



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

**ENTAC 2010**

XIII Encontro Nacional de Tecnologia  
do Ambiente Construído

## **AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UM EDIFÍCIO EDUCACIONAL NO MUNICÍPIO DE PALHOÇA UTILIZANDO O REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE PARA EDIFÍCIOS COMERCIAIS, DE SERVIÇO E PÚBLICOS.**

**Carolina R. Carvalho (1); Raphaela W. Fonseca (2); Marcelo Galafassi (3); Rafael P. Cartana (4)**

(1) Bioclimátika Consultoria – e-mail: [arqcarolcarvalho@gmail.com](mailto:arqcarolcarvalho@gmail.com)

(2) Bioclimátika Consultoria– e-mail: [raphawf@gmail.com](mailto:raphawf@gmail.com)

(3) Bioclimátika Consultoria– e-mail: [marcelo@galafassi.com](mailto:marcelo@galafassi.com)

(4) Bioclimátika Consultoria– e-mail: [rafaelcartana@gmail.com](mailto:rafaelcartana@gmail.com)

### **RESUMO**

A energia a disposição dos consumidores pode ser usada de forma menos ou mais eficiente. Grande parte das edificações desperdiça relevantes oportunidades de poupar energia e custos por não considerar os importantes avanços ocorridos nas áreas de arquitetura bioclimática, materiais, equipamentos e tecnologia construtiva vinculados à eficiência energética (EPE, 2005). As atuais exigências de eficiência energética em edificações promovem o desenvolvimento de normas e ferramentas que possibilitam a otimização de construções novas ou existentes. Os sistemas de avaliação ambiental para edificações constituem em um grande avanço na busca por um desenvolvimento sustentável da arquitetura e das cidades. No âmbito nacional, foi desenvolvido o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C. Este artigo trata de uma edificação com fim educacional que foi projetada e avaliada considerando a etiquetagem de eficiência energética. O objetivo deste trabalho é descrever a metodologia empregada no processo da etiquetagem abordando as interações entre projetistas, empreendedores e técnicos. A avaliação da edificação se deu por meio de método prescritivo, avaliando a envoltória, sistemas de iluminação artificial e sistemas de condicionamento de ar, necessários para a obtenção da etiqueta completa do nível de eficiência energética da edificação. Por outro lado, se fez necessária avaliação através de simulações computacionais referente à ventilação natural adotada em 2/3 da edificação. A metodologia adotada partiu do acompanhamento do projeto desde sua fase de concepção, onde foram discutidas as intenções dos incorporadores, bem como as diretrizes de projeto. Como resultado, obteve-se a etiqueta de projeto do edifício apoiado em uma metodologia de acompanhamento do processo projetual.

Palavras-chave: eficiência energética; edifício educacional; RTQ-C.

## **1 INTRODUÇÃO**

A preocupação pela busca da eficiência energética teve início a partir da década de 70, após a primeira crise energética mundial, quando surgiu uma série de discussões sobre a conservação do meio ambiente, diminuição dos impactos e a busca por fontes alternativas (LAMBERTS et al., 1997).

Após a crise energética surgiu a necessidade de avanços tecnológicos nas edificações, buscando aliar o conforto e a produtividade à redução de impactos ambientais e de custos das edificações. Segundo Lamberts et al. (1997) 42% do consumo da energia elétrica no Brasil se dá em edificações residenciais e comerciais, sendo que estes números poderiam ser reduzidos caso os arquitetos e engenheiros tivessem mais conhecimento da eficiência energética na arquitetura.

Pesquisas foram realizadas em busca de uma metodologia de avaliação de projetos visando à eficiência energética de edificações de forma a reduzir o impacto ambiental de construções não eficientes sobre o meio ambiente.

A Etiqueta de Eficiência Energética em Edificações faz parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e foi lançada em julho de 2009 pela Eletrobrás e pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) e desenvolvida pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

O objetivo deste sistema de etiquetagem é incentivar a elaboração de projetos que aproveitem ao máximo as potencialidades arquitetônicas, que remetam a um menor consumo energético. Segundo o INMETRO, os projetos de arquitetura, iluminação e condicionamento de ar serão analisados e receberão etiquetas de acordo com o consumo de energia.

O Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C, especifica requisitos técnicos, bem como métodos de avaliação para classificação quanto a eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos. Em um primeiro momento o sistema de etiquetagem é de caráter voluntário, mas tem previsão de se tornar obrigatório. (INMETRO, 2009)

Segundo o sistema de etiquetagem, as edificações são avaliadas em três aspectos: envoltória, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar. O sistema tem como intenção a utilização de energias passivas (iluminação e ventilação natural), além de incentivar o uso racional de água e de energia solar. (INMETRO, 2009)

O arquiteto está inserido nesse contexto, fazendo uso de sistemas construtivos eficientes, utilizando-se de materiais, tecnologias e soluções de projeto que estabelecem o diálogo entre a edificação e o meio em que ela está inserida. Ele exerce um papel importante quando se refere a projetos eficientes energeticamente, principalmente quanto à influência da envoltória. Contudo, um dos grandes problemas enfrentados pelos profissionais é adaptar o seu projeto à necessidade do mercado. Seja pela não aceitação do cliente às recomendações, seja do ponto de vista técnico e/ou financeiro. Existindo um regulamento, mesmo que por ora voluntário, os arquitetos passarão a utilizá-lo, pois haverá uma exigência de mercado, e conseqüentemente valorização da obra. Uma vez que o regulamento visa à eficiência energética de edificações, será imprescindível que profissionais de arquitetura e clientes passem a utilizá-lo.

Para o edifício avaliado, a intenção de um projeto arquitetônico eficiente energeticamente partiu do arquiteto responsável, que desde o princípio esteve disposto a modificar e adaptar o seu projeto em função de melhores estratégias arquitetônicas que atingissem a eficiência energética da edificação. O edifício em estudo foi uma das cinco primeiras edificações a receberem a etiqueta.

## **2 OBJETIVO**

O objetivo deste artigo é descrever a metodologia empregada no processo da etiquetagem abordando as interações entre projetistas, empreendedores, técnicos e fornecedores de um estudo de caso de um edifício educacional.

### 3 METODOLOGIA

A fim de atingir o objetivo proposto, a metodologia adotada visou definir um procedimento de integração multidisciplinar no processo de projeto. A definição deste processo deverá surgir como uma alternativa para projetos que busquem eficiência energética com o objetivo final de obter a Etiqueta de Eficiência Energética em Edificações do PBE INMETRO. O processo metodológico permitiu discussões no que concernem as principais dificuldades na implementação de um processo novo para o mercado. Adotou-se um estudo de caso em que foi aplicado o RTQ-C desde as fases iniciais de projeto. O processo passou pelas seguintes etapas:

1. Definição das metas pelo grupo envolvido;
2. Acompanhamento e compatibilização dos projetos;
3. Submissão à avaliação da etiquetagem.

Inicialmente optou-se pelo método prescritivo do RTQ-C, entretanto para avaliação de ventilação natural fez-se necessária a simulação computacional.

#### 3.1 O estudo de caso

O projeto arquitetônico em questão trata de um edifício escolar situado no município de Palhoça, no estado de Santa Catarina. O edifício possui área de 4.322 m<sup>2</sup>, distribuídos em 3 pavimentos, sendo eles:

**1º Pavimento:** com 2.124,28 m<sup>2</sup>, destinado a área administrativa, 09 salas de aula, biblioteca, bateria de sanitários e área de circulação e convívio, Figura 1 (a);

**2º Pavimento:** com 1.796,23 m<sup>2</sup>, destinado a 03 laboratórios, 07 salas de aula, auditório e bateria de sanitários, Figura 1 (b);

**3º Pavimento:** com 402,26 m<sup>2</sup>, destinado a recreação descoberta e recreação coberta com cantina.

O edifício possui dois acessos, sendo um frontal, e outro lateral. Um vão central coberto por estrutura metálica acomoda a circulação e integra todos os ambientes da escola. O primeiro pavimento é dotado de um eixo central de circulação, com 8,00m de largura, formando bulevares em pontos específicos. A circulação do segundo pavimento é feita por um anel, que forma uma bancada para a circulação do piso inferior, sem haver sobreposição. A circulação vertical se dá por 02 escadas que saem do primeiro para o segundo pavimento, e uma escada que liga o segundo e o terceiro pavimento. Além destas, a edificação é dotada de um elevador para portadores de necessidades especiais (PNE), que interliga os três pavimentos.

