

Autorização concedida ao Repositório Institucional da Universidade de Brasília pelo Decanato de Extensão da UnB para disponibilizar, no site [repositorio.unb.br](http://repositorio.unb.br), o livro Universidade para o século XXI: educação e gestão ambiental na Universidade de Brasília.

Universidade para o século XXI:  
educação e gestão ambiental na  
Universidade de Brasília

Decanato de Extensão  
Universidade de Brasília

2011

**José Geraldo de Sousa Junior**

Reitor

**João Batista de Sousa**

Vice-Reitor

**Paulo César Marques da Silva**

Prefeito

**Oviromar Flores**

Decano de Extensão

**Clélia Maria de Sousa Ferreira e Fernando Ferreira Carneiro**

Coordenação do Núcleo da Agenda Ambiental

**Vera Margarida Lessa Catalão, Philippe Pomier Layrargues,  
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti**

Organização

**Renato Cabral Rezende**

Revisão

**Webson de Alencar Dias**

Projeto gráfico e diagramação

**Flora Egécia**

capa

**Comissão Editorial**

Clélia Maria de Sousa Ferreira Parreira

Dione Oliveira Moura

Doris Sayago

Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti

Laís Mourão

Maria de Fátima Rodrigues Makiuchi

Maria Rita Avanzi

Paulo César Marques da Silva

Philippe Pomier Layrargues

Saulo Rodrigues

Sérgio Koide

Vera Margarida Lessa Catalão



U58

Universidade para o século XXI : educação e gestão ambiental na  
Universidade de Brasília / Vera Margarida Lessa Catalão,  
Philippe Pomier Layrargues e Izabel Cristina Bruno Bacelar  
Zaneti (orgs.). \_ Brasília : Cidade Gráfica e Editora, 2011.  
340 p. ; 22 cm.

ISBN: 978-85-65088-00-8

1. Educação ambiental. 2. Gestão ambiental. 3. Universidade  
de Brasília. I. Catalão, Vera Margarida Lessa. II. Layrargues, Philippe  
Pomier. III. Zaneti, Izabel Cristina Bruno Bacelar.

CDU 37:502.31

# Eficiência energética em edificações: ações e perspectivas para a Universidade de Brasília

Cláudia Naves David Amorim<sup>1</sup>

*Resumo: Em um momento no qual as questões de sustentabilidade são a tônica em diversas áreas de conhecimento, a eficiência energética apresenta-se como ponto de importância fundamental. Com relação às edificações, a eficiência energética durante muito tempo esteve focada especialmente em intervenções nos sistemas de iluminação e condicionamento de ar; hoje, no entanto, sua abordagem estende-se ao projeto arquitetônico, valorizando o papel de uma arquitetura compatível com o contexto climático local. Este artigo apresenta o contexto e evolução da eficiência energética em edificações no Brasil, que resultou na elaboração do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ), as perspectivas de aplicação deste Regulamento em edifícios e uma discussão sobre o impacto destas ações no ensino de Arquitetura e Engenharias. Em especial, aborda-se o caso da Universidade de Brasília, fazendo uma panorâmica da atual situação de seus campi e das perspectivas a curto, médio e longo prazo.*

*Palavras-chave: edificações; eficiência energética; sustentabilidade*

## 1. Introdução

No atual contexto mundial, as questões ambientais em geral têm sido colocadas como preponderantes e direcionadoras para quase todas as áreas de conhecimento. Poshen (2009) enfoca a questão ambiental, especialmente no que tange às mudanças climáticas, como uma “segunda grande transformação”, comparável à Revolução Industrial, mencionando-a ainda como “ameaça e

---

<sup>1</sup> Arquiteta, especialista em engenharia ambiental, mestre em arquitetura e urbanismo, doutora em Tecnologias Energéticas e Ambientais, professora adjunta II do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB.

oportunidade” para empresas, profissionais e academia. O momento, sem dúvida, é de forte mobilização em torno do tema, sendo necessária uma reestruturação em torno das mudanças de paradigma.

Há que se lembrar que o setor das construções representa cerca de 10% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial, 40% dos materiais consumidos, 30% da geração de lixo sólido, 20% do consumo de água e 35% de toda a energia consumida pela sociedade. 80% deste consumo é devido ao uso e operação dos edifícios, com relevante impacto nas mudanças climáticas do planeta (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente *apud* Takaoka, 2009).

