

**Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**  
**Departamento de Engenharia de Construção Civil**

ISSN 0103-9830  
**BT/PCC/59**

---

**Gerenciamento da Demanda e  
Consumo de Energia Elétrica para  
Aquecimento de Água em  
Habitações de Interesse Social**

---

**Racine Tadeu Araujo Prado  
Orestes Marraccini Gonçalves**



**Escola Politécnica - EPBC**



**31200053057**

**São Paulo - 1992**

O presente trabalho é uma versão abreviada da dissertação de mestrado apresentada pelo Eng<sup>o</sup> Racine Tadeu Araujo Prado, sob orientação do Prof. Dr. Orestes Marraccini Gonçalves: "Gerenciamento da demanda e consumo de energia elétrica para aquecimento de água em habitações de interesse social".

A íntegra da dissertação encontra-se à disposição com o autor e na Biblioteca de Engenharia Civil da Escola Politécnica.

Prado, Racine Tadeu Araujo

Gerenciamento da demanda e consumo de energia elétrica para aquecimento de água em habitações de interesse social / R.T.A. Prado, O.M. Gonçalves. -- São Paulo : EPUSP, 1992.

28p. -- (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/59)

1. Água - Abastecimento nas habitações 2. Instalações elétricas I. Gonçalves, Orestes Marraccini II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil III. Título IV. Série

CDU 696.4  
696.6

# GERENCIAMENTO DA DEMANDA E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

RACINE TADEU ARAUJO PRADO

## ABSTRACT

This paper is the partial result of a research on electrical energy consumption and demand in low-cost housing. The research was based on a questionnaire applied to a household sample and on measurement of electrical load in COHAB/SP's apartments. The energy end use priority was water heating through electric showers. The influence of this appliance on the apartment's electrical energy demand and aspects concerning the relationship between end use and energetic agent have been examined. As to energy conservation policies, existing facilities for standardization and demand's agreement in residencial buildings have been summarized.

## SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	01
2 - CONTEXTUALIZAÇÃO.....	01
3 - CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	11
4 - DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA.....	14
5 - GERENCIAMENTO DA DEMANDA E TECNOLOGIAS DE AQUECIMENTO DE ÁGUA.....	18
6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27



## 1 - INTRODUÇÃO

Este trabalho é o resultado parcial de uma pesquisa sobre consumo e demanda de energia elétrica realizada em apartamentos da COHAB/SP (Companhia Metropolitana de Habitação de São Paulo). Esta pesquisa consistiu da aplicação de um questionário a 246 famílias e na medida da demanda nos circuitos de 130 apartamentos.

Os trabalhos foram conduzidos pelo Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, com a colaboração da CEF (Caixa Econômica Federal), da ELETROPAULO (Eletricidade de São Paulo S. A.) e COHAB/SP.

Desde 1987, foram produzidos alguns relatórios de pesquisa, como [EPUSP-PCC/CEF, 1989], e uma dissertação de mestrado [PRADO, 1991]. Além dos resultados de processamento dos dados obtidos, procurou-se também situá-los no sistema energético nacional e compará-los com os de outros países.

## 2 - CONTEXTUALIZAÇÃO

Além do problema de custos da produção de energia, este final de milênio está marcado pela consciência e pressões sociais, no sentido de haver uma rigorosa avaliação dos custos ecológicos envolvidos na produção e utilização de um dado vetor energético. Assim, é conveniente observar o que ocorre com outros países e comparar a situação nacional, no que se refere às estatísticas de consumo e opções entre vetores energéticos, segundo finalidades de

uso. Para situar a posição do Brasil, a Tabela 1 fornece valores do consumo de energia em alguns países [MME, 1988].

Tabela 1 - Consumo de Energia (GJ per capita)  
[MME, 1988]

Países	1970	1979	1984
EUA	342	365	328
Canadá	362	443	450
França	123	150	145
Itália	88	107	100
Japão	111	133	128
Austrália	168	213	213
China	10	18	20
Índia	11	17	13
México	41	63	67
Argentina	57	69	68
Uruguai	38	42	46
Venezuela	102	106	116
Brasil	31	50	50

Em primeiro lugar, cabe ressaltar a posição do Brasil em relação aos países desenvolvidos: seu consumo de energia per capita é muito inferior. Este fato, por exemplo em relação ao Canadá (diferença de nove vezes), não resulta simplesmente do rigor do clima daquele país, onde a calefação domiciliar tem uso generalizado, mas deve ser contemplado também como expressão da atividade econômica mais intensa.

Em segundo lugar, é notável que EUA e Japão, nações símbolos do desenvolvimento econômico, reduziram os respectivos consumos per capita de 1979 para 1984. Ao contrário de significar desaceleração do ritmo da economia, trata-se de uma racionalização do emprego da energia, obtida através de constantes pesquisas de eficiência de aparelhos e de outras medidas de conservação.

Um terceiro aspecto a apontar, que explica a redução ou estabilidade do consumo nos países desenvolvidos e o aumento nos países em desenvolvimento, é a maturidade de cada parque industrial: estes últimos ainda estão criando suas indústrias de base, como as de aço, alumínio e cimento, intensivas em consumo de energia, mas necessárias à construção de habitações e de infraestrutura, como estradas, ruas, hospitais, escolas, hidrelétricas, entre outras obras de que o chamado terceiro mundo é tão carente.

É tendo em vista esta perspectiva que deve atuar o planejamento energético nos países em desenvolvimento e, dessa maneira, evitar certas situações de difícil mudança por que passam os países desenvolvidos. Afirma-se que, enquanto no Brasil o consumo de uma família típica com o aquecimento de água é de 380 kWh por ano, nos EUA esta cifra atinge 1540 kWh [Reddy & Goldemberg, 1990].

É notório o fato de que o Brasil é um país com elevado potencial hidrelétrico. No entanto, este fato em si não é garantia de ausência de problemas futuros. Pois os recursos envolvidos na construção de barragens têm seu montante cada vez mais elevado, por já terem sido utilizados os locais de condições mais favoráveis, restando os mais difíceis e, estes recursos, significando investimentos, são também a cada dia mais escassos. Como agravante, o crescimento do consumo de energia elétrica no país é acelerado, como pode ser observado na Tabela 2 [MME, 1988].

Tabela 2 - Crescimento do consumo de eletricidade no Brasil  
( Gwh \* 10<sup>3</sup> ) - (MME. 1988)

Ano	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Consumo	120.9	124.5	131.5	143.0	158.7	172.2	186.5

Portanto, em apenas seis anos, o consumo de energia elétrica aumentou 54%, enquanto que o PIB aumentou apenas 18%, segundo a mesma fonte. Na inviabilidade de atender ao consumo simplesmente aumentando a oferta, é fundamental verificar a participação dos diversos membros do sistema energético, encontrar os desperdícios e o melhor aproveitamento das fontes. A Tabela 3 apresenta o consumo de eletricidade no Brasil em percentuais relativos aos diversos setores [MME. 1988].

Tabela 3 - Composição Setorial do consumo final de eletricidade  
(unidade: %) - (MME. 1988)

FONTES	1970	1975	1980	1985	1986	1987
Setor Energético	1.5	3.7	3.1	3.0	2.9	2.6
Residencial	21.9	18.9	18.9	18.9	19.2	20.0
Comercial	13.5	12.9	11.2	10.7	10.5	10.7
Público	9.3	9.6	8.5	8.3	8.0	8.1
Agropecuário	0.8	1.1	1.7	2.6	2.7	3.0
Transportes	1.7	0.9	0.7	0.7	0.6	0.6
Industrial	51.2	52.9	55.9	55.8	56.1	54.9
Consumo Final	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Pode-se observar que os setores mais importantes no consumo de energia elétrica são, pela ordem, o industrial, o residencial e o comercial. E também que, ao longo das duas últimas décadas, no Brasil, em termos percentuais, cresceu o consumo industrial, enquanto que o setor residencial manteve-se aproximadamente



estável e o comercial diminuiu sua participação relativa.

Em outros países, a situação não é a mesma. No Japão, "o consumo no setor industrial está caindo lentamente e o consumo nos setores residencial e comercial mostra um aumento constante" [Furugaki, 1988]. Outro autor afirma que na Europa "O setor residencial consome aproximadamente 40% da energia" [Bornsen, 1988].