A edificação está separada por módulos, onde são fechados por elementos vazados em madeira de forma a bloquear a passagem de pessoas, mas permitir a ventilação cruzada do complexo. A cobertura é sobreposta à construção, estando suspensa por estruturas metálicas e permitindo a ventilação natural do complexo. Ainda na cobertura, existem áreas envidraçadas que permitem a iluminação zenital, que da mesma forma está fixado por estruturas metálicas a permitir o escoamento da ventilação natural.



(a) Planta 1º Pavimento



(b) Planta 2º Pavimento

Figura 1: Edifício de estudo de caso: (a) Planta 1º pavimento, (b) Planta 2º pavimento.

### 3.2 Metas do Grupo

Para as definições das metas a serem alcançadas foram realizadas reuniões iniciais onde os proprietários e as equipes de projeto e de consultoria colocavam seus pontos e determinavam a viabilidade de implantação dos objetivos elencados.

Primeiramente os proprietários colocavam suas necessidades, então o arquiteto descrevia suas primeiras idéias e os consultores delineavam as propostas para que o RTQ-C fosse o norteador do projeto.

Foram definidos o nível de eficiência energética que se buscava atingir na etiqueta e as bonificações a serem alcançadas levando em consideração a relação custo-benefício.

### 3.3 Acompanhamento do projeto

O acompanhamento do projeto foi feito através de reuniões presenciais quinzenais e semanais em meio digital. Visando assegurar que o projeto alcançasse um bom nível de eficiência energética, balizado pelo RTQ-C, a dinâmica do processo projetual foi diferente da que ocorre habitualmente.

O RTQ-C foi analisado e foram determinados os itens que deveriam ser levados em consideração para obter-se uma boa classificação quanto aos sistemas de envoltória, iluminação e condicionamento de ar. Determinou-se também a adoção de racionamento de água e aproveitamento de águas pluviais como bonificação.

As trocas de informações entre arquiteto, engenheiro responsável pelos complementares e equipe de consultoria foi intensa, a fim de que as necessidades de todos os projetos fossem atendidas e os projetos compatibilizados. As diretrizes eram lançadas e discutidas nas reuniões, então os profissionais voltavam a trabalhar em seus projetos e a equipe de consultoria na aplicação do RTQ-C; alterações eram sugeridas e reavaliações eram feitas.

Em determinada fase do desenvolvimento do projeto e adequação ao RTQ-C, constatou-se a necessidade de simulação de ventilação natural, e mais uma equipe de consultoria colaborou com o processo executando as simulações no programa Energy Plus.

A interação entre a equipe multidisciplinar foi de fundamental importância para atingir as metas traçadas.

### 3.4 Submissão ao processo de etiquetagem

Com a definição final dos projetos arquitetônico e complementares, a avaliação do projeto segundo o RTQ-C foi refeita e encaminhada para o laboratório de inspeção juntamente com a documentação requerida no RAC-C e relatório da simulação computacional de ventilação natural para avaliação oficial.

## 4 RESULTADOS

A metodologia aplicada resultou em um edifício energeticamente eficiente e Etiquetado pelo PBE

INMETRO. Além disto, possibilitou uma discussão das principais dificuldades encontradas na implementação do RTQ-C, tanto na assimilação das exigências de projeto pelos diversos projetistas, quanto ao fornecimento de dados referentes aos materiais por parte dos fornecedores.

A seguir serão apresentados os resultados obtidos neste estudo de caso.

#### 4.1 Metas do grupo

A principal meta definida para o projeto foi que atingisse classificação A na etiquetagem de eficiência energética de edifícios, considerando o custo-benefício das ações necessárias. Para atingi-la, o projeto foi acompanhado com atenção principal à envoltória, sistema de iluminação e ar condicionado. Foram definidas estratégias bioclimáticas que favorecessem o edifício.

