

CONSUMO DE ENERGIA EM EDIFÍCIOS COMERCIAIS DE CURITIBA: MEDIDAS APLICADAS EM CONSERVAÇÃO DE ENERGIA E MONITORAMENTO DE CONSUMO

Mohiman Shafa
Eduardo Krüger

1. INTRODUÇÃO

Com base no velho ditado de 'quem guarda, tem' e tendo em vista que energia é a mola propulsora do desenvolvimento socioeconômico, surge, então, o **problema** de como influenciar e promover o interesse por novas fontes de energia mais baratas e limpas, e ao mesmo tempo, o uso parcimonioso e eficiente da energia que se produz e dos recursos naturais, finitos e estratégicos, numa sociedade descuidosa, que se habituou a justificar desperdícios e devastações em nome do lucro imediato.

Tendo como **objetivo básico** fomentar uma conscientização sobre velhos hábitos e estilos de consumo e estimular uma melhor valorização da energia e dos recursos naturais com base em interação, cooperação e interdependência no contexto em que se vive, adotou-se como campo de pesquisa um conjunto de edifícios comerciais de Curitiba, com os seguintes **objetivos específicos**:

- Verificar comportamento e atitudes dos administradores de edifícios comerciais, no contexto da aplicação de medidas de conservação de energia.
- Comparar, através de monitoramento *in situ*, os perfis de consumo de energia de 2 prédios comerciais, com e sem aplicação substancial de medidas de eficiência energética.
- Inspirar os projetistas e administradores de edifícios a pesquisarem o que pode ser conseguido em termos de eficiência energética, estabelecendo metas para a melhoria da construção, condição e operação dos edifícios e em termos do nível de preparo, motivação e conhecimento dos funcionários e operadores.

Como **procedimento metodológico**, foi elaborado um questionário, apresentado aos administradores de um grupo de edifícios comerciais, visando ao registro de medidas de conservação implementadas nos edifícios pesquisados. Após a avaliação dos resultados, iniciou-se o monitoramento e análise do perfil de consumo dos circuitos alimentadores de 2 edifícios, selecionados com e sem aplicação substancial de medidas

de conservação de energia.

A importância das atitudes comportamentais no contexto da conservação de energia e o cuidado com o meio ambiente, podem ser vistos como o potencial de uma vela acesa que, nas mãos de um indivíduo consciente, ilumina o ambiente; e, nas mãos de um irresponsável, pode incendiar uma floresta.

Fromm (1987) diz que a atual sociedade é antropocêntrica e individualista e a principal preocupação da maioria dos indivíduos é competir uns com os outros e acumular bens, nem sempre essenciais. Procura-se **ter** coisas como status, poder, privilégios, bens materiais e até religião; mas não se procura **ser**. Em consequência disso, tem-se contribuído para a desertificação do Planeta, e causado pobreza a imensas camadas da população, que por razões de sobrevivência e carência de outras fontes de energia, passaram a consumir lenha e contribuir também a essa devastação.

Tem-se observado empenho em valiosas pesquisas sobre emissões de poluentes, coberturas florestais, tratamento de lodos e esgotos, reciclagem de resíduos, efeito estufa, camada de ozônio, água potável, percolados dos lixões, compostagem de resíduos, entre outras, e não se vê suficiente atenção ao que se passa no interior do ser humano, o ator principal do cenário do Planeta.

Inúmeros autores e historiadores como Morin (1986), Cuéllar (1997), Fromm (1987) e Wells (1968), clamam pela necessidade de uma nova consciência e um discernimento sobre o fato de que estamos todos no mesmo barco, e acreditam que 'o bem-estar de um depende, necessariamente, do bem-estar de todos'. Santos (2000) menciona condições, hoje presentes, que podem assegurar uma transformação filosófica do Homem, capaz de atribuir um novo sentido à sua própria existência e, também, do Planeta. É pouco provável, também, que se consiga um verdadeiro desenvolvimento quando os indicadores limitam-se à produção econômica, e permanecem desatentos ou indiferentes aos níveis do bem-estar social.

As esperanças se voltam à Universidade, cujo compromisso é essencialmente social, na expectativa de um empenho eficaz na pesquisa de tecnologias alternativas e apropriadas, na investigação da validade e consistência de modelos ultrapassados e, principalmente, no compartilhar do conhecimento.

Uma visão coerente com o senso de responsabilidade e maturidade que se imagina que a nossa sociedade deveria ter, passa, sem dúvida, pela

compreensão da importância das inter-relações e da ação participativa, conforme demonstrado pela física subatômica; uma sólida noção da unidade humana, cooperar ao invés de competir para alcançar os portais da interdependência e da madura ação comunicativa, onde nasceriam as soluções da maioria dos atuais problemas.

Neste cenário, surge o papel da energia como elemento básico de produção de todos os bens que se adquire, se transporta e se constrói. O cuidado com a sua conservação não se deve limitar-se a determinações e regras simplistas de economia e procedimentos preventivos e corretivos a fim de evitar devastações, desperdícios e danos. É improvável que se consiga inovação nos processos de uso final e consumo de energia, sem um processo de conscientização, mudança de comportamento e novos métodos e posturas nas tomadas de decisões. As experiências de Marilyn Ferguson e Carl Rogers, narradas por Keyes Jr. (1991), comprovam o fenômeno de que, quando uma massa crítica de pessoas atinge determinada consciência, essa nova consciência pode ser comunicada de uma mente para outra, mesmo atravessando mares. Assim, os portadores de uma nova consciência poderiam descartar os velhos hábitos de competição, consumo e desperdício, e colocar em seus lugares as verdades essenciais que valorizam e perpetuam a vida em nosso planeta.