Um terceiro especialista diz: "Nos países da OECD, condicionamento ambiental, utensílios e aparelhos eletrônicos para consumidores vêm adquirindo maior participação no uso de eletricidade, enquanto que a participação industrial e comercial está diminuindo. O novo consumo está dirigido para conforto, utilidades e serviços de comunicação. Por outro lado, nos países em desenvolvimento, o consumo de eletricidade está crescendo em todos os setores" [Ketoff, 1988].

No que diz respeito ao abatimento da curva de consumo no setor industrial nos países desenvolvidos e o sua elevação relativa no Brasil, trata-se de reflexos do desenvolvimento tecnológico daqueles países, da maturidade de seus programas de conservação de energia e do grande incremento na potência instalada em hidreletricidade no Brasil, a partir da década de 70, o que generalizou o emprego desse vetor energético.

No Brasil, ainda há tarefas anteriores por terminar: nas duas últimas décadas, a maior preocupação foi substituir uma forma de energia primária, a lenha, por outra, secundária, a eletricidade,

muito mais confortável. A Figura 1 mostra a magnitude desse processo [MME, 1988].

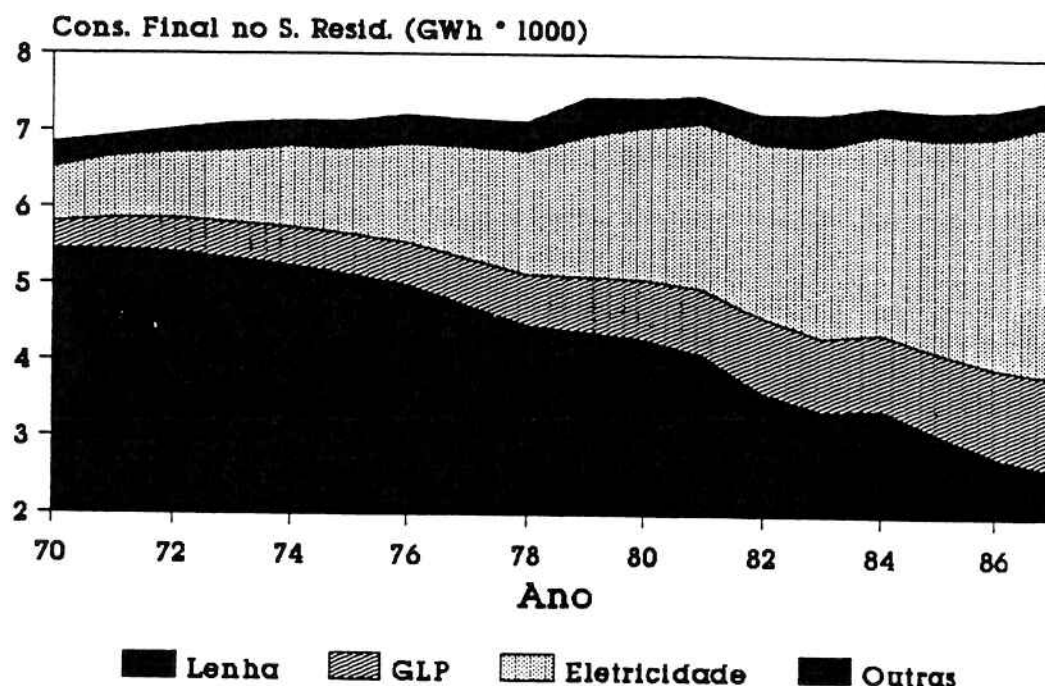


Figura 1 - Consumo Final do Setor Residencial ( $10^3$  GWh) - [MME, 1988]

Pode-se notar que o crescimento da potência instalada (kW) nas habitações, através das inovações do mercado de eletrodomésticos, fator dependente da renda per capita, não é o único aspecto a ser considerado no caso do Brasil para efeito do consumo e demanda de energia elétrica nesse setor. Deve-se levar em conta que nos últimos anos a indústria da construção civil no setor habitacional de baixa renda acumulou um déficit enorme, que ainda deverá ser sanado. A Tabela 4 a seguir fornece uma noção do montante desse déficit [Albuquerque, 1985].

Tabela 4 - Déficit Habitacional no Brasil na década de 1980.  
(Albuquerque, 1985)

Faixa de Renda Familiar / mês (Salários mínimos)	Necessidades Habitacionais		Participação (%)	Porcentagem de famílias na faixa de renda familiar
	Total	Urbana		
0 - 2	5.425.199	4.280.724	31.3	} 53.6
2 - 3	7.938.470	6.263.807	45.8	
3 - 5	2.045.282	1.613.819	11.8	
5 - 10	1.230.636	971.026	7.1	
> 10	693.316	547.047	4.0	15.6
Total	17.332.903	13.676.433	100.0	13.9
				100.0

Por um lado, a questão do déficit habitacional é determinante no consumo de energia elétrica, na medida em que sua resolução significa a incorporação de novos usuários aos serviços existentes, além do aspecto já mencionado do dispêndio de energia pela indústria da construção civil para produzir materiais básicos, construir ruas com redes de abastecimento de água, gás, telecomunicações, vias rodo-ferroviárias e edificações.

Por outro lado, o saneamento do déficit significa também um acréscimo na demanda de energia elétrica no período de ponta, quando, de acordo com os costumes, os usuários tendem a colocar em funcionamento simultâneo grande número de aparelhos elétricos.

Neste contexto, há duas vias não excludentes para atender à demanda e ao consumo nos próximos anos: uma delas é a construção de novas hidrelétricas, termelétricas e centrais nucleares. Mas esta via só é praticável em velocidade menor que a dos anos 70, porque o país já acumula uma dívida externa enorme, e as fontes

de recursos financeiros para investimentos em tais obras são escassas atualmente.

O outro caminho é a continuidade e aprimoramento da política de conservação de energia. Muito ainda pode ser feito neste campo segundo o princípio que diz ser melhor conservar e não instalar enquanto o custo de 1 kWh conservado for menor que o custo para produzir 1 kWh.

Uma política de conservação de energia "visa em geral promover a utilização mais racional e eficiente das diversas formas de energia nas suas múltiplas aplicações" [Paes, 1988]. Este conceito, aplicado a edificações do gênero habitações de interesse social, gênero que é a maioria das edificações existentes e em déficit no país, necessita para se efetivar, da averiguação das fontes de energia empregadas em cada utilização, além da investigação acerca da racionalidade destes processos.

No meio urbano, população alvo deste trabalho, sabe-se que a energia elétrica e o gás são os vetores energéticos predominantes no setor residencial. [Arouca, 1982] analisa a estrutura do consumo de energia elétrica segundo os usos e regiões, no período 74/75, de onde foi extraída a Tabela 5, considerando-se apenas São Paulo e Brasil.

Vê-se assim que a conservação de alimentos e o aquecimento de água são as principais utilizações residenciais da energia elétrica, no que diz respeito ao consumo, com predominância da primeira delas

para a maioria dos usuários. Em terceiro lugar vem a iluminação.

Tabela 5 - Consumo de energia elétrica no setor residencial segundo a utilização (%) - (Arouca, 1982)

Região	Lazer	Conserv. de Alimentos (geladeira)	Serviços	Condic. Ambiental	Aquec. de água	Ilumi-nação
São Paulo	7.3	30.2	7.8	1.1	30.0	23.6
Brasil	7.5	31.7	7.8	2.2	26.2	24.6

Em um trabalho com universo residencial mais abrangente [Wilheim et alii, 1986], realizada em São Paulo, constatou-se que no estrato de consumo mensal entre 501 e 1000 kWh, a participação do aquecimento de água era de 50%, enquanto que a refrigeração de alimentos era de 24%.

Ainda segundo o último trabalho citado: "35% da ponta do sistema seriam devidos ao setor residencial. Levando em conta que no município de São Paulo os hábitos de banho parecem ser muito mais diversificados que nas cidades do interior, esta hipótese tende a subestimar o valor da demanda residencial neste período"[idem].