O uso eficiente da energia elétrica é hoje uma das grandes preocupações mundiais com implicações nas áreas social e ambiental. Considerando que o consumo de energia tende a crescer proporcionalmente ao PIB, os países que se dispõem ao desenvolvimento devem fazê-lo de forma eficiente e sustentável, considerando este inevitável incremento do consumo (PNEF, 2010).

No Brasil, o setor de edificações está entre os maiores consumidores de energia elétrica. Conforme dados do Balanço Energético Nacional de 2009, o consumo de energia elétrica no país em 2008 foi 429,7 TWh. As edificações respondem por aproximadamente 44% deste consumo, resultando em 189,07 TWh (PNEF, 2010). A Figura 1 mostra a estratificação do consumo de energia elétrica nas edificações nos setores residencial, comercial e público.

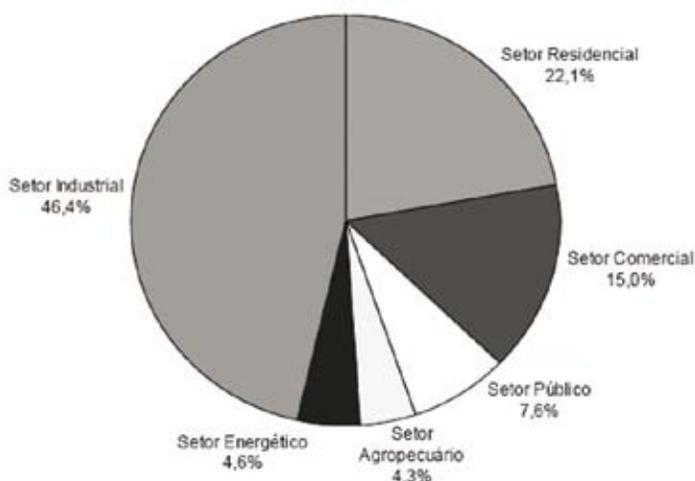


Figura 1. Consumo Faturado de Energia Elétrica. Fonte: BEN 2009 (Ano Base 2008).

Neste contexto, há que se destacar o papel das Instituições de Ensino Superior (IES) ao promover e estimular o debate e a busca de soluções para as problemáticas ambientais e energéticas. Tauchen e Brandli (2006) destacam algumas ações possíveis a este respeito:

- a. A primeira coloca a *questão educacional* como uma prática fundamental, que contribui para “a qualificação de seus egressos, futuros tomadores de decisão, para que incluam em suas práticas profissionais a preocupação com as questões ambientais.” (TAUCHEN e BRANDLI, 2006);
- b. A segunda destaca a importância da *operação dos campi universitários* como modelos e exemplos práticos de sustentabilidade em escala local;
- c. E uma terceira questão é levantada por Fouto (2002, *apud* Tauchen e Brandli, 2006), afirmando que as IES devem também investigar soluções, paradigmas e valores que sirvam a uma sociedade sustentável, destacando, assim, o papel da pesquisa e investigação para a construção da sustentabilidade.

Fica evidente, portanto, o papel de destaque e a importância das IES como agentes catalisadores de posturas adequadas à implementação da sustentabilidade e minimização dos problemas ambientais e energéticos. Além disso, deve-se ressaltar também a importância das IES na coordenação e comunicação entre estas questões e a sociedade, comunicando, divulgando e disseminando a teoria e a prática.

## **2. As questões ambientais e energéticas em edificações: contextualização e problemática**

Em arquitetura, o meio ambiente, o contexto onde se constrói e as condicionantes impostas pelo mesmo sempre foram consideradas nas épocas em que era imprescindível considerá-las, sob pena do não funcionamento dos edifícios – fossem estes residenciais, institucionais e públicos ou outros. Obviamente, quando não se podia contar com o condicionamento de ar e iluminação artificial, as únicas opções para as edificações eram a ventilação natural, a iluminação natural, o correto uso dos materiais de construção para o condicionamento passivo. Butera (2009), apresentando a trajetória da evolução do uso da energia ao longo dos séculos, coloca que “o século XIX foi o berço das tecnologias que transformaram radicalmente o conforto e a qualidade de vida

nas nossas casas e em todos os edifícios de serviço. Esta revolução baseou-se na hipótese de que a energia (fóssil) não fosse um fator limitante”, suposição errônea que agora mostra suas consequências, acarretando a escassez de recursos e impactos no clima global.

