

A Importância do Conhecimento de Térmica em Edificações por Engenheiros Civis

Eduardo Krüger

Resumo

Considerando a grave crise econômica que atravessamos no Brasil, a conservação de energia vem ganhando importância cada vez maior através de programas de conservação como o PROCEL, estabelecido em 1985.

Visualizando-se o consumo de energia no setor da construção civil, como o que é empregado na construção e durante a gestão de prédios, a compreensão de como reduzir o consumo de energia gasta para condicionamento ambiental assume grande importância como instrumento de conservação de energia neste setor.

Deste modo, o conhecimento de aspectos térmicos em edificações por engenheiros e arquitetos torna-se uma necessidade nos dias de hoje.

Abstract

Considering the serious crisis which Brazil goes through, energy conservation has been gaining more importance everyday through energy conservation programs such as PROCEL, established in 1985.

Analysing energy consumption in the building sector, such as the energy required for construction and for using the building itself, the understanding of how to reduce energy requirements for air conditioning through passive methods assumes a great importance as an energy conservation too in this sector.

Therefore, the awareness of thermal aspects in buildings by civil engineers and architects has become a necessity nowadays.

1. INTRODUÇÃO

Na formação de engenheiros civis e arquitetos pouca ou nenhuma atenção tem sido dada ao estudo da Térmica em Edificações. No caso de

arquitetos, ainda se procura apresentar as noções básicas de Conforto Ambiental e informações sobre os fatores que direta ou indiretamente acarretam conforto ou desconforto para os ocupantes. Contudo, na formação do engenheiro civil, o assunto parece ser praticamente ignorado. Isso se deve às funções atribuídas às duas atividades profissionais; o arquiteto sendo o responsável pelo projeto e o engenheiro pela obra. Entretanto, na prática, muitas vezes o engenheiro faz o projeto e executa a obra, e o desconhecimento de solu-

Eduardo Krüger, Engenheiro Civil, Mestre pela COPPE/UFRJ em Planejamento Energético, Doutor em Arquitetura pela Universidade de Hannover, República Federal da Alemanha. Professor do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (Cefet-PR).

ções arquitetônicas para otimização das condições de conforto (ou diminuição do desconforto) na edificação a ser construída, acaba resultando em ambientes termicamente desfavoráveis. As conseqüências são, em geral, drásticas: prédios que apresentam um grande consumo de energia para condicionamento de ar no verão ou para calefação no inverno, ou situações em que a simples permanência no ambiente, seja ele local de trabalho ou de moradia, torna-se uma experiência bastante desagradável do ponto de vista do conforto de seus ocupantes. Indo-se um pouco mais além na análise das conseqüências, poder-se-á verificar a diminuição do rendimento nas atividades a serem realizadas, no caso de ambientes de trabalho, ou mal-estar físico, no caso de moradias.

As modernas *torres de vidro*, por exemplo, constituem verdadeiras estufas, absorvendo a radiação solar e dificultando a saída do calor armazenado e gerado no ambiente interno. Esteticamente duvidosas, são muitas vezes estanques (i.e., as janelas não podem ser abertas), exigindo a instalação de sistemas centrais de condicionamento de ar. Ora, o condicionamento por igual de um prédio com ambientes de diferentes exposições ao Sol acaba por gerar desconforto por calor ou frio excessivos. Além disso, há o risco de proliferação de fungos e bactérias nos dutos de refrigeração, podendo ocasionar sérios danos à saúde dos ocupantes, a chamada *sick-building-syndrome*.

Há a necessidade premente de se conservar energia, não apenas para evitar desperdícios, mas que não sejam necessários novos investimentos em obras de geração. Para os próximos dez anos, o setor elétrico necessitará de um aumento na geração de eletricidade de 45 mil megawatts, sendo necessária a implantação de 40 mil quilômetros de linhas de transmissão. Por outro lado, através de medidas de conservação de energia, no âmbito do programa Procel, criado em 1985 pelo Ministério de Minas e Energia, é prevista uma redução do consumo de 130 TWh até o ano 2015, segundo dados do Comitê de Eficiência Energética (no site <http://www.mme.gov.br/Sen/Comite/port/homepor.htm>).

Além disso, o setor da construção civil apresenta diversas distorções no que se refere a desperdícios de energia na fase de construção e durante a gestão de prédios. Assim, o estudo dos processos térmicos que ocorrem no interior de edificações pode atuar diretamente no consumo de energia para condicionamento artificial de ambientes durante a gestão dos edifícios, podendo representar uma redução de insumos energéticos no setor da construção civil, complemen-

tando ainda a função primordial de uma habitação, que é a de abrigar seus ocupantes, protegendo-os das intempéries.

Neste artigo, apresentar-se-á primeiramente um breve quadro do consumo de energia em edificações para, em seguida, focar-se a Arquitetura Bioclimática e a Térmica em Edificações.