Esta demanda seria dividida na ponta do sistema do modo seguinte:

- aquecimento de água ..... 16%
- iluminação ..... 9%
- refrigeração ..... 4%
- lazer ..... 4%

De onde é extraída uma importante conclusão: "A primeira componente é o aquecimento de água, que é responsável por mais de 50% da demanda global" [ibidem]. A tendência da atualidade é que o aquecimento de água seja realizado por meio de combustão de gás ou energia elétrica. Por enquanto, interessa aqui este último vetor energético, dada a popularidade do chuveiro elétrico, com saturação na população da COHAB/SP.

Há dois aspectos notáveis quanto ao funcionamento destes aparelhos: um deles é a pequena simultaneidade de uso, uma vez que o tempo de banho é da ordem de poucos minutos, 7 em média. Porém, quando o chuveiro é ligado absorve uma potência das mais elevadas que se encontram nos aparelhos elétricos residenciais.

O aquecimento de água constitui uma utilização da energia elétrica em baixa tensão. Do total de consumidores em baixa tensão, 86% pertencem ao setor residencial [DNAEE, 1985].

No período 1974/1979 foi estimado que 64% das famílias ligadas à rede elétrica possuíam chuveiro elétrico no Brasil e, em São Paulo, 85% [Arouca, 1982]. Estes dados e a Figura 2 [DNAEE, 1985], composição da curva de carga do sistema do ponto de vista do consumo pela Alta, Média e Baixa Tensão, fornecem uma noção da participação do chuveiro no período de ponta.

A curva da figura a seguir pode não refletir a situação atual de concessionárias que implantaram programas de gerenciamento da demanda voltados para os setores industrial e comercial. Assim, a

tarifação horo-sazonal pode amainar a curva de carga de uma concessionária no período de ponta sem, no entanto, resolver o problema da demanda para as concessionárias com consumidores predominantemente do setor residencial.

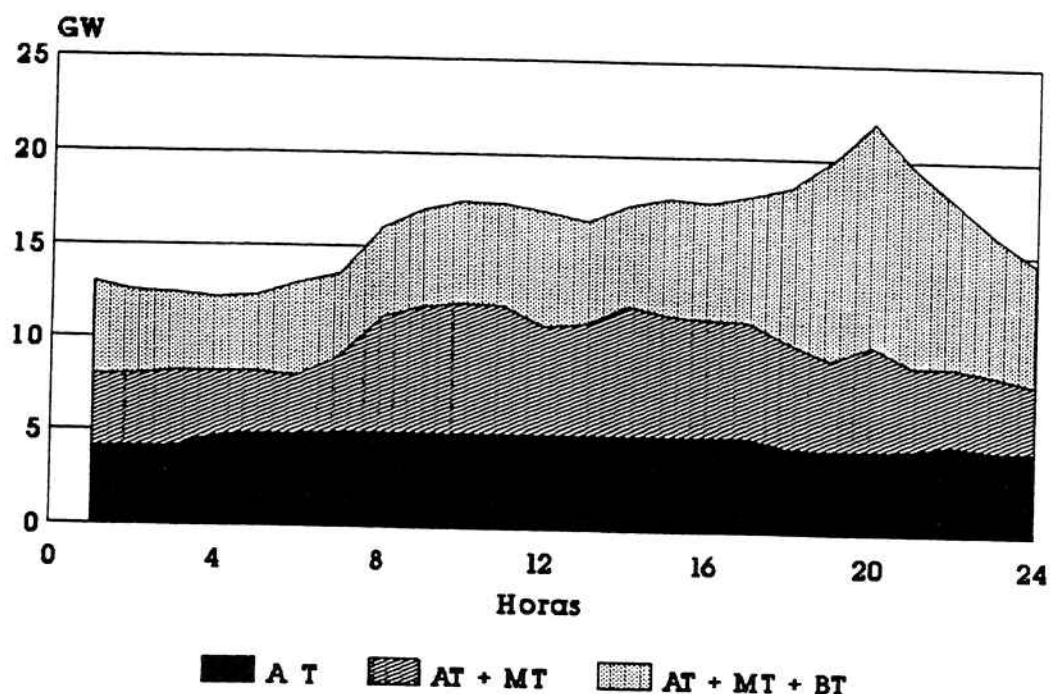


Figura 2 - Composição da Curva de Carga do Sistema Nacional -  
Brasil - 1983 - (DNAEE, 1985)

Uma vez verificado o consumo e demanda de energia do setor residencial no Brasil em um contexto geral, os itens a seguir expõem alguns dos resultados obtidos na pesquisa realizada junto à COHAB/SP.

### 3 - CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Foram processados os consumos mensais de energia elétrica dos apartamentos da amostra, referentes aos meses de novembro/86 a

abril/87. Os dados foram coletados do cadastro da Eletropaulo. Seu processamento e organização resultou na Figura 3.

Obteve-se um consumo médio mensal de 152 kWh/habitação e o máximo de 355 kWh. Isto significa um consumo mensal médio de 34 kWh/habitante.

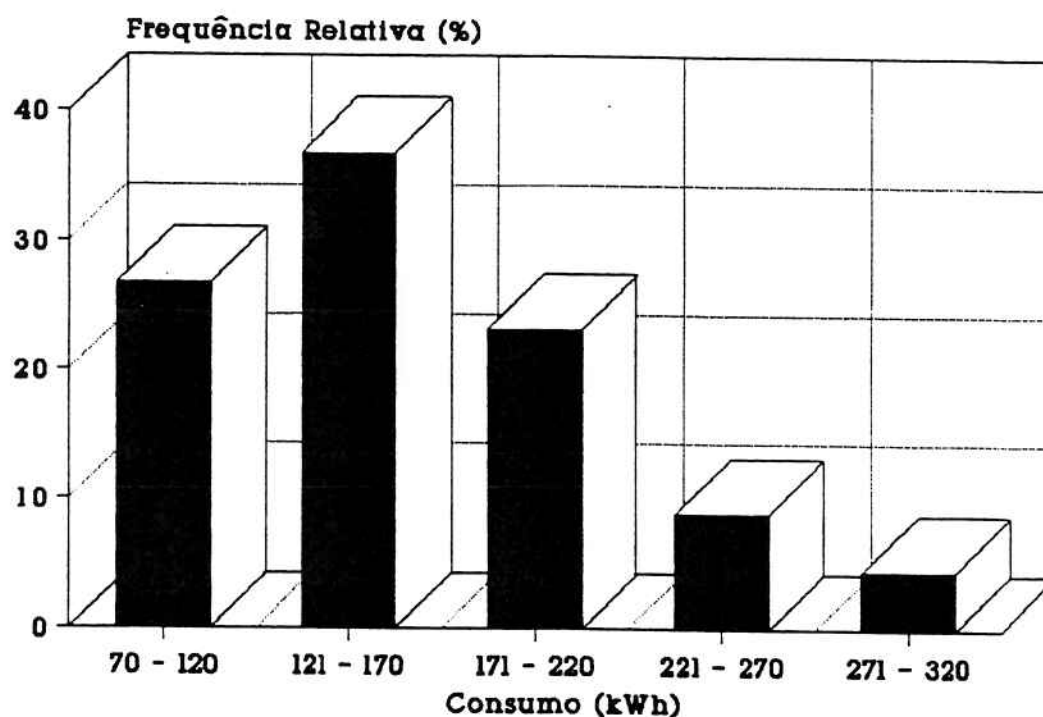


Figura 3 - Consumo médio mensal de energia elétrica - COHAB/SP - novembro/86 a abril/87

Para estudar o consumo de energia elétrica do aquecimento de água foram utilizadas as curvas de carga do arquivo de medidas. Depois de separada a demanda do chuveiro elétrico, esta foi integrada e extrapolada para a obtenção do consumo mensal, de onde resultou a Figura 4.

O consumo médio com aquecimento de água situou-se em torno de 48



kWh/mês habitação. representando 32% do consumo global. o que está de acordo com os trabalhos de outros autores citados no item anterior.