2. ASPECTOS ECONÔMICOS DO CONSUMO DE ENERGIA NAS CONSTRUÇÕES

Segundo Lamberts et al. (1997), um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando proporciona as mesmas condições ambientais com um menor custo de energia. Nos edifícios, a energia é usada na forma de eletricidade para operar equipamentos destinados a segurança, eficiência e conforto de seus ocupantes e usuários. Tais equipamentos incluem sistemas de refrigeração, iluminação, transporte vertical, operação dos escritórios e outros dispositivos.

Considerando que, atualmente, quase a totalidade da energia consumida é gerada a partir de fontes não renováveis como combustíveis fósseis e nucleares, e que a água constitui um recurso finito e estratégico, torna-se imprescindível monitorar e administrar o consumo desses recursos na operação e manutenção de edifícios, não só pela pressão dos custos, mas também para assegurar a competitividade global na área de desempenho ambiental e eficiência.

Observa-se que a tendência para edifícios energeticamente eficientes não é algo passageiro como a crise de energia dos anos setenta. Para a maioria dos administradores e projetistas, a eficiência energética

nos edifícios emergiu como um permanente fator de desempenho a ser considerado nas equações ambientais e financeiras. O conhecimento e o entendimento da eficiência energética podem se consolidar e tornar-se uma referência de competência dos seus projetistas, administradores e proprietários.

Goldemberg (1996) defende a necessidade de uma legislação para conservação de energia que poderia incluir, sem limitar-se a códigos de construção para edifícios, certificados de energia para edifícios e incentivos financeiros ou fiscais para edifícios energeticamente eficientes. No caso da Suíça, por exemplo, apenas pela imposição de normas mais rigorosas, os prédios comerciais construídos hoje consomem por área construída a metade de energia dos prédios construídos 20 anos atrás.

3. PESQUISA REALIZADA EM EDIFÍCIOS COMERCIAIS

Um edifício comercial pode ser definido como um edifício onde espaços ou partes do edifício são usados ou previstos para serem usados para prestação de serviços por agências, lojas, bancos, administradores, escritórios de arquitetura e engenharia, e outros serviços profissionais. De acordo com as informações do SECOVI (Sindicato dos Administradores dos Edifícios Comerciais), em 2001, havia um total de 188 edifícios comerciais registrados em Curitiba.

Ao contrário de uma indústria, onde geralmente, o consumo de energia agrega-se ao custo final do produto, e, portanto, é permanentemente controlado e economizado; nos edifícios comerciais, este cuidado com a contenção de desperdícios de energia parte mais da consciência de seus administradores do que de uma cultura de uso parcimonioso de energia. O custo final de energia do condomínio é rateado entre os condôminos e o próprio administrador, na maioria dos casos, sequer participa deste rateio. Sendo assim, a economia de energia deve partir, freqüentemente, da consciência dos funcionários responsáveis por cada turno de trabalho.

Nas áreas comuns do edifício, o consumo de energia deve-se tipicamente às centrais de ar condicionado, iluminação artificial - interna e externa, sistemas de transporte vertical, ventilação mecânica e serviços de limpeza. O consumo das unidades dos condôminos inclui basicamente iluminação, equipamentos de escritório, ar condicionado individual e outros aparelhos elétricos.

A partir da análise feita por Toledo (1995), verificou-se que as variáveis que influem no consumo de energia em um edifício se enquadram dentro de 3 grupos:

Revista EDUCAÇÃO & TECNOLOGIA

Periódico Técnico Científico dos Programas de Pós-Graduação em Tecnologia dos CEFETs-PR/MG/RJ

1. Características arquitetônicas e construtivas, área total, número de pavimentos, sistemas de serviços e equipamentos instalados a fim de prover ambiente com grau adequado de conforto.
2. Fatores climáticos, orientação da maior fachada, isolamento térmico etc.
3. Fatores humanos, sociais, filosóficos e culturais dos usuários do edifício. Estes envolvem postura e atitudes dos usuários, percepção dos proprietários e, não menos importante, o treinamento e a conscientização dos funcionários responsáveis pela operação e manutenção do edifício.

Num artigo sobre eficiência energética em edifícios comerciais de Cingapura, Eang (2001) relata que, segundo suas pesquisas, é possível obter uma economia significativa de energia através de melhorias no projeto e do desenvolvimento de sistemas de conservação de energia, e, no entanto, esta vir a ser desperdiçada pelos usuários. Como exemplo, menciona o elevado padrão de vida e nível de conforto adotado pelos usuários, que anulam as medidas de conservação e até aumentam o consumo com sistemas de ar condicionado e iluminação, mesmo em salas e corredores com satisfatória iluminação natural.

Esses fatos merecem os seguintes cuidados :

- Gestão do uso final de eletricidade e a educação dos usuários e operadores não devem ser negligenciadas. São tão importantes quanto outras áreas de desenvolvimento de eficiência energética.
- Os proprietários e administradores dos edifícios devem dirigir sua atenção particularmente aos sistemas elétricos das áreas comuns, que são menos influenciados pelos hábitos e atitudes dos usuários.
- É importante desenvolver estratégias de sistemas integrados de eficiência energética que prevejam níveis adequados para as necessidades ambientais e dos usuários. Desta forma, as práticas de eficiência energética nos edifícios devem incorporar as dimensões humanas.

