

POLÍTICAS públicas de energia

*Levantamento da curva de
demanda de energia elétrica de
uma comunidade de baixa renda
como um elemento de análise
para o desenho de políticas
públicas de energia*

ENGENHARIA
ENERGIA

89

ENGENHARIA/2007
580

VICTÓRIO OXILIA*

FÁBIO ROMERO**

ROBESPIERRE SENTELHAS***

O objetivo geral do presente trabalho é demonstrar a utilização de uma ferramenta para o levantamento e análise da curva de demanda de energia elétrica de uma população, e também como essa ferramenta poderia ser utilizada para a formulação de políticas públicas de energia. Neste caso particular, para a população de baixa renda. A ferramenta, denominada Pufe (Pesquisa de Usos Finais de Energia), foi desenvolvida no Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da USP, PIPGE-USP. Cabe, porém, esclarecer que não se busca validar tal ferramenta, nem realizar um estudo de hábitos de consumo, uma vez que a pesquisa é bastante limitada no que tange ao tamanho da amostragem. Procura-se, sim, contribuir com a discussão sobre elementos de tomada de decisão seja para desenhos de política com relação à população de baixa renda e o acesso aos serviços energéticos, ou para os programas de regularização implementados por concessionárias de distribuição elétrica.

Com relação a esses programas de regularização, cabe lembrar o da Light (concessionária de distribuição de energia elétrica do Rio de Janeiro), que vem impulsionando, desde 1998, uma das ações comunitárias de maior alcance realizadas no país, no marco do Programa de Normalização de Áreas Informais - Pronai. Outro exemplo que cabe mencionar é o programa de eficiência de energia elétrica com a população de baixa renda, desenvolvido pela Compa-

nhia de Eletricidade do Estado da Bahia, Coelba. Em particular, cabe lembrar também o programa iniciado recentemente pela AES Eletropaulo, posto que foi estabelecido um contato com a empresa após a realização da pesquisa.

Com o objetivo de delimitar o contexto, serão apresentadas algumas considerações sobre a população de baixa renda e o acesso aos serviços públicos, em particular a energia elétrica. Posteriormente, será detalhada a ferramenta de levantamento e tratamento de dados da pesquisa de campo e serão apresentados os resultados da pesquisa realizada no Jardim São Remo, na zona oeste da cidade de São Paulo.

Um dos objetivos deste trabalho é a demonstração de como se utilizar os resultados visando o desenho das políticas públicas. Com base nisto, será apresentado, ao final do trabalho, um exercício sobre a substituição de fontes de energia (eletricidade por gás no aquecimento de água) e serão tecidas algumas conclusões com base nesses resultados e na discussão destes com altos executivos e técnicos da Comgás e da AES Eletropaulo.

Finalmente, deve ser mencionado que o presente trabalho foi realizado no marco das atividades acadêmicas da disciplina Usos Finais e Demanda de Energia, ministrada pelo Prof.º Dr.º Ildo Sauer e sua equipe docente, no Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo (PIPGE/USP).

A POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA EM SÃO PAULO E O ACESSO AOS SERVIÇOS PÚBLICOS

A questão do acesso aos serviços de energia por parte da população de baixa renda vem preocupando muitos governos da América Latina, região

onde as desigualdades sociais e do acesso aos serviços modernos de energia, água potável, tratamento de esgotos e telecomunicações, ainda afetam uma parcela considerável da população (população mais pobre).

Conforme Francisco de Oliveira (1975), a pobreza está identificada com a exclusão de uma parte da população dos frutos do crescimento econômico. Exclusão é não poder ter acesso às condições dignas que oferece a vida moderna. Por sua vez, para Amartya Sen, o desenvolvimento humano se identifica com um processo de expansão das liberdades das pessoas. Este autor identifica cinco "liberdades instrumentais": a) liberdade política; b) facilidades econômicas; c) oportunidades sociais; d) garantias de transparência e; e) segurança protetora (Sen, 2001: 54). Sauer et. al. (2003:137), ressaltam a relevância da escolha na visão de Sen, como base na crítica à visão utilitarista preconizada pelo enfoque neoliberal e inclusive pelo "welfarismo", segundo o qual a noção de bem-estar está atrelada às realizações concretas, sem levar em conta a escolha.