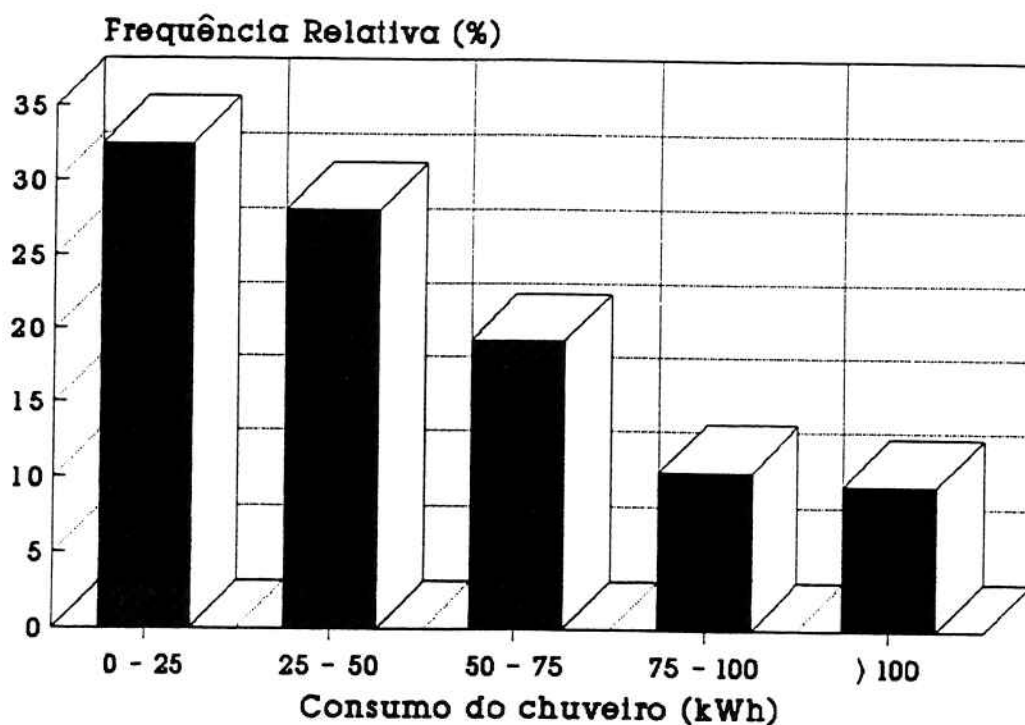


Figura 4 - Consumo mensal do chuveiro elétrico  
- COHAB/SP - 1988

Conforme já discutido, a outra variável energética importante é a demanda de energia elétrica no setor residencial. Inclusive, pelo reconhecimento da sua importância nas habitações de interesse social pesquisadas, a demanda recebeu um estudo mais profundo do que o consumo. O que se segue é uma parte do tratamento dos dados desta variável.

#### 4 - DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA

A maioria das curvas de carga dos apartamentos apresentou trechos semelhantes ao da Figura 5, que pertence a um dos apartamentos medidos. Aparece aí o caso mais comum de potência nominal do chuveiro, de 4.4 kW, tendo nas abscissas o tempo em minutos e, nas ordenadas, as demandas correspondentes.

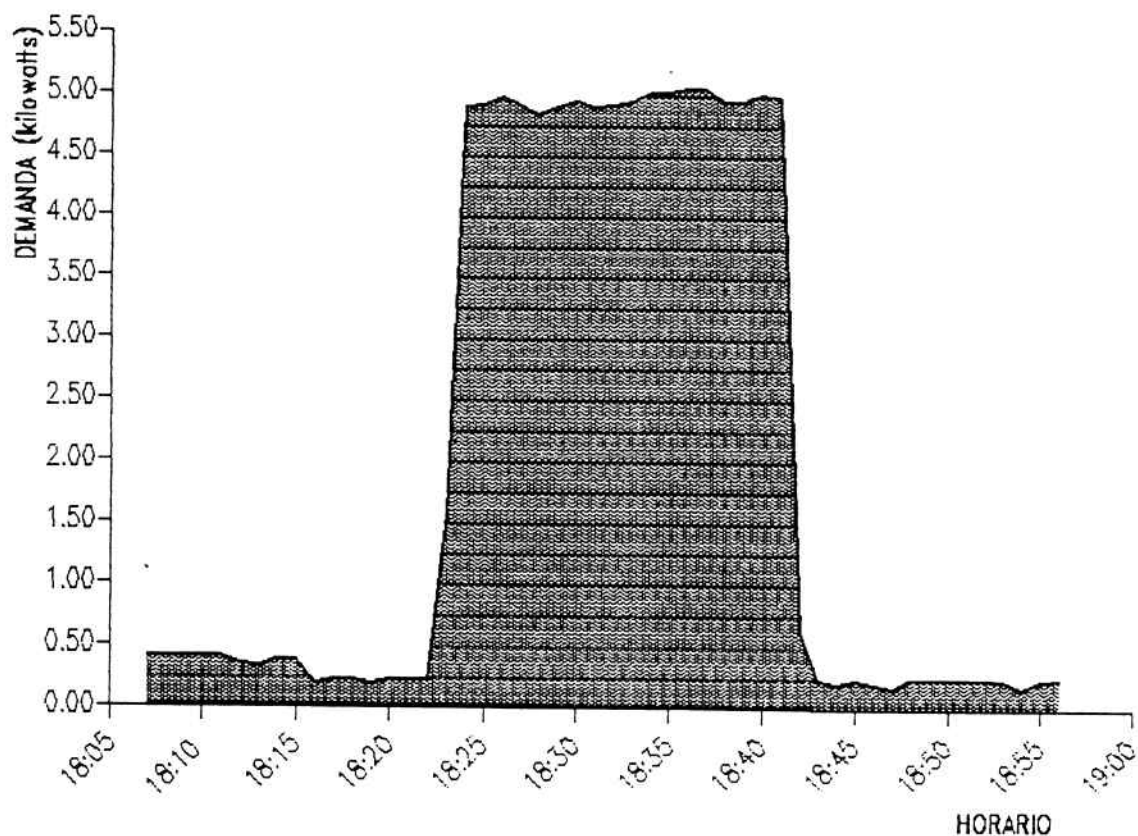


Figura 5 - Influência do chuveiro elétrico na curva de carga -  
- COHAB/SP - 1988 -

Executando um programa que integrava a curva de carga para cada apartamento, separava os resultados para cada hora do dia e depois calculava os valores médios, obteve-se a Figura 6.

Constatou-se que as demandas médias em dias úteis e em fins de semana não possuem diferenças significativas. Assim, optou-se pela apresentação dos valores em dias úteis que são ligeiramente mais elevados, sendo as médias horárias de toda a semana:

- demanda horária média com chuveiro = 0.225 kW;
- demanda horária média sem chuveiro = 0.169 kW.

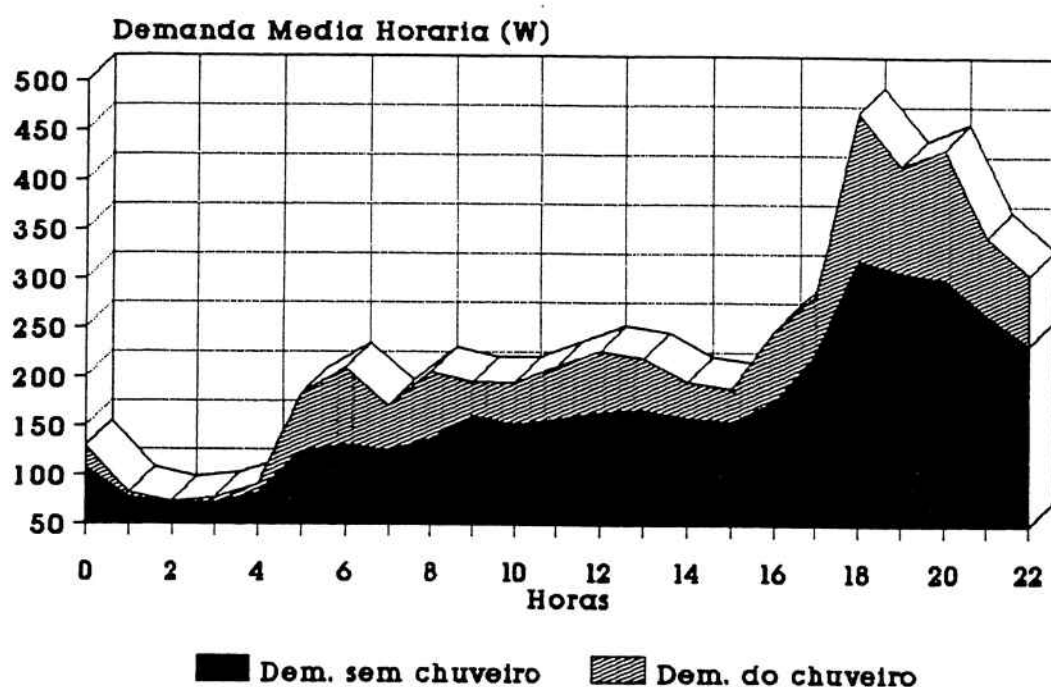


Figura 6 - Demanda Média Horária • destaque da demanda do chuveiro em dias úteis- COHAB/SP - 1988-

Em primeiro lugar, é necessário reconhecer, a partir da leitura da Figura 6, que o período de ponta existe independentemente do aquecimento de água através de energia elétrica. Em segundo, que a participação desta utilização de energia é significativa, atingindo 47% da demanda média entre as 18:00 e 19:00 horas. Este

valor é muito próximo dos 50% citado anteriormente, conforme pesquisa em estrato de consumo de energia elétrica entre 501 e 1000 kWh mensais.