A questão energética, hoje, coloca-se como um dos principais impactos das edificações, apesar de não o único. Por outro lado, as edificações têm como função básica a mediação do clima externo e um de seus objetivos é atingir e manter o conforto ambiental (térmico, luminoso, acústico e de qualidade do ar) para seu usuário.

A partir da Revolução Industrial e do surgimento de tecnologias aplicáveis em qualquer contexto, passou-se a reproduzir, em lugares com diferentes condições climáticas e ambientais, soluções arquitetônicas muito similares. Para se manter este modelo de edificação, no entanto, é necessário um grande aporte de energia, extremamente dependente de mecanismos artificiais de energia para garantia do conforto ambiental. Mas este fato só passou a ser reconhecido como problemático com a crise do petróleo, em 1973; até esta época, as questões energéticas e ambientais não eram entendidas como urgentes, porque o custo da energia era irrisório e não havia uma conscientização consolidada sobre a poluição ambiental gerada pela produção da energia (BUTERA, 2009; PNEF, 2010).

A ideia de uma edificação que se insere no atual contexto de sustentabilidade é aquela que, partindo dos preceitos fundamentais desde novo paradigma, modifica o ambiente natural de maneira a produzir um ambiente confortável, adequado ao clima local, energeticamente eficiente e com baixo custo de manutenção. Conforto ambiental e eficiência energética são, portanto, premissas do novo modelo. Os sistemas de condicionamento de ar e iluminação artificial trabalham de maneira integrada às soluções passivas (sem uso de energia mecânica); a arquitetura contribui, através do melhor uso do condicionamento térmico passivo, dos materiais adequados, da ventilação e iluminação naturais, para que a carga térmica para o ar condicionado e o uso da iluminação artificial sejam minimizados. No entanto, é importante ressaltar que os sistemas de condicionamento de ar (resfriamento ou aquecimento) e iluminação artificial devem ser projetados da maneira mais eficiente possível, utilizando-se de toda a tecnologia disponível para a eficiência energética. É importante também que os profissionais envolvidos na concepção e construção do edifício trabalhem, desde o início, de maneira integrada, de modo a otimizar todos os aspectos do projeto, construção e gestão do edifício voltados para a eficiência energética.

## **2.1. Evolução das políticas de eficiência energética em edificações no Brasil**

A crise de energia no Brasil, em 2001, que teve como consequência o racionamento de energia, trouxe uma certa conscientização da importância de se otimizar a eficiência energética, incluindo as edificações. Neste mesmo ano, portanto, foi promulgada a Lei de Eficiência Energética (nº 10.295/2001), além do incremento do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e a criação do subprograma Procel Edifica. Como resultado, observou-se uma significativa redução do consumo de energia nas edificações, em especial no setor residencial (PNEF, 2010).

Após a promulgação da Lei de Eficiência Energética, o Decreto 4.059/2001 instituiu o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética, no âmbito do Ministério de Minas e Energia (MME), e estabeleceu o desenvolvimento de mecanismos para determinar os níveis mínimos de eficiência energética e a constituição de um Grupo Técnico para adotar procedimentos para avaliação da eficiência energética das edificações. A ELETROBRÁS, no âmbito do Procel Edifica, criou a Secretaria Técnica de Edificações (ST), e, em parceria com o INMETRO, no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), promoveram a elaboração do Regulamento Técnico da Qualidade (RTQ) para a etiquetagem voluntária do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos e de edifícios residenciais (PNEF, 2010).

Com relação às edificações, conforme o Procel Edifica, estima-se um potencial de redução de consumo de aproximadamente 30% com implementação de ações de eficiência energética em edifícios existentes (incluindo intervenções arquitetônicas na envoltória e nos sistemas de iluminação e condicionamento de ar). Este percentual de redução de consumo se eleva para 50% em edificações novas (PNEF, 2010).