Assim, faz-se necessário partir do cidadão, de seu entorno, suas escolhas e suas necessidades para desenhar políticas e estratégias orientadas à provisão de serviços públicos para todos os cidadãos. O enfoque deve superar uma visão exclusivamente de mercado,

reducionista do cidadão, no sentido de ver este como mero cliente e, portanto, excluindo àqueles que não podem pagar pelos serviços (Sauer et. al., 2003:139). O ponto central aqui é a inclusão social, mas dentro de uma visão estratégica de conjunto (dos serviços energéticos) orientada por uma racionalidade de eficiência econômica e da energia.

No caso particular da energia elétrica e a população de baixa renda, a problemática de exclusão da população de baixa renda apresenta dois enfoques diferentes, mas muito relacionados entre si: a) existe o caso da população isolada (geralmente em áreas rurais), que se encontra fora do alcance das redes convencionais de abastecimento elétrico, que requerem – em muitos casos – grandes investimentos para realizar a integração às redes ou o desenvolvimento de sistemas isolados; e b) a população inserida nas grandes cidades, seja dispersa geograficamente pela cidade (como é o caso de Rio de Janeiro, por exemplo) ou bem, mais concentrada numa área urbana periférica. Neste segundo grupo, se têm os problemas de um crescimento populacional acelerado e a escassez, por parte da população, dos recursos financeiros suficientes para ter acesso à moradia, educação, saúde, alimentação e os serviços de qualidade que estão disponíveis nas grandes cidades. Para a cidade de São Paulo constitui um assunto social relevante em função do tamanho dessa população. Segundo dados do IBGE, o número de favelas em São Paulo, aumentou 4,6% entre 1991 e 2000 (ver tabela 1).

Na cidade de São Paulo, as favelas cobrem um total de 30,6 quilômetros quadrados da superfície do município e a aglomeração habitacional congrega quase 1,2 milhão de pessoas.

De maneira geral, as regiões Sul e

Tabela 1
Número de favelas no município de São Paulo e no Brasil - 1991 e 2000

Cidade	1991	2000
São Paulo (capital)	585	612
Brasil	3188	3905
SP/Brasil (%)	18,4	15,6

Fonte: IBGE

Sudeste do Brasil apresentam índices relativamente altos no que se refere à satisfação das demandas de serviços básicos para a população (Oliveira, A. de, 2005; Pasternak e Baltrusis, 2001). Porém, mesmo dentro destas regiões e, em particular, nas regiões Nordeste e Centro-Oeste, onde os índices de moradias com iluminação elétrica são os menores do Brasil, ainda existem desigualdades nos acessos aos serviços básicos, razão pela qual um dos pontos cruciais – para o desenvolvimento socioeconômico do país – continua sendo a universalização da eletricidade (Programa Luz para Todos é uma das prioridades do governo federal) e o pagamento do serviço por parte da população de baixa renda (uma legislação que trata da tarifa social foi desenvolvida pelo governo nos últimos anos).

Existem, porém, poucos estudos que fornecem elementos para políticas públicas orientadas a fornecer os serviços energéticos de qualidade à população de baixa renda. Até o momento, a maior parte desses estudos se dirigiu à criação de tarifas especiais de energia elétrica para essa população.