Mesmo a demanda média destas habitações, sem o chuveiro, começa a ultrapassar o valor médio (0.169 kWh) a partir das 16 horas, estendendo-se até às 24 horas. Este fenômeno não ocorre para nenhum outro período do dia para as habitações analisadas.

Porém, a demanda média do chuveiro, de 0,056 kWh, não é ultrapassada, de modo aproximado, em três períodos do dia: entre 0 e 5, 9 e 12 e entre 13 e 16 horas. Estas depressões da curva de carga estão de acordo com as afirmações dos moradores sobre os períodos de ocorrência de banhos e podem subsidiar uma alternativa para o aquecimento de água, ainda com o emprego do vetor energético eletricidade, a fim de atenuar a demanda que cabe a este uso final. A demanda média global somente é ultrapassada entre 12 e 13 e entre 16 e 24 horas.

Reunindo as observações feitas acima, pode-se dizer que há três momentos do dia preferidos para o banho e que a maior simultaneidade de utilização entre chuveiro e outros aparelhos elétricos ocorre no período de ponta. O estudo deste tema é realizado atualmente no contexto de programas de gerenciamento da demanda. Para uma melhor conceituação deste tópico e de seus objetivos, ver [GELLINGS, 1985].

Para equacionar a demanda em termos de valores de corrente

elétrica e respectivas durações. os dados medidos em campo foram processados de modo a obter-se a Figura 7. No eixo das ordenadas encontram-se as durações em minutos e. nos das abscissas. as correntes em Amperes.

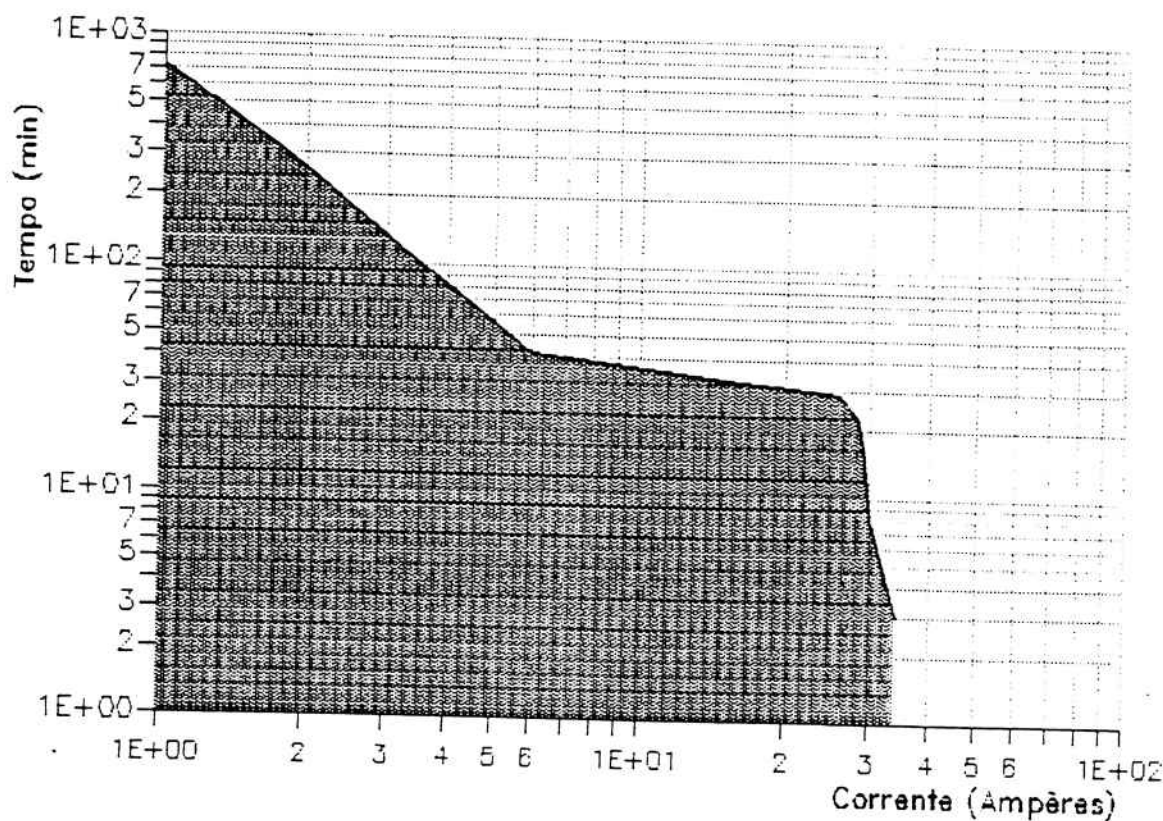


Figura 7 - Curva Tempo-Corrente dos apartamentos da COHAB/SP - 1988

A curva da figura acima pode ser utilizada por projetistas de instalações elétricas desta tipologia de habitação, para atingir uma maior precisão no dimensionamento de condutores e de dispositivos de proteção, do que através do emprego de fatores de demanda genéricos. No entanto, ela pode ser mais interessante para o estudo de programas de gerenciamento da demanda de concessionárias de energia elétrica.

## 5 - GERENCIAMENTO DA DEMANDA E TECNOLOGIAS DE AQUECIMENTO DE ÁGUA

No que diz respeito à demanda, a preocupação tem sido colocada em segundo plano no Brasil. Os dados coletados demonstraram a liberdade do usuário a este respeito e, para confirmar o fato, basta observar a tônica no consumo das campanhas de conservação efetuadas pelos meios de comunicação e dirigidas ao grande público.

Porém, a Itália, país classificado no grupo dos desenvolvidos, estabelece uma demanda contratada para o setor residencial de 4 kW [Graça, 1990]. Apenas 3.5% dos apartamentos da COHAB/SP estariam aptos a se enquadrarem em tal esquema.

Conforme já constatado sobre o chuveiro elétrico, trata-se de um equipamento de baixo custo e da forma encontrada pelas camadas de menor renda da população, no Brasil, para ter acesso a esta forma de conforto que é a água quente. O grande problema do chuveiro é para o sistema de produção de energia elétrica.

Se a demanda de 4.4 kW do chuveiro, a mais comum, é motivo para preocupação, que dizer então se a tendência for a da generalização do aparelho de 7.0 kW, existente mesmo em habitações de interesse social? A resposta passa pelo estudo de outras formas de aquecimento de água e pela análise de viabilidade de cada uma delas, tendo-se em vista não apenas as necessidades implícitas nas cifras do déficit habitacional, mas também as das edificações já existentes.

A situação que o país atravessa hoje é propícia a políticas de gerenciamento da demanda aplicadas ao aquecimento de água, seja pela necessidade de melhores resultados econômicos para o Sistema Elétrico, seja pelo fato de que muito ainda está por ser feito, particularmente a construção de moradias, ao contrário dos países desenvolvidos, onde medidas de conservação de energia implicam em destruir o que já está feito, em grau muito maior.