2. CONSUMO DE ENERGIA EM EDIFICAÇÕES

Dados recentes do Balanço Energético Nacional (Ministério de Minas e Energia, 1997) indicam que o consumo de energia do setor residencial brasileiro representa 15% do consumo energético global do país, ficando atrás apenas dos setores industrial (37%) e de transportes (21%). Contudo, se considerarmos apenas o consumo de energia elétrica, que é da ordem de 296 Twh, o setor residencial é o segundo em importância, participando com cerca de 25% do total.

Tomando-se prédios de escritórios como exemplo, o consumo energético durante sua vida útil chega a ser em média 23 vezes maior que o empregado em sua construção, se retirarmos a quantidade de energia necessária para a fabricação dos materiais de construção⁽¹⁾ (Mascaró, 1992, p.15).

Enquanto que, em residências, o consumo de eletricidade para climatização artificial é baixo e da ordem de 7% (Lamberts, 1997, p. 21), analisando-se o consumo de energia elétrica em prédios comerciais e públicos, a iluminação representa apenas 24% do total ao passo que o ar condicionado participa com 48% (Reche, 1991, p.16; Nogueira, 1990, p.1049).

Considerando-se os dados apresentados, observa-se o enorme potencial energético que poderia ser melhor aproveitado, adotando-se medidas de redução do consumo de energia na gestão de prédios.

3. ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E TÉRMICA EM EDIFICAÇÕES

Paralelamente à abundância de recursos energéticos e seu baixo custo, observados no decor-

(1) Note-se que o consumo energético na fabricação dos materiais de construção situa-se fora da esfera de atuação do construtor, podendo este, entretanto, optar por materiais de construção que demandem uma menor quantidade de insumos energéticos em sua fabricação. Neste caso, através do aumento da demanda por produtos de menor consumo energético, o construtor passa a influir na oferta de materiais de construção.

rer deste século até a crise do petróleo de 1973, verificou-se também um abandono gradual da arquitetura tradicional (vernácula) em favor de uma arquitetura internacional, na qual as soluções arquitetônicas encontradas em países do Hemisfério Norte eram freqüentemente implementadas em países do Hemisfério Sul.

A experiência vernácula, em que os recursos energéticos e os materiais empregados provêm essencialmente do local onde se constrói, sofrendo as técnicas de construção uma evolução ao longo do tempo, de modo que se verifica uma adaptação da construção ao clima, foi deixada de lado. A arquitetura ecológica com sua veia bioclimática tem como um de seus objetivos o retorno a essa concepção, utilizando técnicas modernas de construção e dando um suporte científico a esse processo.

Apesar da preocupação de adequar a arquitetura ao clima não ser recente⁽²⁾, aliás, sendo esta a função básica da habitação, i.e., a de ser um abrigo para seus ocupantes, as bases da Arquitetura Bioclimática se confundem freqüentemente com os trabalhos de Viktor e Aladar Olgay (1963) e de Baruch Givoni (1969), mais relacionados à questão do conforto ambiental, porém sistematizando soluções para o trinômio homem-clima-arquitetura.

Sendo o principal objetivo da Arquitetura Bioclimática a otimização das condições internas de conforto ambiental (temperatura, umidade e movimento de ar e radiação) para um amplo espectro de condições externas, propõe-se utilizar ao máximo os recursos do projeto arquitetônico de forma a se obter conforto no ambiente interno, usando porém o mínimo de energia convencional.

Os principais elementos tratados na Arquitetura Bioclimática envolvem o homem, o clima e o *envelope*⁽³⁾. A inter-relação entre eles faz com que esta seja uma área multi e interdisciplinar, sendo campo de investigação tanto para arquitetos e engenheiros como para profissionais que lidam com questões energéticas.

Apesar de não estar limitada apenas ao as-

pecto térmico do ambiente construído, envolvendo também níveis de iluminação e ruído e, até certo ponto, a ergonomia dos espaços, a Arquitetura Bioclimática, em locais de clima predominantemente quente, posiciona o conforto térmico em primeiro plano. Tal é o caso do Brasil, país de clima tropical que, com exceção da região Sul, apresenta verões quentes e invernos amenos.

O estudo do desempenho térmico de edificações visa à compreensão dos fenômenos que atuam através do envelope no ambiente interno e, freqüentemente, fazem com que este apresente condições (de temperatura, umidade e velocidade do ar e temperatura radiante das superfícies) mais desconfortáveis que as externas. Em tais casos, a função de abrigo simplesmente não é atendida.

Fatores climáticos como a quantidade de radiação solar incidente, a radiação refletida pelo terreno de entorno, o regime de ventos, a temperatura e umidade relativa do ar externo e as precipitações, e o modo como estes atuam na construção, são estudados e, a partir de instrumentos de medição, cálculo ou simulação computacional, pode-se empiricamente determinar qual será o comportamento térmico da edificação que se queira avaliar.

4. PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO

Estudos experimentais exigem tempo e recursos financeiros, tornando portanto métodos de cálculo simplificados e simulações de desempenho térmico em computadores os principais instrumentos de avaliação do conforto térmico de edificações, tanto em pesquisa básica e aplicada, como na própria concepção de projetos arquitetônicos.