A tarifa social para a população de baixa renda e a reforma do setor

No bojo da Reforma do Estado, cuja pedra de toque foi a Lei 8031/90, deu-se início ao Programa Nacional de Desestatização – PND, marco geral que balizou a paulatina privatização das distribuidoras de energia elétrica em vários estados brasileiros. Para isto, a fim de tornar as distribuidoras mais atraentes para os investimentos estrangeiros, além da facilidade do financiamento por parte dos bancos públicos do Brasil (o que poderia constituir uma das maiores contradições do modelo do setor elétrico da década de 1990)⁽¹⁾, a lógica que orientava a fixação do

valor das tarifas foi modificada. Antes do processo de privatização, estava presente uma visão social na política tarifária: os grandes consumidores pagavam mais pela energia consumida em comparação aos pequenos consumidores e à população de baixa renda, configurando assim uma estrutura tarifária com subsídios cruzados. Isso poderia ser interpretado como uma falta de estímulo para eficiência no consumo de eletricidade, principalmente no setor residencial, mas garantia-se que o serviço essencial fosse fornecido para os consumidores mais pobres, em cumprimento dos princípios da Constituição Federal no que tange à dignidade da pessoa humana, como fundamento da República (Art. 1.º) e ao dever da República de reduzir as desigualdades sociais e regionais (Art. 3.º).

Com a mudança na orientação da

política tarifária instituída por meio da Lei 8631/93 e de acordo com os dados da Aneel⁽²⁾ (<http://www.aneel.gov.br>), a classe de menor consumo de eletricidade (de 0 a 30 kWh/mês), sofreu um aumento real de 321,54%, entre junho de 1994 e agosto de 1999. Conforme apresenta Adilson de Oliveira (2005), em média, as tarifas de eletricidade no Brasil tiveram um aumento real da ordem de 60%, entre 1995 e 2003. *Ceteris paribus*, tendo em conta o nível das tarifas de eletricidade, o consumidor – principalmente o de baixa renda – perdeu com a reforma do setor elétrico no Brasil.

Por outro lado, durante muitos anos depois de iniciada a reforma, se instaurou uma situação pouco clara no que se refere às tarifas sociais. Até dezembro de 2001, as distribuidoras privadas

Tabela 2 - Tarifas do Grupo B – Baixa Tensão (110 a 440V), Resolução nº 165 de 01/07/04 da ANEEL - DOU de 02/07/04 (válida para as leituras a partir de 04/07/04)

Classes	Valor (R\$/kWh)
Residencial Baixa Renda	
Até 30 kWh	0,10533
De 31 a 100 kWh	0,18056
De 101 a 200 kWh	0,27083
De 201 a 220 kWh	0,30094
Residencial kWh	0,30967

Tabela 3 - Valores mínimos mensais (R\$)

	Residencial baixa renda	Residencial tarifa integral	Subgrupo B2 rural	Subgrupo B3 demais classes (com., ind.)
Monofásico (30 kWh)	3,15	9,29	5,78	9,7
Bifásico (50 kWh)	6,76	15,48	9,63	16,17
Trifásico (100 kWh)	15,78	30,96	19,27	32,35

Fonte: AES Eletropaulo

foram as que promoveram os estudos para definir critérios para as tarifas sociais. Não houve por parte do Poder Legislativo, nem por parte da Aneel, a edição de nenhuma normativa que regulasse a situação dos consumidores de baixa renda, tendo como base o novo contexto.

Os critérios vigentes para o tratamento da população de baixa renda

Após a crise energética de 2001, instituiu-se por meio da Medida Provisória 14/2001 (convertida posteriormente na Lei 10438/2002), um critério nacional de baixa renda para os consumidores de eletricidade. Segundo este critério, aqueles que consomem de 0 a 80 kWh/mês são considerados automaticamente de baixa renda e aqueles que consomem de 81 a 220 kWh/mês, desde que possuam ligação monofásica e se

enquadrem nos termos da Resolução 694/2003 da Aneel, podem receber o desconto na tarifa de energia. Estas definições produziram grandes mudanças nas concessionárias de distribuição elétrica; em muitos casos, resultaram até na perda de benefícios para muitos consumidores⁽³⁾.

Essa Resolução da Aneel determina também que, para a obtenção do benefício social de baixa renda, os consumidores devem estar inscritos no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal, ou seja, beneficiários dos programas Bolsa Escola ou Bolsa Alimentação.