De nada adianta, entretanto, pensar em medidas de conservação de energia sem o princípio de cooperação entre instituições que, de uma maneira ou de outra, estão relacionadas com o problema. Estas instituições são as concessionárias de eletricidade e de gás, os órgãos de planejamento e de financiamento de habitações, prefeituras e mesmo os poderes executivos e legislativos.

Entre concessionárias de vetores energéticos distintos, a troca de informações e atuação conjunta são necessárias para a política de substituição da eletricidade por gás natural para o aquecimento de água nos grandes centros urbanos, por exemplo. Aliás, esta diversificação na matriz energética aparece como uma das principais conclusões deste trabalho, porque o aquecedor de passagem a gás é o equipamento de menor custo como alternativa ao chuveiro elétrico. A instalação deste equipamento na área de serviço, muito próxima do banheiro e da cozinha, implica em custos para o proprietário próximos do custo do chuveiro para o sistema de produção de energia elétrica.

Como esta alternativa não é generalizável para todo o território

nacional, é inexorável a continuidade do emprego de eletricidade para o aquecimento de água. Neste contexto, o objetivo principal é o deslocamento de carga com o armazenamento de energia térmica no período fora de ponta.

O aquecedor de acumulação elétrico também pode ser instalado na área de serviço do apartamento, com pequenos trechos de tubulação de material nobre. Embora com custos mais elevados do que o aquecedor de passagem a gás, ele não requer tubulações de materiais nobres ao longo de toda a fachada do edifício e aproveita instalações elétricas já existentes, podendo ter estes custos reduzidos a partir de sua produção em escala.

No entanto, o aquecedor de acumulação elétrico, para atender a um objetivo de deslocamento de carga, precisa ser dotado de *timer*. Se concebido exclusivamente para o fornecimento de água quente para banhos, a localização deste aquecedor pode ser o banheiro ou área de serviço, com a consequente minimização de tubulação de materiais nobres, parte esta da instalação responsável também pelas perdas de calor.

Tanto o aquecedor de passagem a gás como o aquecedor de acumulação elétrico prestam-se também ao objetivo de preenchimento de vale. O ponto de utilização mais provável para a extensão do uso de água quente, neste caso, é a pia da cozinha, embora o lavatório não deva ser completamente descartado.

Não obstante ser o preenchimento de vale um objetivo mais distante



do que o deslocamento de carga, deve-se atentar para dois aspectos: em primeiro lugar o preenchimento de vale pode ser utilizado como motivação dos usuários para a participação em um programa de gerenciamento da demanda, à medida em que contém implícito em si uma melhoria de conforto.

Em segundo lugar, é preferível que os patamares de consumo aumentem com o preenchimento de vale controlado pela concessionária, do que a extensão do uso de água quente a novos pontos de utilização ocorra por conta do usuário, ou melhor, ao acaso.

Mesmo os equipamentos mencionados não escapam ao objetivo de conservação estratégica, que está relacionado à melhoria de suas eficiências. Entende-se que tais equipamentos, de tecnologia convencional, estão a poucos passos de sua aplicação imediata. Estes passos são: a eficiência, o *timer* no caso do aquecedor de acumulação elétrico e o processo de padronização do desempenho e certificação de qualidade para todos os equipamentos.

Entretanto, o aprofundamento da conservação estratégica está relacionado com objetivos de médio e longo prazos. Ao que tudo indica, haverá um dia em que as tecnologias convencionais com base exclusiva em fontes escassas de energia serão superadas pelos coletores solares e bombas de calor para aquecimento de água. Infelizmente, devido aos atrasos tecnológicos e custos elevados, estas tecnologias não se constituem hoje em uma alternativa viável para as habitações de interesse social.

Pois bem, é reconhecido que o modelo de aquecimento de água no país não é dos mais eficientes, mas esbarra-se no problema de custos na análise de qualquer alternativa. Mesmo assim, são possíveis soluções de curto e longo prazos, desde que todas as instituições relacionadas ao assunto possam colaborar.

Por um lado, é conhecido entre os especialistas em conservação de energia o fato de que os custos de uma medida de conservação são menores em uma edificação a construir do que na sua implantação em uma edificação em uso. Por outro lado, a elevada porcentagem de habitações de interesse social, que compõem o déficit habitacional no país, terá necessidade de um processo de financiamento, conforme já tem ocorrido. O encontro destes dois fatos é a modesta vantagem de um país em desenvolvimento em relação a um país desenvolvido, no que se refere à conservação de energia.

Assim, quem pode conhecer os detalhes de uma política de gerenciamento da demanda, voltada para deslocamento de carga no aquecimento de água, é a concessionária. E quem pode dar seu aval a esta política, facilitando o financiamento de novas habitações com aquecedor de passagem a gás ou aquecedores de acumulação elétricos, é a Caixa Econômica Federal. O custo do novo sistema de aquecimento fica diluído no custo da habitação como um todo, não encontrando resistências por parte do mutuário.

Nessa perspectiva de desenvolvimento contínuo, de prazos mais longos, há um lugar para a tecnologia emergente dos coletores solares como forma de pré-aquecimento de água. Como esta

modalidade já se encontra difundida, mesmo que de modo incipiente, ela não precisa ficar restrita aos laboratórios, mas pode também ser implantada em edificações habitacionais destinadas a famílias com rendas mais elevadas, e sujeitas aos processos de financiamento, onde o custo do equipamento significa muito pouco perante o custo total.

Para qualquer destas formas de aquecimento de água, mesmo em uso nas edificações, é necessária a monitoria dos órgãos de pesquisa, sob o risco, caso contrário, de uma delas cair em descrédito, conforme já ocorreu. Por fim, a bomba de calor, entre as mais avançadas tecnologias de aquecimento de água, é também a mais desconhecida. Por isto requer ainda um tempo de maturação em laboratórios, para depois ter sua implantação nas edificações residenciais.

Como os conjuntos habitacionais pertencem à categoria dos empreendimentos públicos, cabe às companhias de habitação a exigência e controle de qualidade do projeto e da execução de sistemas de aquecimento de água voltados para a conservação de energia, mesmo de coletores solares, em programas experimentais monitorados em um pequeno número de prédios.

Uma tal iniciativa não seria onerosa para os usuários, pois, além de ser amortizada ao longo do financiamento da habitação, haveria uma redução de kWh na conta de energia. Seria também de interesse dos fabricantes de aquecedores a gás e de chuveiros elétricos, no sentido do desenvolvimento tecnológico de seus produtos. Enfim,

poderia contar com a participação das concessionárias e dos pesquisadores em conservação de energia.

De modo algum pretendeu-se, com estas menções a diferentes vetores energéticos e tecnologias, tratar a contento as possibilidades do aquecimento de água nas habitações de interesse social. Há, porém, um outro enfoque para controlar a demanda de energia elétrica em habitações, que é discutido a seguir.

## 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há pelo menos duas maneiras de atacar o problema da demanda. Por um lado, a trilha percorrida neste trabalho consistiu em verificar o uso final de energia elétrica de maior participação na demanda no período de ponta, que é o aquecimento de água, e aventar possibilidades de sua atenuação, através da substituição de vetores energéticos e de equipamentos.

Por outro lado, é possível diminuir a demanda no período de ponta através da modulação de carga, que consiste na transferência da utilização da própria energia elétrica neste período para outros, de modo a obter uma melhor distribuição de carga ao longo do dia.

Em toda habitação ligada à rede elétrica, existe pelo menos um dispositivo de proteção, que pode vir a ser útil para o controle da demanda. Tais dispositivos são os disjuntores e os dispositivos fusíveis, estes de diversos tipos, ambos destinados a interromper correntes de curto-circuito e sobrecorrentes. Esta segunda função

dos dispositivos de proteção interessa à conservação de energia.

A idéia básica consiste em iniciar uma padronização de demandas e respectivas adequações de dispositivos de proteção, em termos de suas correntes nominais, visando o contrato entre concessionária e usuário, que estipule um valor de demanda e uma tarifação proporcional. A Figura 7, apresentada anteriormente, consiste em uma referência para o estudo de uma tal padronização.

Tal proposição não implica em um único valor de demanda para o setor residencial, nem em uma redução arbitrária do nível de conforto da população. Qualquer demanda hoje existente podera continuar, apenas sera controlada pela corrente nominal do dispositivo de proteção, que corresponde a um determinado nível de conforto desejado e, por isto, os maiores valores terão as tarifas de consumo de energia elétrica multiplicadas por coeficientes maiores do que um.