É verdade que muitas medidas para eficiência energética implicam em investimentos que resultariam em aumento temporário nas despesas de condomínio e nem sempre os condôminos estão dispostos a aprovar e arcar com esse investimento, como, por exemplo, a instalação de luminárias mais eficientes, sensores de presença, interruptores setorizados, eliminadores de ar na entrada de água do edifício e banco de capacitores para correção do fator de potência, dentre outros. Contudo, há esperança

de que os exemplos de medidas positivas aqui relatadas venham a inspirar, influenciar e encorajar os responsáveis pelos edifícios a novas posturas e atitudes, tendo em vista que cada kWh gerado e consumido, no estágio atual, é uma fonte de danos ao meio ambiente, cabendo a cada um fazer parte dessa corrente e assegurar o nosso futuro comum.

Dirigidas aos administradores dos edifícios públicos e comerciais, algumas recomendações, incluindo as da ASHRAE (2001) e do PROCEL (1999), podem compor um plano emergencial com um acompanhamento da energia economizada por meio de registro do consumo de energia, redução da demanda e uma avaliação desse plano junto à concessionária de energia. Ações podem ser consideradas na elaboração do plano nas seguintes áreas de abrangência:

- Sistemas e equipamentos centrais de aquecimento, ventilação e refrigeração;
- Sistemas de iluminação (otimização de lâmpadas, reatores e luminárias, com adoção de sensores de presença, temporizadores e uso adequado da iluminação natural);
- Equipamentos especiais (transformadores, motores, cabos alimentadores, bombas, elevadores).

Metodologia

Apesquisa de campo teve como foco a verificação de comportamento e atitudes dos administradores dos edifícios comerciais de Curitiba no contexto de medidas de conservação de energia. Foi elaborado como referência um questionário, baseado em documentos do PROCEL e da ASHRAE, e realizado também o monitoramento do perfil de consumo durante 24 horas de um dia útil, através de registradores, em 2 edifícios, selecionados em função de apresentar o menor e o maior número de medidas de conservação de energia, efetivamente praticadas.

O valioso apoio do SECOVI (Sindicato dos Administradores de Prédios Comerciais de Curitiba) proporcionou uma lista de 188 edifícios comerciais em Curitiba, com respectivos endereços. Adotou-se o critério de visitar e entregar o questionário, pessoalmente, a 78 edifícios da região central da cidade. A outros 15 edifícios dos bairros, que apresentavam endereços completos e confiáveis, o questionário foi enviado pelo correio. Apesar da clara referência, na folha de rosto, de que um trabalho como este poderia identificar ações de economia de energia em edifícios, obteve-se um retorno de 44 respostas dos edifícios visitados, e apenas um dos 15 aos quais o documento de pesquisa fora enviado pelo correio. Alguns dos

documentos foram devolvidos incompletos, mesmo após exaustivas visitas e frustrantes contatos telefônicos. Dos 78 administradores contatados pessoalmente, 34 declinaram de preencher o documento que levaria cerca de 10 a 15 minutos, mesmo considerando uma consulta aos arquivos. Ao mesmo tempo, a atitude prestativa e de pronto atendimento de outros gerentes, constituiu um grande incentivo ao trabalho de pesquisa.

Características Gerais dos Edifícios Pesquisados

Os edifícios pesquisados escolhidos localizam-se na área central da cidade de Curitiba, com tempo de construção variando entre 2 e 60 anos, utilizam de zero a 14 elevadores, possuem 3 a 37 andares, e uma área construída variando entre 1.112 e 154.000 m². Nos edifícios mais novos, verificam-se, naturalmente, projetos arquitetônicos mais voltados ao aproveitamento da energia solar para iluminação e aquecimento dos ambientes, principalmente nas áreas comuns, como também preocupação com isolamento térmico para conservação de calor nos períodos de baixa temperatura.

A grande maioria dos edifícios visitados é administrada por firmas especializadas ou imobiliárias que executam suas funções de modo superficial e burocrático, com a simples preocupação de troca de lâmpadas ou reparos quando solicitados, por prestadoras de serviços terceirizados. Poucos edifícios possuem quadro próprio de administração e manutenção. Dos dados pessoais dos responsáveis pelo preenchimento do questionário em cada edifício, verificou-se que 66% têm formação em curso superior, sendo a maioria de administradores de empresas, incluindo também engenheiros, médicos, dentistas, advogados etc. 29% completaram o segundo grau e 0,5% apenas o primeiro grau. Deste grupo, 46% informaram 1 a 5 anos de experiência na função; 27%, 6 a 10 anos e 27% mais de 10 anos. No entanto, não ficou explícito se o tempo informado de experiência na função refere-se à experiência profissional ou é relativo à administração de edifícios.

Resultados da Aplicação dos Questionários

Da amostra de 45 prédios comerciais, obteve-se as seguintes informações:

- Tempo de construção variando entre 2 a 60 anos.
- Áreas construídas entre 1.112 e 154.000 m².
- Menor consumo do condomínio por área total do edifício: 0,050 kWh/m².