Segundo Casals (2006, *apud* Carlo e Lamberts, 2010), “há dois tipos de políticas que podem ser implementadas visando ao uso racional da energia: políticas baseadas na limitação do nível de eficiência permitido mediante o estabelecimento de índices de desempenho mínimos; e as que estabelecem classificações por meio de programas de certificação”. A eficiência mínima é, em geral, obrigatória e tem caráter prescritivo, com limites de desempenho estabelecidos por indicadores. Já a certificação é um mecanismo de mercado que visa a promover a eficiência energética de uma edificação de elevado desempenho ao compará-la ao mínimo obrigatório. O desenvolvimento do Regulamento Técnico

da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios (RTQ) foi feito seguindo-se o modelo de certificação, e será explicado detalhadamente a seguir.

## 2.2. O RTQ-C

O Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) foi publicado (BRASIL, 2009) como parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem do INMETRO, em sua primeira versão para aplicação voluntária. Segundo Carlo e Lamberts (2010), “por ser novo no país, o mercado construtivo ainda terá de se adaptar ao conceito de eficiência de um edifício: os arquitetos, com os parâmetros de projeto; os profissionais envolvidos, com a construção civil com o registro de informações e documentos ao longo da obra; os fornecedores de materiais, com a uniformização da linguagem e parâmetros de especificação técnica de seus produtos; as agências financiadoras da construção, com os próprios conceitos de eficiência; e o público em geral, com a etiqueta de eficiência e seu significado (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE).” O mesmo Regulamento, voltado para edificações residenciais (RTQ-R), também foi publicado em novembro de 2010. Neste momento, portanto, edificações de quase todas as tipologias podem ser avaliadas pelo RTQ-C ou RTQ-R (Comercial ou Residencial) quanto à sua eficiência energética. A aplicação é de caráter voluntário, mas está prevista a sua obrigatoriedade em dois ou três anos, após um período de adaptação do mercado e dos profissionais. Neste artigo, será abordado em detalhe somente o RTQ-C, por tratar dos edifícios em maior número em *campi* universitários.

O RTQ-C apresenta dois métodos para a determinação da eficiência: método prescritivo e método de simulação. O método prescritivo consiste em uma série de parâmetros predefinidos ou a calcular que indicam a eficiência do sistema. O método de simulação define parâmetros para modelagem e simulação, mas permite mais flexibilidade na concepção do edifício (CARLO e LAMBERTS, 2010).

Os edifícios de serviços, comerciais e públicos elegíveis para a etiquetagem devem ter área mínima de 500 m<sup>2</sup> e/ou tensão de abastecimento maior que 2,3 kV. É possível etiquetar o projeto de um edifício, sendo a etiqueta válida por três anos, ou um edifício construído, cuja etiqueta tem validade de cinco anos. Os procedimentos para etiquetagem de projeto e edifício são distintos, sendo que a etiquetagem do edifício construído deve passar por um procedimento de inspeção. A diferença de consumo entre as etiquetas A e E (melhor e pior classificação, respectivamente) pode representar uma economia de mais de 35%

(LAMBERTS *apud* SINDUSCON/MA, 2010). Em edificações novas, a economia de energia elétrica pode chegar a 50% quando a mesma tiver etiqueta A. No caso de um retrofit, ou seja, edifícios que fizerem reformas contemplando conceitos de eficiência energética em edificações, a economia pode ser de 30%.

No RTQ-C, o edifício é avaliado em três sistemas, com pesos diferenciados na classificação geral do edifício: envoltória (30%), sistema de iluminação (30%) e sistema de condicionamento de ar (40%). O edifício pode receber a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para a edificação completa, contemplando os três sistemas, ou etiquetas parciais para os sistemas de iluminação e condicionamento. No entanto, a etiquetagem da envoltória é sempre obrigatória e deve ser feita primeiramente.



Figura 2. Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).

A etiquetagem da envoltória do edifício avalia aspectos pertinentes ao projeto de arquitetura, tais como a implantação e forma do edifício, o percentual de aberturas nas fachadas, o uso de elementos de proteção solar, o tipo de vidros e os materiais das vedações opacas (paredes e cobertura).

A etiquetagem do sistema de iluminação avalia seu DPI (densidade de potência instalada – em  $W/m^2$ ). Simplificadamente, o sistema será mais eficiente quanto mais baixo for o DPI, desde que mantidos os níveis de iluminância exigidos pela norma.

Com relação ao sistema de condicionamento de ar, a etiquetagem está baseada nas classificações de aparelhos feitas pelo PBE/INMETRO, ou, alternativamente, em índices mínimos de eficiência fornecidos por tabelas.