#### 4.2 Envoltória

A definição da envoltória do edifício foi norteada pelos preceitos do RTQ-C desde a concepção do projeto. Já nos lançamentos iniciais, projetista e consultores trabalharam juntos para que o projeto nascesse com o objetivo de ter uma envoltória energeticamente eficiente. Foram considerados materiais, cores de revestimentos, tamanho de aberturas, sombreamento das aberturas, propriedades dos vidros além da volumetria do edifício (ver Figura 2).

Os principais materiais utilizados foram:

**Estrutura:** Concreto armado;

**Fechamentos:** Alvenaria de 15 cm, 25 cm e 40 cm;

**Aberturas:** Janelas de alumínio e vidro, e Portas de madeira maciça;

**Pisos:** Piso 60 cm x 60 cm PEI-5 Branco para as salas de aula, e 60 cm x 60 cm PEI-5 antiderrapante Bege para as áreas de circulação.

**Acabamentos:** Pintura com tinta acrílica fosca gelo para as áreas fechadas em geral (salas de aula, laboratórios, administração), e tinta acrílica fosca nas tonalidades de Verde, Areia, Camurça e Tijolo, para as áreas de circulação e externas (fachada).

**Cobertura:** Para o vão central, cobertura com telha metálica tipo sanduíche, sobre e sob arcos metálicos, intercaladas com aberturas de vidro para iluminação natural. Demais áreas foram projetadas com cobertura com o mesmo tipo de telha, em estrutura plana.

Adicionalmente foram utilizadas paredes externas duplas, o piso elevado do chão 60 cm para aumentar a inércia térmica, pé-direito de 3,10 de altura, painel de sombreamento sobreposto à fachada oeste. No telhado e nas paredes foram aplicadas cores claras para reduzir o ganho de calor.

A cobertura solta com aberturas em todos os lados, circulação de 8 m de altura e janelas em duas laterais das salas de aula permitiram aumentar a ventilação cruzada e dispensar o uso de condicionadores de ar.

As proteções solares verticais foram projetadas para reduzir a incidência solar direta não desejada. Prateleiras de Luz colocadas na fachada norte foram somadas aos brises verticais, buscando reduzir a insolação direta próximo às janelas e direcionar mais luz para o interior do ambiente, buscando uma iluminação mais homogênea.

A abertura zenital, Figura 2 (b) foi reduzida até atingir área equivalente a 5% da área da cobertura, para tanto foi especificado vidro com Fator Solar (FS) de 0,3.

Na avaliação, o edifício atendeu a todos os pré-requisitos específicos do sistema de envoltória, transmitância térmica, absorvância das superfícies e iluminação zenital, e atingiu classificação A.

A maior dificuldade encontrada foi à aquisição de informações com os fabricantes de materiais. A telha escolhida para que atendesse aos pré-requisitos foi uma telha sanduíche que permitisse formas curvas. Foi encontrado apenas um fabricante que forneceu os dados, entretanto o custo do material foi o mais elevado. Para as tijoletas de revestimento das fachadas não foi encontrado nenhum fabricante que fornecesse os dados técnicos necessários. O material foi então medido em laboratório pela própria equipe de consultoria para viabilizar os cálculos de transmitância e absorvância visando atingir aos pré-requisitos específicos.



(a) Perspectiva – Fachada Sudeste



(b) Perspectiva – Fachada Leste



(c) Perspectiva – Fachada Sul

Figura 2: Edifício de estudo de caso: (a) perspectiva frontal, (b) perspectiva superior, (c) perspectiva sul.

### 4.3 Sistema de iluminação

O sistema de iluminação foi o que apresentou maiores dificuldades para alcançar uma classificação alta de eficiência energética de acordo com o RTQ-C.

Primeiramente foi feito o projeto luminotécnico pela equipe de consultoria utilizando o método dos lumens adotando níveis de iluminação de acordo com NBR-5413. Um dos principais cuidados foi à escolha de equipamentos eficientes e adequados a locais com atividades de ensino onde a atividade visual requer cuidados com ofuscamento. Para as salas de aula foram então escolhidas luminárias com aletas metálicas refletoras.

A principal dificuldade encontrada na escolha dos equipamentos foi o fornecimento de dados por parte dos fabricantes de lâmpadas e em especial os de luminárias. Os catálogos disponíveis não apresentam o fator de utilização das luminárias. Para cada tentativa de cálculo de eficiência energética utilizando determinada luminária foi necessário entrar em contato com o fabricante via telefone e aguardar até 24hrs para que enviassem o material por e-mail, além de algumas empresas alegarem que desconheciam ou não dispunham deste dado.