- 17% tiveram condições de rebaixar as luminárias a uma altura viável, a fim de obter melhor nível de iluminação.
- 71% praticam a política de reduzir iluminação artificial não essencial.
- 35% utilizam luminárias mais eficientes em mais de 50 % dos pontos de iluminação.
- 58% utilizam lâmpadas mais eficientes em mais de 50 % dos pontos de iluminação.
- 40% utilizam sensores de presença nos corredores.
- 29% utilizam sensores de presença nas garagens.
- 69% revisaram procedimentos de limpeza, segurança e iluminação externa com vistas à economia de energia.
- 78% realizam campanha de redução de consumo e prevenção de vazamentos de água.
- 71% reduziram lavagem de garagens e áreas externas.
- 64% praticam medidas de uso econômico de elevadores.
- 35% verificam se os motores elétricos estão superdimensionados.
- 46% verificam se os cabos de energia estão sobrecarregados.
- 25% pagam multas por excesso de reativo – não corrigem o fator de potência.
- 75% têm política de economia de energia.
- 64% adotaram medidas de economia de energia após a crise de energia de 2001.

Quanto aos edifícios com centrais de ar condicionado, dos relatos de seus respectivos administradores, obteve-se os seguintes resultados:

- Tempo de construção variando entre 2 e 28 anos.
- 55% não ajustam os termostatos para níveis econômicos (18 °C no inverno e 25 °C no verão).
- 66% não utilizaram arquitetura passiva nos seus projetos.
- 11% não realizam inspeção periódica dos dutos e infiltração de ar externo.
- 66% não verificaram se os motores elétricos estão superdimensionados.
- 22% não verificaram se os cabos de energia estão com

sobrecarga.

- 44% pagam multa por excesso de reativo (não corrigem fator de potência).

Na tabela seguinte, apresenta-se os prédios analisados, ordenados em função do número de medidas de conservação efetivamente implantadas em cada um deles. A referência do edifício diz respeito apenas à ordem de recebimento dos questionários preenchidos.

Tabela 1: Medidas de conservação e consumo das áreas comuns dos edifícios pesquisados, no período 2001 – 2002

Número do Edifício	Número de Medidas de Conservação Praticadas	Área Total do Edifício (m ²)	Consumo Médio Mensal do Condomínio (kWh)	Consumo médio Mensal do Condomínio por Área Construída (kWh/m ²)	Taxa de Ocupação (%)
5	19	23053	28768	1,25	100
30	19	5289	8360	1,58	94
32	19	76000	594367	7,82	100
26	18	Não inform.	5876		90
11	17	62000	139233	2,24	100
14	17	1187	8770	7,39	82
21	17	19290	45000	2,33	95
36	16	6727	12197	1,81	90
8	15	4500	3228	0,72	87
10	15	5200	2538	0,49	100
31	15	20248	9500	0,47	98
37	15	42820	303678	7,09	100
42	15	85000	506785	5,96	99
27	14	16861	19803	1,17	100
34	14	28335	Não inform.		80
40	14	2848	12477	4,38	100
1	13	1112	7350	6,6	99
16	13	4167	2030	0,49	80
33	13	9600	85742	8,93	100
3	12	4952	5020	1,01	100
13	12	2540	1219	0,48	94
29	12	154000	10716	0,07	96
2	11	7913	5676	0,72	89
6	11	16000	18159	1,13	88
19	11	6990	3268	0,47	70
45	11	17000	75750	4,45	75

9	10	4893	2740	0,56	70
12	10	8745	25342	2,9	58
28	10	7337	5040	0,69	90
4	9	33000	22627	0,68	100
22	9	12000	167723	13,98	85
24	9	13762	14237	1,03	95
41	8	16229	22085	1,36	94
44	8	54835	Não inform.		100
17	7	7676	3830	0,5	87
35	7	4223	2980	0,7	90
15	6	6300	5875	0,93	88
18	6	8000	7860	0,98	100
20	6	1972	11000	5,57	100
23	6	7861	4950	0,63	77
38	5	10036	Não inform.	0,56	0,76
43	5	1802	533	0,29	100
25	2	3970	3392	0,85	100
39	2	3939	Não inform.		100
7	1	5600	5732	1,02	100

Os dados obtidos do universo de 45 edifícios mostram que o consumo de energia das áreas comuns não é diretamente proporcional à área construída dos edifícios. Contudo, o estudo do consumo do condomínio por área construída total dos edifícios e, de outro lado, as medidas de conservação praticadas, podem servir de base para os administradores avaliarem a situação do seu próprio prédio em comparação com outros, estimar a economia viável de se realizar, e justificar os investimentos necessários para reformas. Desta forma, se um síndico verificar que seu edifício tem baixo desempenho energético, pode solicitar uma auditoria da concessionária a fim de avaliar onde e como o seu prédio está desperdiçando energia. Estas informações podem, certamente, ser úteis tanto para os administradores como para os projetistas de edifícios.

Em relação ao edifício de número 22, que apresentou o **maior consumo** por área total construída, verificou-se o seguinte:

- O edifício opera uma central de ar condicionado para todas as dependências.
- Não afere, periodicamente, os termostatos de controle de temperatura nas dependências.
- Não tem política de remover as lâmpadas não essenciais ou reduzir suas potências.