Além destes três sistemas – envoltória, iluminação e condicionamento de ar – o edifício pode computar em sua etiqueta geral (ENCE) até um ponto por bonificações. Esta pontuação pode ser concedida caso o projetista comprove economias de energia ou água, utilizando sistemas economizadores, inovações tecnológicas, energias renováveis, cogeração ou outros. Há percentuais anuais mínimos de economias que devem ser comprovadas (20% para água, 10% para energias renováveis, 30% para cogeração e inovações), mas a pontuação é proporcional ao percentual obtido.

Atualmente no Brasil há 18 edifícios comerciais, de serviços e públicos e oito edifícios residenciais já etiquetados por esta metodologia e inúmeras etiquetas de projetos e edifícios em andamento em vários estados.

### **3. Educação para eficiência energética em edificações: o papel das universidades e o caso da UnB**

Algum tempo depois do surgimento da ideia da sustentabilidade, observou-se gradativamente a inserção deste tema e seus desdobramentos na arquitetura, por meio de um consenso natural entre os professores pela sua abordagem. Atualmente, no ensino de arquitetura, podemos observar que os temas relacionados à sustentabilidade, como a eficiência energética, são abordados principalmente dentro das disciplinas da cadeia de Conforto Ambiental (DOURADO e AMORIM, 2009).

O ensino de Conforto Ambiental, por sua vez, foi regulamentado pela Portaria nº 1.770/94 do Ministério da Educação, que conferiu a este o *status* de área profissionalizante dos cursos de graduação em arquitetura e urbanismo oferecidos no Brasil (art. 4º). No ensino de Conforto Ambiental ficou compreendido o estudo das condições térmicas, acústicas, lumínicas, energéticas e os fenômenos físicos a elas associados, como condicionantes da forma e da organização do espaço.

Vianna (2001 *apud* Dourado e Amorim, 2009) fez um levantamento constatando alguns dos problemas mencionados por professores de Conforto Ambiental: carga horária insuficiente; falta de laboratórios e de equipamentos; precariedade dos laboratórios de informática e a falta de integração com outras disciplinas (principalmente de projeto).

Gonçalves e Duarte (2006) afirmam que as premissas para uma arquitetura mais sustentável devem ser extraídas do contexto em questão e do problema ou do programa que é colocado para a proposição do projeto. Os autores identificam que experiências recentes realizadas na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo têm mostrado que a participação de professores de Conforto Ambiental no projeto em ateliê tem sido muito produtiva para professores e alunos.

Segundo Elali (2007), a chamada “integração curricular” corresponde a momentos de grande riqueza, pois permite que conteúdos trabalhados em várias disciplinas sejam tratados em modo conjunto. As disciplinas de projeto de arquitetura e urbanismo também são, por sua vez, “as que sinalizam ao estudante se ele está indo no caminho de se tornar um profissional bem sucedido”. As atividades de projeto são as que mais podem verificar suas aptidões e habilidades para o exercício da profissão que escolheu (MALARD, 2007).

Na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB, os professores da área de Conforto Ambiental compartilham desta mesma opinião, identificando a necessidade de uma nova disciplina optativa na FAU/UnB, intitulada Projeto Ambiental Integrado (PAI) (AMORIM *et al*, 2008). O intuito da criação desta disciplina foi o de apoiar os alunos no desenvolvimento de um projeto arquitetônico utilizando metodologias voltadas para resultados ambientais e energéticos qualitativos e quantitativos. A disciplina PAI ocorre no quinto período do curso de Arquitetura e Urbanismo, quando os alunos já cursaram as disciplinas da cadeia de Conforto Ambiental e estão aptos a aplicar plenamente este conhecimento em um processo de projeto. Como um dos conteúdos desta disciplina, os alunos aplicam a metodologia de Etiquetagem de Eficiência Energética de Edifícios (somente da envoltória) durante o processo de projeto, para avaliar o quão eficiente energeticamente seria o edifício. Desta maneira, o projeto resultante tem o melhor desempenho energético possível, sem abrir mão de toda a concepção estética e funcional desejada para a edificação.