A Tabela 1 traz os conjuntos de equipamentos que foram utilizados na edificação.



Tabela 1: Equipamentos para iluminação.

| <b>LÂMPADAS</b>   | <b>QUANTIDADE</b> |
|---|-------------------|
| F14W/T5/840/STARCOAT/SL/1-30 - GE                       | 46                |
| F28W/T5/840/STARCOAT/SL/1-30 - GE                       | 542               |
| <b>LUMINÁRIAS</b>                                       | <b>QUANTIDADE</b> |
| TCS 930-228-C5 – 2X28W – COM ALETAS METÁLICAS – PHILIPS | 226               |
| 3007 228 300 – 2X28W – SEM ALETAS METÁLICAS – ITAIM     | 45                |
| 3037 214 300 – 2X14W – SEM ALETAS METÁLICAS – ITAIM     | 19                |
| 3837 114 300 – 1X14W – SEM ALETAS METÁLICAS – ITAIM     | 8                 |
| <b>REATORES</b>   | <b>QUANTIDADE</b> |
| HF-P2 14-35 EII – PARA 2X28W – PHILIPS                  | 271               |
| HF-P2 14-35 EII – PARA 2X14W – PHILIPS                  | 19                |
| ES-14A 16 TL5 – PARA 1X14W – PHILIPS                    | 8                 |

O sistema de iluminação foi fixado em eletrocalhas visando facilitar a manutenção. Entretanto, em função do projeto estrutural o cálculo de eficiência energética precisou ser refeito, pois com a alteração da altura das vigas, a altura de montagem das luminárias também foi alterada modificando o índice de ambiente (K) dos espaços.

Uma estratégia utilizada no sistema de iluminação foi de posicionar as luminárias mais baixas, de forma pendente, para reduzir a distância entre o plano de trabalho e a luminária, com isso garantiu-se maior eficiência energética do sistema de iluminação artificial.

Quanto aos pré-requisitos específicos, o projeto luminotécnico já considerou a divisão de circuitos, o aproveitamento da luz natural e o desligamento automático do sistema de iluminação. O projeto foi encaminhado para o engenheiro eletricista com todas as recomendações enfatizando o cumprimento dos pré-requisitos.

Nas salas de aula, biblioteca, auditório e maior parte da administração alcançou-se nível A de eficiência energética, 66% da área da edificação. Já as circulações, sanitários tesouraria e ouvidoria atingiu-se nível B, 34% da edificação. Através da ponderação final de áreas obteve-se nível A para o edifício completo.

A biblioteca foi projetada com a iluminância mínima exigida para a área de estantes de livros de forma a garantir a flexibilidade do mobiliário e as mesas de estudos foram equipadas com iluminação de tarefa, garantindo maior eficiência energética.

#### 4.4 Sistema de Condicionamento de Ar

Assim como para o sistema de iluminação, o sistema de condicionamento de ar priorizou a escolha de equipamentos eficientes energeticamente. Todos os aparelhos escolhidos foram modelo Split. Tomou-se o cuidado de localizar as condensadoras em locais sombreados permanentemente, na fachada oeste entre a edificação e o painel de sombreamento. Os aparelhos sugeridos aos proprietários receberam classificação A segundo INMETRO/PROCEL de 2008, período em que foi realizado o acompanhamento do projeto. Foram sugeridas duas marcas para que fossem escolhidas segundo critérios de custo-benefício.

Nem todos os ambientes do edifício são condicionados. A Tabela 2 mostra os ambientes condicionados e suas respectivas áreas.

Tabela 2: Ambientes condicionados.

| AMBIENTE               | ÁREA (m <sup>2</sup> ) |
|------------------------|------------------------|
| Biblioteca             | 355,93                 |
| Sala de Professores    | 38,74                  |
| Diretoria              | 21,10                  |
| Reuniões               | 16,21                  |
| Coordenadoria          | 37,12                  |
| Secretaria/Atendimento | 86,92                  |
| Ouvidoria              | 6,64                   |
| Tesouraria             | 6,64                   |
| Auditório              | 367,46                 |
| Laboratório 01         | 80,09                  |
| Laboratório 02         | 80,09                  |
| Laboratório 03         | 80,09                  |

A proporção de área condicionada (AC) por área útil (AU) resultou em apenas 32% da área da edificação. Para esta área alcançou-se classificação A.