- Não utiliza lâmpadas mais eficientes.
- Não utiliza luminárias mais eficientes.
- Não utiliza sensores de presença nos corredores e garagens.
- Não reduz o número dos elevadores, fora dos horários de início e após fim do expediente.
- Não corrige o fator de potência.

Em relação ao edifício de número 29, que apresentou o **menor consumo** por área total construída, verificou-se o seguinte:

- Do universo dos edifícios analisados, é o de maior área total construída – 154.000,00 m².
- É composto de 6 andares incluindo o mezanino, que geralmente é acessado por escadas.
- Opera apenas com 3 elevadores.
- Possui um hall central – átrio - com iluminação natural, circundado por corredores de acesso às unidades de escritórios.
- A iluminação de todas as áreas comuns é feita por meio de lâmpadas fluorescentes, na maioria compactas, e luminárias anodizadas, de maior eficiência.
- No piso térreo (recepção) e no mezanino, 1/3 das luminárias permanecem apagadas durante o período diurno.
- Nos corredores dos demais pisos, privilegiados pela iluminação natural do átrio, 2/3 ou 1/3 das luminárias são desligados por funcionários orientados para esta função, conforme a claridade do dia.
- As luzes de todos os corredores são desligadas quando o último condômino deixa o edifício, o que ocorre, em média, às 21:00 h.

No tocante às **medidas** de conservação de energia observadas nos edifícios pesquisados, verificou-se a seguinte classificação :

a) As medidas de conservação mais praticadas :

- Campanha de redução de consumo e vazamento de água.
- Estabelecimento de política de economia de energia.
- Redução da iluminação artificial não essencial.
- Revisão dos procedimentos de limpeza, segurança e de iluminação externa, com vistas à economia de energia.

a) As medidas de conservação menos praticadas :

- Rebaixar as luminárias ao máximo viável, a fim de melhorar o seu rendimento.
- Correção do fator de potência (não necessária na maioria dos edifícios).
- Uso de sensores de presença nas garagens.
- Verificação e eventual substituição de motores e transformadores superdimensionados.

c) Medidas de conservação, que poderiam ser praticadas em todos os edifícios, com custos baixos ou nulos :

- Reduzir a iluminação artificial não essencial.
- Reduzir a iluminação artificial das áreas comuns em 25% antes do início do expediente.
- Reduzir o nível de iluminação dos corredores.
- Verificar se motores e transformadores estão superdimensionados.
- Verificar se os cabos alimentadores estão sobrecarregados.
- Reduzir o número dos elevadores fora do horário de início e fim do expediente.
- Uso racional dos elevadores.
- Orientar os ascensoristas a permanecerem no andar em que o usuário desembarca, e aguardarem nova chamada.
- Revisar procedimentos de limpeza, segurança e de iluminação externa.
- Campanha de redução de consumo e vazamento de água.
- Redução de lavagem de garagens e áreas externas.
- Acompanhamento diário do consumo de água a fim de detectar vazamentos.
- Fechar uma das garagens no período noturno.
- Revisão tarifária periódica.

d) Medidas de conservação, que poderiam ser praticadas em todos os edifícios, com justificada e atraente relação custo/benefício :

- Realizar um programa de treinamento e conscientização

dos funcionários visando criar espírito de equipe e desenvolver senso de responsabilidade em relação ao uso racional de energia.

- Utilizar lâmpadas mais eficientes.
- Utilizar luminárias mais eficientes.
- Utilizar sensores de presença nos corredores e garagens.
- Rebaixar ao máximo as luminárias, a uma altura viável.
- Pintar as paredes das áreas de circulação, na cor branca.
- Pintar as paredes e, se viável, do piso das garagens, na cor branca.
- Realizar inspeção anual termográfica dos painéis e cabos elétricos a fim de detectar pontos quentes.
- Instalar eliminador de ar na entrada de água do edifício.

Edifícios Monitorados

Conforme descrito na metodologia, efetuou-se um monitoramento de consumo em 2 prédios, com o objetivo de levantar quantitativamente o benefício auferido pela implantação de medidas de conservação. O edifício de número 38, porque apresentou um dos menores índices de aplicação de medidas de conservação de energia e por seus circuitos terem sido anteriormente monitorados por Krüger *et al.* (2000); e o edifício de número 5, que apresentou o maior índice de aplicação dessas medidas. O registro das cargas levou cerca de 15 dias para cada edifício, uma vez que o medidor não permitia registros simultâneos de todos os circuitos. Portanto, elevadores, bombas, ventiladores e circuitos de iluminação foram monitorados em dias diferentes, e seus valores adotados como válidos para o estudo de caso. A tabela 2 apresenta alguns dados a título de comparação das características desses edifícios e a tabela 3 destaca algumas importantes medidas de conservação, praticadas ou não, nos edifícios monitorados.