É importante lembrar que a Portaria nº 1770/94 do MEC determina também a exigência de espaços físicos e equipamentos apropriados para o ensino de Conforto Ambiental com o objetivo de desenvolver o estudo das técnicas de controle ambiental, através de experimentos, estudos e treinamentos. Os laboratórios têm o intuito de proporcionar a docentes e estudantes de Arquitetura e Urbanismo acesso às informações e instrumentos que lhes permitam realizar o correto agenciamento ambiental das edificações.

Ressalta-se, neste processo, a necessidade de uma maior integração e diálogo com as engenharias (especialmente Mecânica e Elétrica), de forma que os laboratórios da área de eficiência energética sejam espaços de pesquisa e ensino interdisciplinares.

#### **4. Situação e perspectivas para eficiência energética nos edifícios da UnB**

Com relação ao papel das IES na operação dos *campi* universitários como modelos e exemplos práticos de eficiência energética em edificações, pode-se analisar a situação atual e as perspectivas dos *campi* da UnB.

O LACAM (Laboratório de Controle Ambiental e Eficiência Energética) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB vêm colaborando desde 2007 na elaboração do RTQ-C e RTQ-R, através da participação como membro efetivo da Secretaria Técnica do PROCEL. Esta colaboração coloca-o como protagonista em um momento decisivo para a eficiência energética de edificações no Brasil.

O LACAM obteve através do Edital CT-Energ do CNPq financiamento do projeto de pesquisa intitulado “Capacitação Laboratorial para Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações”, com aporte de R\$ 200.000,00 reais em bolsas e equipamentos. Este financiamento possibilitou durante os anos de 2009 e 2010 a capacitação de equipes qualificadas tanto na aplicação do RTQ-C em edifícios, quanto no treinamento de multiplicadores e consultores. Neste período, no âmbito desta pesquisa, foram obtidos os seguintes resultados:

- a. Etiquetagem de cinco edificações em Brasília – CONFEA, Rodoviária de Brasília, Banco do Brasil, Instituto de Química da UnB e Ministério de Minas e Energia;
- b. Publicação de vinte artigos em anais de eventos e periódicos;
- c. Treinamento de 70 profissionais de arquitetura e engenharia para aplicação da etiquetagem de edifícios, através de dois cursos de extensão em Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações;
- d. Orientação de dissertações de mestrado, teses de doutorado e trabalhos de iniciação científica na temática de eficiência energética e etiquetagem de edifícios.

Atualmente, o LACAM faz parte da Rede de Eficiência Energética em Edificações (R3E), que abrange quinze laboratórios em universidades federais e estaduais brasileiras e recebeu novo aporte financeiro para cinco anos de pesquisa e

desenvolvimento de ações para eficiência energética em edificações. O LACAM foi também convidado pela Eletrobrás e trabalha com a perspectiva de que parte dele será transformado em Organismo de Inspeção Acreditado, para a emissão de Etiquetas de Eficiência Energética de Edifícios com o aval do INMETRO. Esta tarefa tem um caráter de utilidade pública e social relevante, contribuindo para disseminar e atender à demanda de Etiquetagem no Brasil.

#### **4.1. A Etiquetagem de eficiência energética dos edifícios da UnB**

A UnB, em função das ampliações de cursos e do REUNI, tem tido crescimento bastante grande nos últimos anos, com a criação de três novos *campi*, além do *campus* Darcy Ribeiro, em Brasília: Planaltina, Gama e Ceilândia, todos com novas edificações já em construção e a perspectiva de outras. O próprio *campus* Darcy Ribeiro está em constante crescimento, com a criação de edifícios próprios para algumas faculdades (por exemplo, o Instituto de Química, com 10.672 m<sup>2</sup> e o Instituto de Ciências Biológicas, com 26.250 m<sup>2</sup>, já construídos), centros e institutos (Centro de Desenvolvimento Sustentável, com 2.790 m<sup>2</sup>, Faculdade de Economia e Contabilidade, com 5.900 m<sup>2</sup>, entre outros, em construção). Este enorme parque construído pode e deve seguir diretrizes para sua maior eficácia e sustentabilidade, tanto no caso de construções novas quanto no caso de reformas.

