

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES ¹

Eduardo Krüger

1. A IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

A procura de uma maior eficiência energética como medida de conservação nos diversos setores consumidores de energia vem ganhando peso no Brasil através de programas de conservação como o Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica - PROCEL, criado em 1985 e transformado em programa de governo em 1991.

O suprimento atual de energia elétrica é da ordem de 308 TWh/ano. Mantida a estrutura atual de uso da energia, haveria necessidade de suprimento, em 2010, de 700 TWh/ano, e em 2015, de 782 TWh/ano. Através de medidas de conservação de energia:

- *atua-se na redução do custo da energia;*
- *reduz-se a probabilidade de cortes na geração de energia;*
- *reduz-se a necessidade de novos investimentos em obras de geração e transmissão de energia;*
- *reduz-se o custo de produção em indústrias;*
- *evitam-se impactos ambientais para implantação de novas usinas.*

Quanto às vantagens econômicas de medidas de conservação de energia, verifica-se que, entre 1996 e 1997, segundo dados do PROCEL, a energia economizada/geração adicional evitada foi de 1.758 GWh/ano, evitando-se assim um investimento de R\$830 milhões.

Por um lado, tem-se a questão das perdas na geração e distribuição de energia. No Brasil, entre a geração e o consumo, aproximadamente 16% da energia elétrica é desperdiçada, sendo que a transmissão responde por 30% e a distribuição por 70% desse total de perdas. Em 1996, as perdas decorrentes da distribuição atingiram um montante de aproximadamente 33 TWh, o que representou cerca de 60% do total de perdas. As previsões para o ano de 2015 são de que o total das perdas referentes à distribuição alcance o patamar de 87 TWh, sendo o potencial de redução estimado da ordem de 49 TWh, para este segmento.

Quanto às perdas decorrentes do mau uso da energia elétrica, segundo o PROCEL, “as edificações compõem um segmento de grande potencial de combate ao desperdício de energia elétrica, uma vez que representam 42% do consumo total e englobam quase todos os usos finais. Cerca de 84% das edificações são industriais, residenciais e comerciais, com forte predomínio destas últimas. As 16% restantes são utilizadas pelo poder

¹ Publicado na Revista da Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE), Brasília, v.18, n.1, p.9-12, dez. 1999.

público. Com a implantação de medidas para redução do consumo de energia em prédios já existentes (retrofit), o consumo pode ser reduzido em aproximadamente 30%; em prédios já projetados dentro do conceito de eficiência energética, a economia pode chegar a até 50%”.

No caso da região Sul do Brasil, sua estrutura tarifária é, atrás da região Centro-Oeste, a segunda mais alta do país. Segundo dados atuais (janeiro de 1999) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), na região Sul paga-se em média R\$93,87/MWh, valor superior à média brasileira, que é de R\$89,60/MWh.

2. A ATUAÇÃO DO ENGENHEIRO

Na formação de engenheiros civis e arquitetos pouca ou nenhuma atenção tem sido dada ao estudo de 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 em conforto ou desconforto para os ocupantes. Contudo, na formação do engenheiro civil, o assunto parece ser praticamente ignorado. Isso se deve principalmente 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 soluções 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. Só para os próximos dez anos, é previsto para o setor elétrico um aumento na geração de eletricidade de 45 mil megawatts, sendo necessária a implantação de 40 mil quilômetros de linhas de transmissão.

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

3. 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 construção¹ (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 24% do total e 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.

4. PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO

Estudos experimentais exigem tempo e recursos financeiros, tornando portanto métodos de cálculo simplificados e simulações de desempenho termo-energético em computadores os principais instrumentos de avaliação do consumo de energia para climatização e do conforto térmico em 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 e 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

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.

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 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.

5. CONCLUSÃO

Considerando o desenvolvimento considerável 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

- GELLER, H.S. *Efficient Electricity Use: A Development Strategy for Brazil*. Washington: ACEEE, 1990.
- GIVONI, B. Man, *Climate and Architecture*. Amsterdam: Elsevier, 1969.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L., PEREIRA, F.O.R. *Eficiência Energética na Arquitetura*. São Paulo: PW, 1997.

- KOENIGSBERGER, O.H.; INGERSOLL, T.G.; MAYHEW, A.; SZOKOLAY, S.V. *Manual of Tropical Housing and Building*. NY: Longman, 1973.
- 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.
- MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA *Balanco Energético Nacional*. Brasília: MME, 1997.
- NOGUEIRA, C.A. & MILANEZ, F.C.S. Otimização de Investimentos através da Conservação de Energia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA (5.: 1990: Rio de Janeiro). *Anais*. Rio de Janeiro: V CBE, 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, 1991. (Dissertação de Mestrado), UNICAMP.

SITES DE INTERESSE

Agência Nacional de Energia Elétrica:
<http://www.aneel.gov.br/>

Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica - PROCEL:
http://www.eletrobras.gov.br/procel/index_java.htm

Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
Núcleo de Pesquisa em Construção NPC/UFSC:
<http://www.labeee.ufsc.br/>