Tabela 2 : *Algumas características comparativas dos edifícios 38 e 5*

DADOS	EDIFÍCIO 38	EDIFÍCIO 5
Área Construída	10.036 m ²	23.053 m ²
Nº de Pavimentos	22, além do térreo, cobertura e 2 subsolos	21, além do térreo, cobertura e 1 subsolo
Nº de Conjuntos	184	124
Taxa de Ocupação	76%	100%
Nº de Elevadores	3	6
Medidas de Conservação praticadas (de um total de 24)	5	19
Consumo Médio Mensal do Condomínio por área total construída	5,57 kWh / m ²	1,25 kWh / m ²

Tabela 3: *Comparação de medidas de conservação de energia praticadas nos edifícios 38 e 5*

OBSERVAÇÕES	EDIFÍCIO 38	EDIFÍCIO 5
Uso de sensores de presença nos corredores e garagens	Não	Sim
Uso de lâmpadas mais eficientes	Não	Sim
Uso de reatores mais eficientes	Não	Sim
Uso de luminárias mais reflexivas	Não	Sim
Reduzir a iluminação de segurança a nível ainda eficaz	Não	Sim
Uso contínuo de ventiladores de refrigeração dos aparelhos de ar condicionado	Sim	Não
Campanha de economia de água	Não	Sim
Uso racional dos elevadores	Não	Sim
Planos de racionamento de energia	Não	Sim

Por meio de medição e do registro de consumo de energia, procurou-se obter um quadro detalhado dos perfis de consumo dos principais circuitos das áreas comuns dos edifícios de número 38 e 5, conforme expostos nas figuras 1 e 2. Essa pesquisa foi realizada em dois campos:

1. Registro gráfico, durante 24 horas e a partir do Quadro de Distribuição Geral do condomínio, responsável pela alimentação dos elevadores, bombas de recalque e de esgoto, e circuitos de iluminação das áreas comuns do edifício. No edifício de número 38, foi utilizado o Medidor Universal de Grandezas (MUG) e o programa ELO 6000, gentilmente cedidos pela COPEL. No edifício de número 5, foi utilizado um analisador registrador de grandezas elétrica marca IMS, modelo EPM 7000, gentilmente cedido pelo Departamento de Engenharia Elétrica do CEFET-PR.
2. Informações obtidas junto aos funcionários responsáveis pela operação dos circuitos dos edifícios.

Os instrumentos registradores foram programados para leitura de dados a cada 5 segundos e seus registros efetuados a cada 5 minutos. Ambos os edifícios monitorados abrigam escritórios que desenvolvem diferentes atividades, estão situados no centro de Curitiba e caracterizam-se por uma torre de volume compacto. Além de escritórios, o edifício de número 5 abriga, também, lojas de comércio no seu pavimento térreo.

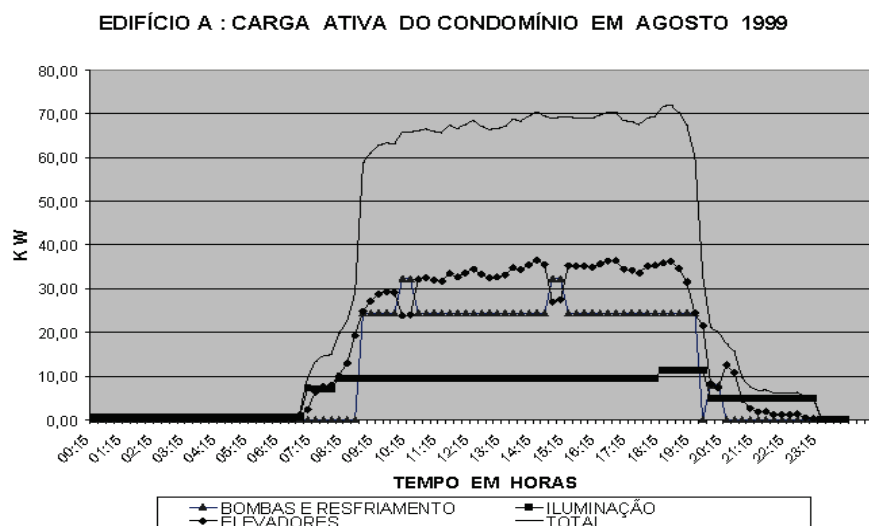


Figura 1: Perfis de consumo em um dia útil, do condomínio do edifício de número 38

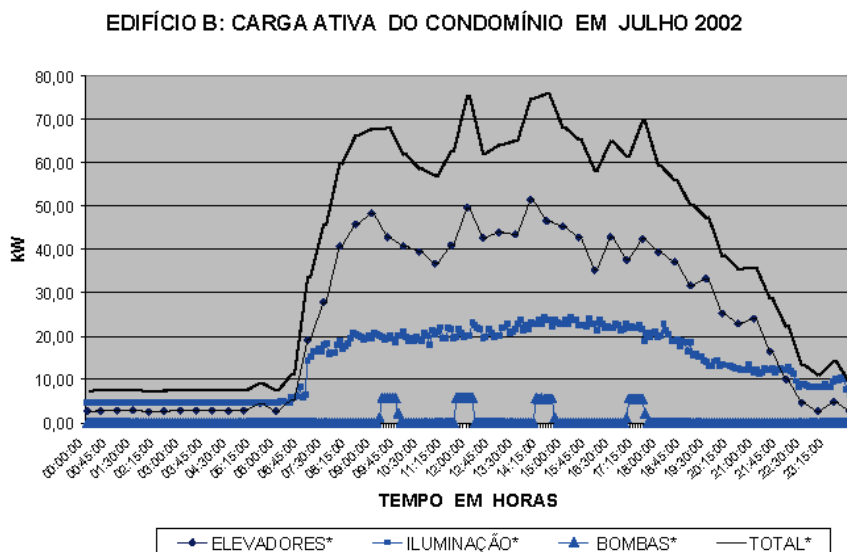


Figura 2: Perfis de consumo em um dia útil, do condomínio do edifício de número 5