O Regulamento de Eficiência Energética de Edifícios, através da Etiquetagem, apresenta uma metodologia para avaliação da eficiência de um projeto ou edifício construído e que pode dar indicações do grau de sustentabilidade e eficiência energética já alcançado. No caso de um *campus* universitário, pode-se, através da aplicação da metodologia de Etiquetagem das edificações, obter indicadores da situação atual de eficiência energética. Estes indicadores, importantes na análise e diagnóstico da atual situação dos *campi* da UnB, podem ser traduzidos posteriormente em diretrizes e recomendações para melhoria da eficiência energética em novos edifícios e nos edifícios existentes, indicando caminhos e perspectivas a curto, médio e longo prazo.

Esta é a atual proposta e perspectiva de trabalho do LACAM para a contribuição da construção da sustentabilidade e eficiência energética em edificações no âmbito da UnB, que deverá ser desenvolvida por meio de parcerias já existentes da Faculdade de Arquitetura com as Faculdades de Engenharia Mecânica, Engenharia Civil e Engenharia Elétrica, a princípio.

#### 4.2. Etiketagens de eficiência energética: Instituto de Química e Casa do Professor

Nesta perspectiva, o LACAM iniciou, no âmbito do projeto financiado pelo CNPq, a etiquetagem da envoltória de dois edifícios emblemáticos do *campus* Darcy Ribeiro: o Instituto de Química e a Casa do Professor. Estes dois primeiros edifícios foram escolhidos por serem exemplos potencialmente bons de eficiência energética e adequação climática.

O Instituto de Química (IQ) situa-se no *campus* Darcy Ribeiro e é de autoria dos arquitetos e professores da FAU/UnB, Aleixo Souza Furtado e Marcílio Mendes Ferreira. O projeto é formado por dois blocos paralelos laminares, interligados por uma cobertura curva, o que configura um pátio interno. As fachadas principais estão voltadas para o nordeste e sudoeste, com elementos de proteção solar (cobogós), desenhados especialmente pelos arquitetos, dando forte identidade visual ao conjunto (Figura 3).

O edifício é ocupado basicamente por laboratórios, salas de aulas e de professores e auditório. A maioria dos ambientes internos possui ventilação cruzada e uso de iluminação natural, pois a planta bilateral dos blocos possibilita que os espaços tenham aberturas para as fachadas externas e interna (pátio) (TEIXEIRA *et al*, 2009).



Figura 3. Vista geral do Instituto de Química.

Após a extração dos dados necessários, fez-se o cálculo dos parâmetros para cálculo da etiqueta de eficiência energética da envoltória do edifício. Cabe

destacar, neste caso, a dificuldade na aplicação do método prescritivo para este caso, devido à complexidade dos elementos de controle solar (cobogós). A envoltória apresentou como resultado a etiqueta “A”, a mais eficiente possível.

O segundo edifício etiquetado, a Casa do Professor (Figura 4), foi projetado para abrigar as funções relacionadas com a promoção, a valorização e a defesa das atividades docentes da instituição, mais especificamente para sediar a ADUnB. O bloco retangular chama a atenção pela horizontalidade, pelo pragmatismo e pela coerência com o entorno. O projeto é do arquiteto e professor da FAU, Nonato Veloso, e foi construído entre 2004 e 2005. O programa executado pelo arquiteto se organiza em dois níveis. No térreo, passando a entrada livre, tem-se uma galeria para exposições e eventos, além de áreas de apoio, como cozinha, restaurante e almoxarifado. No pavimento superior estão as salas de reuniões, de diretoria e o arquivo.



Figura 4. Vista geral da Casa do Professor.

Após a extração dos dados necessários, obteve-se a classificação da envoltória do edifício, que se configurou como etiqueta “A”, também a máxima eficiência possível (SALLES, MARCHIS e COSTA, 2010).

Os dois exemplos de edifícios etiquetados configuram-se como modelos interessantes, onde se obteve a melhor classificação possível de eficiência energética.

## 5. Conclusões e perspectivas para a UnB

O momento atual exige capacidade de ação e mobilização para encontrar caminhos para a sustentabilidade. O papel das IES neste contexto é, sem dúvida,

de importância fundamental. As questões relativas à eficiência energética em edificações, que têm papel significativo nesta construção da sustentabilidade, podem e devem ser colocadas em prática nos edifícios dos *campi*, como modelos. A aplicação da metodologia de Etiquetagem de Eficiência Energética em edificações pode ser um instrumento valioso para avaliar a eficiência dos edifícios construídos e balizar as propostas de novos projetos.

