. O controle do processo de desenho é fundamental para a qualificação do projeto energeticamente eficiente, sendo que esse controle é mais racional quando iniciado com o processo criativo arquitetônico, ou seja, nas primeiras etapas de projeto.

A Etiqueta PROCEL pode servir para estimular o projeto de edifícios energeticamente eficientes e para checar o resultado final, desde que entendidas as suas variáveis e inseridos os seus controles no início do processo de projeto. Trata-se de um instrumento eficiente de apreciação de edifícios construídos e de projetos concluídos em que as variáveis de qualificação já estão expostas.

REFERÊNCIAS

Google SketchUp. Available in: <<http://sketchup.google.com/>>. Accessed 04/2011.

Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/>>. Acesso em 08/2011.

LOBÃO, E. et. al. **Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações**. Volume 1. PROCEL-EDIFICA, Ministério de Minas e Energia, Eletrobrás e INMETRO. Brasil, 2011.

LOBÃO, E. et. al. **Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios comerciais, de Serviços e Públicos**. Volume 2. PROCEL-EDIFICA, Ministério de Minas e Energia, Eletrobrás e INMETRO. Brasil, 2011. Brasil, 2011.

LOBÃO, E. et. al. **Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviço Públicos**. Volume 3. PROCEL-EDIFICA, Ministério de Minas e Energia, Eletrobrás e INMETRO. Brasil, 2011.

LOBÃO, E. et. al. **Manual para aplicação dos Regulamentos: RTQ-C e RAC-C**. Volume 4. PROCEL-EDIFICA, Ministério de Minas e Energia, Eletrobrás e INMETRO. Brasil, 2011.

RIVERO, Roberto. (1985): **Arquitetura e clima: condicionamento térmico natural**. Porto Alegre, D.C.Luzzatto Editores/ Ed. da Universidade. UFRGS, 240p.

SATTler, Miguel Aloysio. (1989): **Dias Climáticos Típicos para o Projeto Térmico de Edificações em Porto Alegre**. Porto Alegre, CIENTEC, 38p.

SILVA, Heitor da Costa. “**Window Design for Thermal Comfort in Domestic Buildings in Southern Brazil**.” The Architectural Association School of Architecture School Environment and Energy Studies Programme, United Kingdom, 1994.

U.S. Department of Energy. “**Open Studio Plugin**”; Disponível em: <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/openstudio_suite.cfm> Acesso em 04/2011

U.S. Department of Energy. “**EnergyPlus Energy Simulation Software**”. Disponível em: <<http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>>. Acesso em 04/2011.