Os gráficos das figuras 1 e 2 permitiram as seguintes observações:

- No edifício de número 38, o maior consumo ocorre entre 8:00h e 20:30h, enquanto, as atividades no edifício de número 5 ocorreram entre 7:00h e 22:00h.
- No período de 24 horas, as bombas de recalque e de esgoto do edifício de número 38 operaram 2 vezes, enquanto as do edifício de número 5 foram solicitadas 4 vezes.
- Os elevadores de ambos os edifícios foram, obviamente, mais solicitados no início e no fim de cada expediente, da manhã e da tarde.
- No edifício de número 38, Os ventiladores de resfriamento (dos equipamentos individuais de ar condicionado) operaram, em regime constante, entre 9:00h e 20:00h.
- No edifício de número 38, os circuitos de iluminação dos corredores e das garagens foram energizados a partir das 7:00h, praticamente em regime permanente, uma vez que, são operados pelos funcionários que aguardam o último condômino sair, para apagar as luzes dos corredores.
- No edifício de número 5, os circuitos de iluminação são controlados por sensores de presença, e por esta razão sua carga

apresenta um perfil não linear.

Os dados registrados proporcionaram um quadro de valores médios da demanda de potência (tab. 4), durante o período de expediente, por meio do qual é possível visualizar uma comparação adicional entre os dois edifícios, uma vez que a tabela 2 induz a uma expectativa de que o edifício de número 5 apresente melhores índices em termos de consumo. Nesta comparação, deve ser considerado, naturalmente, que o edifício de número 38 possui uma central de ventilação (para refrigeração dos equipamentos individuais de ar condicionado), que não existe no edifício de número 5.

Apesar do fato mencionado de que o consumo de energia das áreas comuns não é diretamente proporcional à área construída dos edifícios, é possível, contudo, verificar uma certa eficiência em termos de potência instalada no condomínio do edifício de número 5, conforme demonstrado na tabela 2. Os fatores que influenciaram esses índices seriam, provavelmente, a persistência e o empenho dos administradores do edifício de número 5 nos planos de racionamento de energia, o uso de sensores de presença nos corredores e garagens, a utilização de lâmpadas e reatores mais eficientes, o uso racional dos elevadores e campanha de economia de água, entre outros.

Tabela 4: Edifícios 38 e 5, análise da demanda no período do expediente

VALORES MÉDIOS NO PERÍODO DE EXPEDIENTE	EDIFÍCIO 38	EDIFÍCIO 5
Carga total	68 kW	65 Kw
Carga dos elevadores	35 Kw 3,48 W/m²	45 kW 1,95 W/m²
Número de Elevadores	3	6
Período de Maior Uso dos Elevadores	Das 08:15h às 20:15h	Das 07:00h às 22:00h
Central de ventilação	24 kW	0
Período de Operação da Central de Ventilação	Das 09:00h às 20:00h	0
Bombas de Recalque e Esgoto	7,9 kW	5,7 kW
Período de Operação das Bombas	Total de 01:00h	Total de 03:05h
Carga da iluminação (média)	10 kW (linear) 0,99 W/m²	21 kW (não linear) 0,91 W/m²
Carga total sem central de ventilação*	44 kW 4,38 W/m²	65 kW 2,8 W/m²

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Procurou-se transmitir que a desafiadora questão da **conservação de energia** e dos recursos naturais passa, necessariamente, por dois processos: primeiro, o de abandono de uma visão reducionista e individualista sobre o meio ambiente e estilos de consumo, conforme preconizado por um número crescente de pensadores. Segundo, o da construção de uma nova escala de valores sociais e éticos, com natural reflexo direto sobre o comportamento humano, também clamado por autores e intelectuais renomados.

Estes processos, já em marcha - embora em ritmo lento e comprometedor, não serão agilizados por meio de leis, normas e planos a serem seguidos, ou porque os cientistas assim concluíram. É preciso educar, motivar e sensibilizar o indivíduo, a base da sociedade, para tomar conhecimento da sua condição, refletir e reavaliar os conceitos prevalentes, e, com uma nova consciência, passar a ter atitudes mais responsáveis, e tomar decisões mais coerentes em relação aos recursos energéticos e o meio ambiente.

Um ditado do Oriente diz que o Homem é uma mina rica em gemas de inestimável valor e que a educação, tão somente, pode revelar seus tesouros e habilitar a sociedade a se beneficiar dele. Por conseguinte, pousa sobre os educadores nas escolas e universidades, a responsabilidade de trabalhar o ser humano que manipulará a tecnologia. Hoje, somos gigantes científicos e pigmeus morais, e temos uma vela acesa na mão, com a qual podemos iluminar um ambiente ou incendiar uma floresta.

Como o desenvolvimento socioeconômico é a meta natural de todas as sociedades, e ela depende fundamentalmente da disponibilidade de energia, torna-se necessário, então, avaliar os modelos de desenvolvimento prevalentes e a sua coerência com as necessidades básicas do ser humano, de um lado, e com os recursos energéticos existentes, de outro. Esta avaliação requer, naturalmente, uma nova percepção sobre fatores como interdependência e interação entre os seres humanos de todas as raças e povos, e, entre eles e a natureza como toda.