Do ponto de vista de conservação de energia, a força didática do controle da demanda é muito maior do que o efeito produzido pelas campanhas através de meios de comunicação. Enquanto que para estas últimas o usuário apenas ouve ou vê passivamente uma mensagem no rádio ou imagem no televisor, com o controle da demanda ele passará a computar as potências nominais de seus aparelhos elétricos, para evitar um corte mesmo que momentâneo de energia elétrica. Ele saberá que a simples possibilidade de acionamento simultâneo de muitos aparelhos terá um custo maior no final do mês.

Este procedimento, também uma maneira de obter divisas para o sistema de produção de energia elétrica, tem sua maior dificuldade de implantação do ponto de vista legal. Pois, pelo menos da parte dos disjuntores, hoje existe uma padronização de desempenho razoavelmente assegurada. Quanto à fiscalização, não é tarefa difícil, pois o leiturista da concessionária, que visita mensalmente a habitação, pode verificar a corrente nominal do dispositivo de proteção e se ocorreu troca.

Não apenas o aquecimento de água através de aparelhos elétricos com potência nominal cada vez mais elevada teria um desestímulo, despertando a consciência da população para o uso racional, mas também seria incentivado o desenvolvimento tecnológico, o principal componente de uma política de conservação de energia a longo prazo.

Enfim, espera-se que este trabalho contribua para a troca de idéias, entre técnicos e autoridades, a respeito dos melhores caminhos para esta atividade que não tem fim, que é a conservação de energia. As propostas lançadas tiveram como princípio a busca da racionalidade, que surge primeiramente entre os especialistas, mas que significa muito pouco para o país se não for uma prática da sua população.

## 7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01 - ALBUQUERQUE, M. C. C. Habitação Popular: Avaliação de propostas de reformulação do sistema financeiro da habitação. São Paulo, 1985 - Relatório da EAESP/Fundação Getulio Vargas.
- 02 - AROUCA, M. C. Análise da demanda de energia no setor residencial no Brasil. Rio de Janeiro, 1982. 76 p. Dissertação (Mestrado) - Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- 03 - ESCOLA POLITÉCNICA DA USP - PCC/ CAIXA ECONÔMICA FEDERAL-DEPEA. Estabelecimento dos fatores de demanda de energia elétrica para o dimensionamento das instalações elétricas de unidades habitacionais de interesse social. São Paulo, dezembro/1989 - Relatório Final da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- 04 - BORNSSEN, O. Programas e experiências em conservação de energia elétrica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL - CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. Rio de Janeiro, 1988. Anais. Rio de Janeiro. PROCEL/ELETROBRÁS, 1988. p. 82-92.
- 05 - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Nova Tarifa de energia elétrica: metodologia e aplicação. Brasília, 1985.
- 06 - FURUGAKI, I. Programas e experiências em conservação de energia elétrica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL - CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. Rio de Janeiro, 1988. Anais. Rio de Janeiro. PROCEL/ELETROBRÁS, 1988. p. 58-79.
- 07 - GELLINGS, C. W. The Concept of Demand-Side Management for Electric Utilities. Proceedings of the IEEE. v. 73, N<sup>o</sup> 10, p. 1468-1470. october/1985.
- 08 - GRAÇA, G. M. G. A conservação de energia e o terceiro mundo. Revista Brasileira de Energia. v. 1, n<sup>o</sup> 2. p. 54-76. 1990.
- 09 - KETOFF, A. Programas e experiências em conservação de energia elétrica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL - CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. Rio de Janeiro, 1988. Anais. Rio de Janeiro. PROCEL/ELETROBRÁS, 1988. p. 98-109.
- 10 - MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Balanco Energético Nacional. Brasília, 1988.
- 11 - PAES, S. F. B. Conservação de energia no setor comercial. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL - CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. Rio de Janeiro, 1988. Anais. Rio de Janeiro. PROCEL/ELETROBRÁS, 1988. p. 34-53.

- 12 - PRADO, R. T. A. Gerenciamento da Demanda e Consumo de Energia Elétrica para Aquecimento de Água em Habitações de Interesse Social. São Paulo, 1991. 226 p. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- 13 - REDDY, A. K. N.; GOLDEMBERG, J. Energy for a Developing World. Scientific American, v. 263, N<sup>o</sup> 3. Special Issue. p. 63-72, September/1990.
- 14 - WILHEIM, J. Consultores Associados; CEE-SP; CESP; CPFL; ELETROPAULO. Consumos Residenciais de Energia. São Paulo. 1985 - Relatório Final, v. IV, , item 4.2.



- BT 01.A/86 - Ação do Incêndio sobre as Estruturas de Concreto Armado / The Effect of Fire on Reinforce Concrete - FRANCISCO R. LANDI
- BT 01.B/86 - Ação do Incêndio sobre as Estruturas de Aço / The Effect of Fire on Steel - FRANCISCO R. LANDI
- BT 02/86 - Argamassas de Assentamento para Paredes de Alvenaria / Resistent Masonry Mortar for Structural Brickwork - FERNANDO H.SABBATINI
- BT 03/86 - Controle de Qualidade do Concreto / Quality Control of the Concrete - PAULO R. L. HELENE
- BT 04/86 - Fibras Vegetais para Construção Civil - Fibra de côco Vegetable Fibres for Building - . Coir Fibras - HOLMER SAVASTANO JR
- BT 05/86 - As Obras Públicas de Engenharia e a sua Função na Estruturação da Cidade de São Paulo/The Public Works of Civil Engineering and its Function on Structuring the City of São Paulo - WITOLD ZMITROWICZ
- BT 06/86 - Patologia das Construções. Procedimentos para Diagnóstico e Recuperação / Building B.Pathology. Diagnosis and Recovering Procedures - N.LICHTENSTEIN
- BT 07/86 - Medidas Preventivas de Controle de Temperatura que Induz Fissuração no Concreto Massa / Preventive Mesurements to Control the Temperature wich Produces Cracking in Mass Concrete - GEORGE INOUE
- BT 08/87 - O Computador e o Projeto do Edifício / The Computer and The Building Design - FRANCISCO F.CARDOSO
- BT 09/87 - Porosidade do Concreto / Concrete Porosity - VICENTE C.CAMPITELI
- BT 10/87 - Concretos Celulares Espumosos / Lightweight Concrete: Foam Concrete - OSWALDO FERREIRA
- BT 11/87 - Sistemas Prediais de Distribuição de Água Fria - Determinação das Vazões de Projeto / Building Cold Water Supply Systems - Design Flowrates Determination - MOACYR E.A. GRAÇA, ORESTES GONÇALVES
- BT 12/87 - Estabilização de Solos com Cimentos Pozolânicos / Soil Stabilization with Pozzolanic Cements - ALEX KENYA ABIKO
- BT 13/87 - Vazões de Projeto em Sistemas Prediais de Distribuição de Água Fria - Modelo Probabilístico para Microcomputadores / Design Flowrates in Building Cold Water Supply System - Probabilistic Model for Microcomputers - MOACYR E.A. GRAÇA, ORESTES GONÇALVES
- BT 14/87 - Sistemas Prediais de Coleta em Esgotos Sanitários: Modelo Conceitual para Projeto / Building Drainage Systems: A Conceptual Approach for Design - MOACYR E.A. GRAÇA, ORESTES GONÇALVES
- BT 15/87 - Aplicação do Método de Simulação do Desempenho Térmico de Edificações / Application of Building Thermal Performance Method - VIRGINIA ARAUJO
- BT 16/87 - A Representação do Problema de Planejamento do Espaço em Sistemas de Projeto Assistido por Computador / Space Planning Problem Representation on Computer Aided Design Systems - M.C.R.BELDERRAIN
- BT 17/87 - Aspectos da Aplicabilidade do Ensaio de Ultra-Som em Concreto / Aplicability of Ultra Sound Test in Concrete - L.T.HAMASSAKI
- BT 18/87 - O uso da Grua na Construção do Edifício / The Use of The Tower Crane in Building - N.B.LICHTENSTEIN
- BT 19/87 - A Adição de Fibras em Concreto de Baixo Consumo de Cimento e Análise da Fissuração devido à Retração / Fibre Reinforcement for Low Cement Contend Concretes and Analysis of Their Cracking due to Shrinkage - FRANCISCO DANTAS, VAHAN AGOPYAN
- BT 20/88 - Desempenho de Alvenaria à Compressão / Compression Performance of Masonry - LUIZ SÉRGIO FRANCO
- BT 21/88 - A Análise dos Liminares em Planejamento Urbano / Threshold Analysis in Urban Planning - JOSÉ L.C. RONCA, WITOLD ZMITROWICZ
- BT 22/88 - O Solo Criado - Sistemática para Avaliação do Preço / Systematic Procedures to Appraise the Value of a "Created Lot" - JOÃO R. LIMA JR.
- BT 23/90 - O Conceito de Taxa de Retorno na Análise de Empreendimentos (Uma Abordagem Crítica) / A Rate of Return in Projetc Analysis (A Critical Approach to the Problem) - JOÃO R. LIMA JR.
- BT 24/90 - (BE 01/87): Carta de Brasília - FIGUEIREDO FERRAZ
- BT 25/90 - O Preço das Obras Empreitadas - análise e modelo para sua formação / The Price in Construction - analysis and a simulator for calculation - JOÃO R. LIMA JR.
- BT 26/90 - Sistemas de Informação para o Planejamento na Construção Civil -Gênese e Informatização - Information Systems for Planning in Civil Engineering - Genesis and Computer Aid Systems - JOÃO DA ROCHA LIMA JR.
- BT 27/90 - Gerenciamento na Construção Civil - Uma Abordagem Sistêmica / Construction and Business Management in Civil Engineering - A Systemic Approach - JOÃO R. LIMA JR.