#### 4.5 Ventilação Natural

O edifício deste estudo de caso apresenta sua área distribuída em 32% de área condicionada, 39% de área de permanência transitória e 29% de área não condicionada. A área não condicionada corresponde às salas de aula e laboratórios.

Foram utilizadas estratégias bioclimáticas para favorecer a ventilação natural, entre elas a cobertura solta no vão central, painéis de madeira com espaçamentos também no vão central e aberturas paralelas nas salas de aula favorecendo a ventilação cruzada.

A equação da pontuação final do RTQ-C considera o equivalente numérico de ventilação natural, caso não fosse realizada a simulação computacional que comprovasse a eficiência da ventilação natural, que toda a área correspondente a área não condicionada receberia classificação E. Então uma equipe de consultoria, especializada em conforto térmico, realizou as simulações no programa *Energy Plus*.

A hipótese de conforto adotada foi baseada na *Standard 55 – Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*<sup>1</sup> (ASHRAE, 2004). O arquivo climático utilizado foi o TRY de Florianópolis, *Test Reference Year* de 1963, contendo as 8760 horas que formam um ano completo.

De acordo com os resultados encontrados pela equipe, nas salas de aula do pavimento superior foi alcançado o requisito para nível A com valores superiores a 80% de horas de conforto. Já no pavimento térreo este percentual variou entre 67,3% e 74,2%, correspondentes aos níveis C e B. Com o cálculo da média ponderada dos níveis de eficiência pela área de cada ambiente, foi obtido um percentual médio de 78,2% das horas de conforto para os 29% da área da edificação. Para esta área (29% da edificação) alcançou-se classificação B.

#### 4.6 Bonificações

Como estratégias visando alcançar a pontuação das bonificações foram adotadas:

**Equipamentos Economizadores:** Os equipamentos sanitários possuem redução do consumo de água, onde foram selecionados vasos sanitários com caixa acoplada com 2 acionamentos (para 3 e 6 litros) e torneiras e mictórios com acionamento e fechamento automático, de forma a reduzir o consumo.

**Aproveitamento de água da chuva:** Foi elaborado um sistema de calhas, para recolher a água de parte da cobertura curva e aproveitá-la nos vasos sanitários do primeiro pavimento.

O projeto hidráulico para o aproveitamento de água da chuva não precisou de energia elétrica, visto

<sup>1</sup> ASHRAE. *Standard 55 – Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ANSI/ ASHRAE, 2004. 27 p.



que não foi necessário o uso de bomba para transportar a água. O sistema descarta a primeira quantidade de água e a partir daí é direcionado a um reservatório no terceiro pavimento. Esta água é destinada para abastecer os sanitários do primeiro pavimento.

O uso de bomba foi descartado para reduzir o consumo energético. Em contrapartida, devido ao uso de parte da cobertura curva, foi possível apenas a redução de 8% do consumo de água em função do aproveitamento da água da chuva. Para atingir a pontuação da bonificação seria necessário comprovar uma economia mínima de 20% do consumo anual de água do edifício. Em função da edificação já ter atingido a classificação A, a bonificação não foi submetida para a análise, entretanto se reconhece a importância das estratégias utilizadas.

#### **4.7 Principais desafios para a implantação do RTQ-C no processo projetual**

O primeiro ponto a ser levantado é a relação entre os projetistas. O acompanhamento desde o início do projeto exige uma sincronia e muita interação entre os mesmos para que os objetivos definidos sejam alcançados. Neste caso, algumas vezes os projetos tiveram que ser revisados em função de mudanças em um complementar que refletiram na classificação de algum dos sistemas avaliados pelo RTQ-C. Como exemplo ressalta-se que uma alteração na altura das vigas pelo estrutural, sem consultar as demais equipes resultou na mudança da classificação de sistema de iluminação de A para B, como descrito no ítem 4.3, por este motivo o projeto luminotécnico teve que ser revisto.