É importante, portanto, que todo cidadão adquira algumas noções básicas sobre os seguintes fatos:

- Os combustíveis fósseis são insustentáveis a longo prazo e, portanto, uma sociedade em busca do desenvolvimento sustentável precisa substituí-los por fontes alternativas de energia.
- O desperdício de cada Watt de energia elétrica, cada gota de água ou cada grama de material, contribui de alguma forma para

a degeneração do meio ambiente e saúde pública, sem nenhum retorno à sociedade, uma vez que todos esses elementos requerem energia para o seu processamento, fabrico e transporte até o ponto do consumo ou desperdício.

- Uma análise da eficiência energética de edifícios pode gerar, dependendo da percepção do protagonista, novos conceitos de projetos arquitetônicos, elétricos e procedimentos operacionais. Pode induzir à pesquisa de novos tipos de materiais e equipamentos, que atendam aos atuais requisitos de conservação de energia e inculcir uma visão sistêmica sobre o empreendimento como um todo.

A fim de verificar a postura de uma classe específica de cidadãos com a responsabilidade de tomar decisões administrativas e ou técnicas na área de conservação de energia, a pesquisa de campo concentrou-se em administradores de edifícios comerciais de Curitiba.

Embora não tenha se detido em quantificar valores e vantagens econômicas resultantes da aplicação, por parte desses administradores, de medidas de conservação de energia recomendadas ou praticadas, **a pesquisa demonstrou** que:

- Uma série de medidas de redução de consumo de energia pode ser praticada, com conseqüentes ganhos econômico e ambiental, uma vez que conforme visto, cada kWh utilizado ou desperdiçado causa impactos ambientais de uma forma ou outra.
- Mesmo entre os administradores que demonstraram interesse e colaboraram respondendo ao questionário, poucos podem ser considerados realmente preocupados com o assunto ou preparados para tal função.

Os resultados da pesquisa sugerem as seguintes **recomendações**:

- Medidas de redução de consumo com fator custo/benefício certamente justificado, praticadas em alguns edifícios, poderiam ser analisadas e adotadas nos demais prédios.
- Uma avaliação periódica do contrato de fornecimento de energia pela concessionária, em função das últimas demandas do edifício, pode induzir a uma readequação tarifária e redução de despesas.
- A correção do fator de potência e o viável aproveitamento da eventual energia dissipada na forma de calor podem contribuir, também, para uma diminuição das despesas do condomínio.

Revista EDUCAÇÃO & TECNOLOGIA

Periódico Técnico Científico dos Programas de Pós-Graduação em Tecnologia dos CEFETs-PR/MG/RJ

- Programas de capacitação e conscientização de síndicos e gerentes seriam um meio de aprimorar suas atitudes quanto a estimular e valorizar a criatividade e as opiniões dos seus subordinados, inculcar senso de equipe e estabelecer prêmios coletivos em função da energia economizada.
- Atitudes de cooperação, entrosamento e troca de experiências entre os administradores dos edifícios, resultaria, certamente, no compartilhar de resultados obtidos na economia de consumo e na redução do custo de energia.

O tenaz empenho e a comprovada competência de alguns gerentes, que esta pesquisa constatou, descortina a perspectiva de que seus exemplos venham a ser conferidos e adotados por administradores perspicazes e atentos, por meio de consulta e interação.

Enfim, a vida que surgiu neste planeta há cerca de três bilhões de anos, desenvolveu-se, não por confrontos e desperdícios, mas, por meio de teias de cooperação e conservação. O desenvolvimento sustentável depende, necessariamente, da subsistência do ecossistema, sobre o qual se estende o arco-íris da bem-aventurança.

REFERÊNCIAS

- ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. www.ashrae.org/about/em3499.htm. Acessado em jan.2001.
- CUÉLLAR, Javier Perez. Nossa Diversidade Criadora. Brasília : Unesco/Papirus, 1997.
- EANG, Lee Siew. Energy Efficiency of Office Buildings in Singapore. Cingapura: National University of Singapore, 2001. www.bdg.nus.edu.sg/buildingEnergy/publication/papers/paper4.html. Acessado em fev. 2001.
- FROMM, Erich. Ter ou Ser . Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1987.
- GOLDEMBERG, José. Energy, Environment & Development. Londres : Earthscan, 1996.
- KEYES JR., K. O Centésimo Macaco. São Paulo : Pensamento, 1991.
- KRÜGER, Eduardo; DUMKE, Eliane; SHAFI, Mohiman; LAROCCA, Christine. Avaliação da eficiência energética em prédios comerciais em Curitiba. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2000, Salvador. Anais (CD-ROM). Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), 2000.
- LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano e PEREIRA, Fernando O.R. Eficiência energética na arquitetura. São Paulo : PW, 1997.

- MORIN, Edgar. Para Sair do Século 20. Rio de Janeiro : Nova Fronteira, 1986.
- PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Manual para Análise de Projetos de Edificações, Visando a Eficiência Energética, 1999. http://www.eletronbras.gov.br/procel/index_java.htm. Acessado em jan. 2001.
- SANTOS, Milton. Por Uma Outra Globalização. Rio de Janeiro : Record, 2000.
- TOLEDO, L.M.A. Uso de energia elétrica em edifícios públicos e comerciais de Florianópolis. Florianópolis, 1995. Dissertação de Mestrado, UFSC.
- WELLS, H.G. História Universal São Paulo : Nacional, 1968.