Os edifícios dos *campi* da UnB, em pleno processo de expansão, poderão usufruir da aplicação deste método como parte do processo de construção da sustentabilidade. Além do papel de disseminar as soluções adequadas, através de bons exemplos construídos, a UnB pode e deve estimular também a construção de práticas de ensino que possam refletir as mudanças nos cursos, especialmente os ligados à construção civil. É necessário estimular as práticas de projeto arquitetônico sustentável e integrar o ensino e pesquisas de arquitetura e engenharias, para que a eficiência energética em edifícios seja aplicada em todos os aspectos envolvidos.

### Referências Bibliográficas

AMORIM, C.N.D.; CINTRA, J.; LIMA, P.C.; CLIMACO, R.S.; LIMA, T.B.; BRENDO-LAN, R. *Projeto Ambiental Integrado: os desafios do ensino de arquitetura*. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2008, Fortaleza. *Anais...* São Paulo: ENTAC, 2008.

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, 2009a. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001462.pdf>>. Acesso em: 07 de dez. 2010.

BUTERA, F. *Da caverna à casa ecológica. História do Conforto e da Energia*. São Paulo: Nova Técnica, 2009.

CARLO, J.; LAMBERTS, R. *Parâmetros e métodos adotados no regulamento de etiquetagem da eficiência energética de edifícios – parte 1: método prescritivo*. Ambiente Construído, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 7-26, 2010.

DOURADO, B.M.; AMORIM, C.N.D. *O ensino de eficiência energética em escolas públicas de arquitetura no Brasil*. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2009, Natal. *Anais...* São Paulo: ENCAC, 2009. p. 1094-1103.

ELALI, G.A. *Para projetar (nossos) elefantes: considerações sobre a conquista de autonomia projetual pelo estudante de arquitetura e urbanismo*. In: DUARTE et al (Org.). O lugar do Projeto no Ensino e na Pesquisa em Arq. e Urb. PROARQ, São Paulo: Contracapa, 2007.

FERNANDES, J. T.; AMORIM, C.N.D.; VILELA, T.; CAPANEMA, B. *Avaliação da iluminação natural e desempenho energético do Instituto de Química da UnB para propostas de retrofit da envoltória*. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2010, Canela. **Anais...** São Paulo: ENTAC, 2010.

GONÇALVES, J.C.S.; DUARTE, D.H.S. *Arquitetura Sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino*. In: Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 51-81 out./dez. 2006.

MALARD, M.L. *A avaliação no ensino do projeto de arquitetura e urbanismo: problemas e dificuldades*. In: DUARTE et al (Org.). O lugar do Projeto no Ensino e na Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo. São Paulo: Contracapa, 2007.

MEC. Portaria nº 1.770, de 21 de dezembro de 1994, do Ministério da Educação, 1994.

\_\_\_\_\_. Resolução nº 6, de 02 de fevereiro de 2002, do Ministério da Educação, 2006.

POSHEN, P. *Empregos verdes: rumo ao trabalho decente num mundo sustentável com baixas emissões de CO2*. Palestra proferida no Colóquio Empregos Verdes e Construções Sustentáveis. Brasília: Presidência da República, 2009.

TAKAOKA, M. *O estado da arte das Construções Sustentáveis no Brasil*. Palestra proferida no Colóquio Empregos Verdes e Construções Sustentáveis. Brasília: Presidência da República, 2009.

PNEF. *Plano Nacional de Eficiência Energética*. Brasília: MME, 2010.

SALLES, G.; MARCHIS, A.; COSTA, A. *Casa do Professor: Etiquetagem de eficiência energética*. Trabalho apresentado na Disciplina Iluminação Natural e Qualidade Ambiental no Espaço Construído. PPG-FAU, Brasília: UnB, 2010.

SINDUSCON/MA. Procel Edifica visa reduzir consumo de energia nas edificações. Disponível em: <http://www.sinduscon-ma.com.br/noticia.asp?cod=429> - acesso em 07/01/2011.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. *A gestão ambiental em instituições de Ensino Superior: modelo para implantação em Campus Universitário*. Gestão e Produção, v.13, n. 3

VIANNA, N.S. *Análise Crítica do Ensino de Conforto Ambiental nas Escolas de Arquitetura*. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTAL CONSTRUÍDO, 2001, São Pedro - SP. *Anais... São Pedro*: ENCAC, 2001.