Outra questão é que os pré-requisitos em especial limitam a liberdade com que o arquiteto está acostumado a projetar. Neste caso em especial as absorvâncias da superfícies e o percentual de área de abertura íam de encontro com o uso de cores e as grandes aberturas usualmente utilizadas pelos arquitetos.

Os custos elevados de materiais com tecnologia mais avançadas como telhas com propriedades térmicas mais eficientes ou dos equipamentos de ponta são o principal desafio junto aos proprietários. No presente estudo de caso a utilização de lâmpadas T5 só foram aceitas mediante a apresentação de payback do sistema de iluminação projetado.

Outro ponto, e não menos importante, é a disseminação do RTQ-C junto ao mercado de fornecedores de materiais. Esta parcela do mercado terá que passar por um processo de adaptação e reformulação de seus “manuais” técnicos a fim de suprir as necessidades dos projetistas que precisam de mais informações que as oferecidas atualmente para a especificação de materiais contemplando o RTQ-C. Como descrito nos ítems anteriores, a grande maioria dos fornecedores de materiais e dos equipamentos não dispunham das informações necessárias e não tiveram condições ou disposição de fornecê-los o que dificultou a especificação dos materiais e limitação de fornecedores.

Novos hábitos terão que ser incorporados, alguns nem sempre comumente vistos na construção civil, como o controle e armazenamento das notas fiscais para posterior avaliação da conformidade técnica do edifício.

Finalmente a questão da necessidade de simulação computacional para ambientes naturalmente ventilados. Apesar de reconhecer os benefícios da simulação computacional, trata-se de um processo caro e que apenas uma pequena parcela de profissionais domina. Com a esperada demanda de edifícios para serem avaliados, considerada a produção da construção civil no mercado nacional este número de profissionais provavelmente será insuficiente e o tempo para a formação de novos profissionais talvez seja escasso considerando o número de edifícios a serem avaliados. Por outro lado é um novo mercado de trabalho que se abre, com possibilidade de oferecer uma rica ferramenta de avaliação dos sistemas ambientais dos edifícios.

### **5 CONCLUSÕES**

A experiência desta dinâmica de projeto, em que profissionais de diversas áreas interagem desde as fases iniciais de projeto mostrou-se extremamente proveitosa. O projeto do edifício que tinha como foco obter a etiqueta com classificação geral A, alcançou seu objetivo com sucesso mesmo sem considerar as bonificações. A qualidade de um projeto que tem suas metas definidas e discutidas desde

suas fases iniciais é um dos maiores ganhos deste processo.

Uma questão a ser considerada é a necessidade de simulação computacional para edifícios com áreas de permanência não condicionadas. O método prescritivo visa à simplificação do processo da etiquetagem; entretanto, com a necessidade de simulação de ventilação natural para o edifício não ser prejudicado na sua classificação, o processo perde o seu caráter de objetividade além de se tornar mais oneroso. Por outro lado é o método que produz resultados mais próximos da realidade.

Como principal barreira encontrou-se a falta de informações técnicas dos materiais de construção e o despreparo dos fornecedores em providenciá-las. As empresas e indústrias não se mostraram preparadas para atender a um público mais exigente de informações sobre as características dos produtos. Entretanto acredita-se que com a difusão do RTQ-C, o mercado irá se adaptar às novas necessidades e com isso melhorar a qualidade de seus serviços.

## **6 REFERÊNCIAS**

ASHRAE. “**Standard 55 – Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**”. Atlanta: ANSI/ ASHRAE, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. “**Iluminância de Interiores-procedimento**”, NBR- 5413. ABNT. Rio de Janeiro, mai.1991

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. Mercado de Energia Elétrica 2006- 2015. Rio de Janeiro: EPE, 2005.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. “**Eficiência Energética na Arquitetura**”. São Paulo: PW Editores, 1997.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Manual para Aplicação dos Regulamentos – RTQ-C e RAC-C**. 2009b. Disponível em: <<http://www.eletrobras.com>>. Acesso em: 03/09/2009.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C**. 2009b. Disponível em: <<http://www.eletrobras.com>>. Acesso em: 03/09/2009.