- BT 28/90 - Recursos para Empreendimentos Imobiliários no Brasil - Debêntures e Fundos / Funds Real State Developments in Brasil - Debentures & Mutual Funds - JOÃO R. LIMA JR.
- BT 29/90 - O Desenvolvimento Urbano: A Europa não Romana / Urban Development: Non-Roman Europe - WITOLD ZMITROWICZ
- BT 30/91 - Avaliação do Risco nas Análises Econômicas de Empreendimentos Habitacionais / Risk Analysis in Economic Evaluation for Residential Building Projects - JOÃO R. LIMA JR.
- BT 31/91 - Tendências Atuais na Formação dos Engenheiros Cíveis - O Vetor da Modernidade e a Abordagem do Gerenciamento Cível / Engineering Graduation Tendencies Modern Trends and Business Administration Teaching - JOÃO R. LIMA JR.
- BT/PCC/32 - Desenvolvimento de Métodos, Processos e Sistemas Construtivos - FERNANDO SABBATINI, VAHAN AGOPYAN
- BT/PCC/33 - A Laje Composta na Construção Cível - UBIRACI E.L.SOUZA, VAHAN AGOPYAN
- BT/PCC/34 - Formulação de Modelo Computacional para Análise de Redes de Hidrantes - LUIZ B.M. LATERZA, ORESTES GONÇALVES
- BT/PCC/35 - Resistência ao Fogo de Estruturas de Aço de Edifícios: Quando É Possível Empregar Perfis sem Proteção - SÍLVIO B. MELHADO, VAHAN AGOPYAN
- BT/PCC/36 - Shopping Centers: Uma Abordagem do Dimensionamento do Potencial e das Áreas de Venda - ELIANE MONETTI, JOÃO R. LIMA JR.
- BT/PCC/37 - Alternativas de Projeto de Instalações Prediais de Gás em Edificações Habitacionais EDUARDO IOSHIMOTO, ORESTES GONÇALVES
- BT/PCC/38 - Estudo dos Parâmetros Relacionados com a Utilização de Água Quente em Edifícios Residenciais - MARINA S. O. ILHA, ORESTES GONÇALVES
- BT/PCC/39 - Dosagem de Argamassas de Cimento Portland e Cal para Revestimento Externo de Fachada dos Edifícios - SÍLVIA M. S. SELMO, PAULO R. L. HELENE
- BT/PCC/40 - Estudo das Correlações entre Resistências à Compressão de Paredes e Prismas de Alvenaria Estrutural Cerâmica Não Armada Submetidos a Esforços de Compressão Axial - MÔNICA SIBYLLE KORFF MULLER, VAHAN AGOPYAN
- BT/PCC/41 - Perspectivas de Superfícies Polidédricas Auxiliadas por Computador - ANA MAGDA A. CORREIA, SÉRGIO F. GONTIJO DE CARVALHO
- BT/PCC/42 - Estudo do escoamento em Condutos Horizontais de Sistemas de Coleta de Esgotos Sanitários de Edifícios Residenciais - LÚCIA HELENA DE OLIVEIRA, ORESTES M. GONÇALVES
- BT/PCC/43 - Estudos da Microestrutura da Zona de Transição entre a Pasta de Cimento e o Agregado - VLADIMIR ANTONIO PAULON, PAULO J. M. MONTEIRO
- BT/PCC/44 - Tecnologia de Produção de Contrapisos para Edifícios Residenciais e Comerciais - MERCIA MARIA S. BOTTURA DE BARROS, FERNANDO H. SABBATINI
- BT/PCC/45 - Crescimento Populacional, Urbanização e Desenvolvimento - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- BT/PCC/46 - A Concentração Urbana e as Implicações Ambientais - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- BT/PCC/47 - Usos, Funções e Propriedades das Argamassas Mistas Destinadas ao Assentamento e Revestimento de Alvenarias - FREDERICO AUGUSTO MARTINELLI, PAULO R. L. HELENE
- BT/PCC/48 - A Influência da Relação Água-Gesso nas Propriedades Mecânicas do Fibrogesso - IVANA S. S. DOS SANTOS, VAHAN AGOPYAN
- BT/PCC/49 - Controle de Qualidade na Indústria de Pré-fabricados - PÚBLIO P. F. RODRIGUES, VAHAN AGOPYAN
- BT/PCC/50 - Urbanização e Controle de Enchentes - O Caso de São Paulo: Seus Conflitos e Inter-relações - MARIA DE S. B. OSTROWSKY, WITOLD ZMITROWICZ
- BT/PCC/51 - Industrialização da Construção e Argamassa Armada: Perspectivas de Desenvolvimento - PAULO E. F. de CAMPOS, JOÃO B. de HANAI
- BT/PCC/52 - As Áreas Habitacionais Populares nas Cidades Médias Paulistas: O Caso de Limeira - SÍLVIA A. M. GONÇALVES PINA, SUZANA P. TASCHNER
- BT/PCC/53 - As Relações entre a Legislação de Uso e Ocupação do Solo e o Espaço Urbano Local: Subsídios para o Planejamento de Bairros - ISaura R. F. PARENTE CAMPANA, CÂNDIDO MALTA C. FILHO
- BT/PCC/54 - Janelas de PVC Rígido: Características da Qualidade - VERA DA CONCEIÇÃO FERNANDES, VAHAN AGOPYAN
- BT/PCC/55 - Um Ensaio Acelerado para a Previsão da Resistência à Compressão do Cimento Portland Comum Utilizando Energia de Microondas - EMIR CESAR MAIDA, VAHAN AGOPYAN
- BT/PCC/56 - Sensoriamento Remoto Via Orbital Aplicado a Estudos Urbanos - MARIA AUGUSTA JUSTI PISANI, WITOLD ZMITROWICZ
- BT/PCC/57 - Controle do Desenvolvimento através da Determinação de Padrões Espaciais Urbanos - VERA LÚCIA BLAT MIGLIORINI, GILDA COLLET BRUNA

- BT/PCC/58 - Avaliação Experimental da Corrosão de Armaduras em Concreto Utilizando a Técnica de Medida dos Potenciais de Eletrodo - OSWALDO CASCUDO MATOS, PAULO ROBERTO DO LAGO HELENE
- BT/PCC/59 - Gerenciamento da Demanda e Consumo de Energia Elétrica para Aquecimento de Água em Habitações de Interesse Social - RACINE TADEU ARAUJO PRADO, ORESTES MARRACCINI GONÇALVES