Por sua vez, a Lei n.º 10762, de 11 de novembro de 2003, dentre outras diretrizes, deu nova redação ao Art. 13 da Lei n.º 10438, destinando parte dos recursos da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) para promover a universalização do serviço de energia

elétrica e garantir os fundos para a concessão da subvenção econômica aos consumidores integrantes da subclasse tarifária de baixa renda.

Nas tabelas 2 e 3 podem ser observadas as tarifas vigentes no período de tempo correspondente à pesquisa de campo (agosto e setembro de 2004) realizada e na área de concessão da AES Eletropaulo, área na qual se encontra o local pesquisado, conforme se descreve mais adiante.

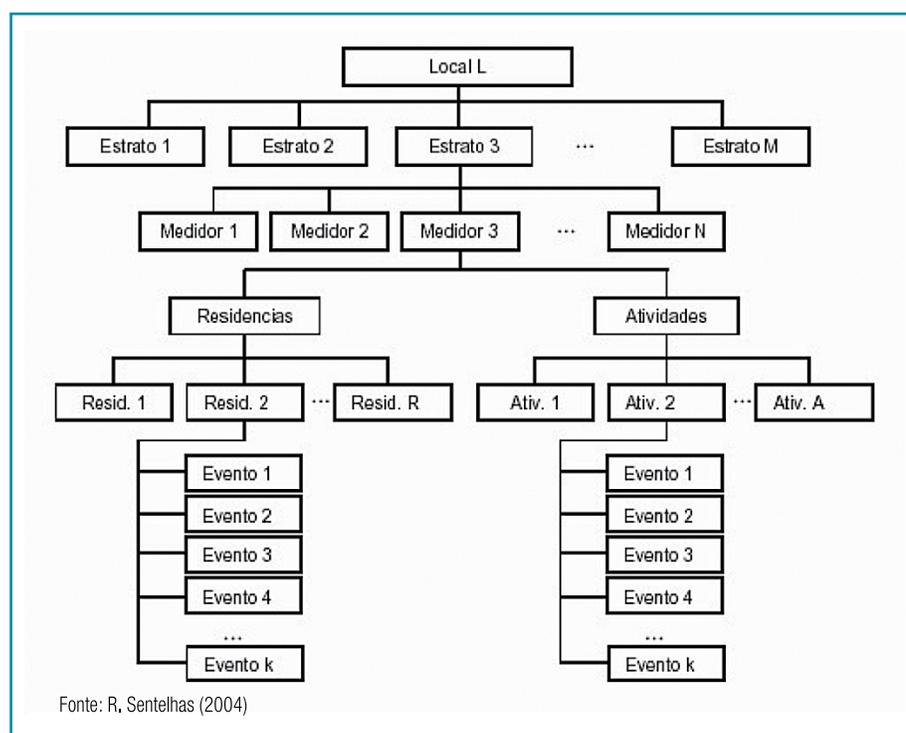
Os valores que constam nas tabelas 2 e 3 indicam que um consumidor residencial de baixo consumo (até 30 kWh/mês) pagaria 3,15 reais mensais e um consumidor que chegue a consumir 150 kWh/mês estaria pagando 29,06 reais (0,194 R\$/kWh).

A PESQUISA DE CAMPO: LEVANTAMENTO DA CURVA DE DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA A utilização da ferramenta de pesquisa e o método⁽⁴⁾

No presente estudo utilizou-se a ferramenta de software desenvolvida por R. Sentelhas⁽⁵⁾. Tal ferramenta é denominada Pufe (Pesquisa de Usos Finais de Energia).