Métodos de cálculo simplificados permitem ao projetista comparar diferentes soluções arquitetônicas através de uso de fórmulas simples, tabelas e gráficos. O uso de tabelas como as de Mahoney, como é o caso do Projeto Normalização em Conforto Ambiental (UFSC/FINEP), atuam também no sentido de oferecer ao projetista um norteamento básico quanto à função que deverá ser cumprida pela edificação face às características climáticas da região. A partir delas é possível ao projetista obter então estratégias que, a priori, conduzirão a um projeto adequado da edificação.

No caso da simulação por meio de computadores, há atualmente uma grande variedade de simuladores para aplicação em PCs como, por exemplo, o ARQUITROP; desenvolvido no Brasil

(2) Vitruvius (séc. I a.C.), citado em Markus & Morris (1980, p.5) fez diversas recomendações à necessidade da adequação da construção aos fatores climáticos. Certamente, tomara Vitruvius conhecimento dos trabalhos anteriores dos gregos Aristóteles (382-322 a.C.), Xenofontes (430-350 a.C.) e Hipócrates (460-380 a.C.) relativos a normas de construção de acordo com a posição do Sol, direção dos ventos, entre outros fatores.

(3) Trata-se dos elementos que compõem a edificação e estão em contato com o meio externo, formando o abrigo, como as paredes externas, o piso e o telhado.

pela UFSCar, o francês COMFIE do *Centre d'Énergetique de l'École de Mines de Paris*, os norte-americanos TRNSYS do *Solar Energy Laboratory (SEL)* e o DOE do *Department of Energy*, entre vários outros.

Deste modo, a avaliação do desempenho térmico de materiais a serem usados na edificação ou de diversas soluções arquitetônicas pode ser feita antes de se construir, evitando-se assim construções cujos ambientes sejam termicamente desconfortáveis, sendo possível reduzir-se o consumo energético para climatização artificial.

A avaliação do ponto de vista do conforto térmico de uma determinada proposta arquitetônica a ser adotada baseia-se, independentemente do tipo de método utilizado (métodos de cálculo ou simulação em PC), na compreensão dos aspectos de relevância nas trocas térmicas entre a edificação e o meio e dos fenômenos de trocas de calor. Neste sentido, exige-se do projetista um conhecimento básico das variáveis envolvidas (fatores climáticos, características térmicas do *envelope* e parâmetros de conforto), assim como do conjunto de soluções arquitetônicas passíveis de serem aplicadas (adoção da ventilação cruzada, uso de material isolante térmico, protetores solares, entre outras).

5. CONCLUSÃO

Considerando o desenvolvimento das ciências de computação na última década com o aparecimento de diversos softwares de simulação térmica de edificações que, com interfaces cada vez mais adequadas (*user-friendly*), tornam a tarefa menos custosa, e a premente necessidade de se conservar energia no setor residencial, constitui um verdadeiro paradoxo o desconhecimento e, até mesmo, o desinteresse por parte de engenheiros civis pelo vasto campo de estudo relacionado ao comportamento térmico e ao melhor uso de energia em edificações.

Deve-se ressaltar aqui a importância de iniciativas como a do referido Projeto Normalização em Conforto Ambiental (UFSC/FINEP), que não apenas chamam atenção para a questão do conforto ambiental e das possibilidades de influir na eficiência energéticas de edificações através de um desenho apropriado, como também oferecem mais uma ferramenta para o projeto. Em relação ao ensino de engenharia, tais ferramentas podem facilitar significativamente o aprendizado do assunto, sistematizando conhecimentos diversos, como climatologia, arquitetura bioclimática e térmica em edificações.

Face ao surgimento de numerosas construções completamente inadequadas às condições tropicais brasileiras, torna-se necessário não apenas que seja dispensada maior atenção ao conforto térmico em edificações e como atuar na construção para obter o mesmo, mas também que se verifique uma tomada de consciência quanto à relação entre conservação de energia e arquitetura, por parte de engenheiros civis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- GIVONI, B. *Man, Climate and Architecture*. Amsterdam, Elsevier, 1969.
- LAMBERTS, R. et al. *Eficiência Energética em Edificações*. São Paulo, PW, 1997.
- MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA *Balanco Energético Nacional*. Brasília, MME, 1997.
- MASCARÓ, J.L. & MASCARÓ, L. *Incidência das variáveis projetivas e de construção no consumo energético dos edifícios*. Porto Alegre, Luzzato, 1992.
- MARKUS, T.A. & MORRIS, E.N. *Buildings, Climate and Energy*. London, Pitman, 1980.
- NOGUEIRA, C.A. & MILANEZ, F.C.S. Otimização de Investimentos através da Conservação de Energia. In: Congresso Brasileiro de Energia, 5. Rio de Janeiro, nov. 1990. *Anais*. Rio de Janeiro, nov. 1990.
- OLGYAY, V. *Design with Climate*. New Jersey, Princeton University Press, 1963.
- RECHE, A.L. *Conservação de Energia em Sistemas de Iluminação de Edificações*. Campinas: UNICAMP, 1991 (Dissert. Mestrado).