Pufe baseia-se na metodologia proposta por Alessandro Barghini⁽⁶⁾, para a realização de pesquisas de posse de equipamentos elétricos e hábitos de uso, também chamada de pesquisa de usos finais de energia. As principais fases desta metodologia são: levantamento de dados sócio-econômicos sobre a localidade a ser estudada; entrevistas com distribuidores; análise da rede e seus principais problemas; análise das tarifas e do processo de faturamento; análise do cadastro; seleção da amostra; preparação da pesquisa de campo; aplicação dos questionários; avaliação de questionários; obtenção de relatô-

Figura 1 - Esquema de árvore do fluxo de dados no Pufe



rios de resultados; análise das curvas de carga; análise de rentabilidade do negócio e avaliação de oportunidades de conservação e racionalização de energia.

A coleta de dados da pesquisa de campo se fundamenta na aplicação direta de questionários aos moradores da área em estudo. Pergunta-se aos entrevistados sobre a existência de equipamentos elétricos e eletro-eletrônicos em condições de operar em cada unidade (no caso particular deste trabalho, cada moradia) da amostra na região de estudo. Após verificar as características de demanda e consumo desses equipamentos – quando possível – se pergunta aos moradores o hábito de utilização (frequência de uso – seja por dia, semana, mês ou estação do ano, intervalo de cada uso, horários de uso) de cada equipamento. Os resultados dos questionários são inseridos e processados pelo programa Pufe.

Por conseguinte, a ferramenta Pufe atende principalmente os processos relacionados à avaliação de questionários e obtenção de relatórios com resultados da pesquisa de campo. Assim, os resultados oferecidos de forma automatizada são: estatística de consumo por equipamento e uso final; estatísticas socioeconômicas de consumo; curva de carga diária por dia da semana e fim de semana; simulação de substituição de equipamentos.

Levantamento dos principais equipamentos em utilização no local e de equipamentos existentes no mercado local - No processamento dos dados coletados sobre hábitos de uso dos equipamentos é fundamental contar com a demanda (em unidades de potência elétrica) de cada equipamento. O Pufe possui um banco de dados que

ajusta os valores de demanda levando em consideração as condições de uso na área da pesquisa.

Sentelhas (2004) sugere a medição em laboratório para a determinação da potência média efetiva para cada equipamento. Podemos chamar essa potência de Potência Utilizada. Porém, nesse trabalho utilizou-se uma lista com dados teóricos sobre característica dos principais equipamentos⁽⁷⁾.

Levantamento de informações em cadastros - A análise de cadastros de distribuidoras de energia elétrica permitiria a extração de informações importantes quanto ao consumo de energia elétrica dos clientes atendidos. Porém, tal análise foi realizada nesta pesquisa. Não obstante, Sentelhas (2004) prevê o caso em que a concessionária não coloca à disposição os dados necessários para desenvolvimento da pesquisa. Neste trabalho em particular as informações dos cadastros não estavam disponíveis, mas isto não dificultou a escolha da amostragem.

Procedimento para a escolha da amostragem - A metodologia Pufe propõe que, determinado o tamanho da amostra para cada segmento ou estrato de consumo, deve-se realizar um sorteio aleatório no cadastro de consumidores, agrupados por estratos de consumo médio mensal de energia elétrica dos últimos 12 meses.

A partir dessa quantidade de amostras, procede-se ao sorteio aleatório dos clientes/medidores a serem visitados para levantamento de dados dos questionários.

Questionários usados na pesquisa - A pesquisa é realizada por meio de questionários, que têm por objetivo levantar dados sobre o medidor, características sócio-econômicas, posse de equipamentos, hábitos de consumo e de opinião. São ao todo quatro questionários, os quais têm seu desenho pré-definido, cabendo ao pesquisador decidir apenas sobre as questões complementares que irão compor os três primeiros tipos de questionário.

Tabela 4 - Decisões para cálculo da curva de carga

Condições			Resultados	
Duração : Intervalo	Duração : Intervalo/2	Horário mais provável	Rotina	Curva tipo
=			1	
<		Sem hora mais provável	2	
<	<	Início do intervalo	3	
		Meio do intervalo	4	
		Término do intervalo	5	
	=	Início do intervalo	6	
		Meio do intervalo	7	
		Término do intervalo	8	

Fonte: R. Sentelhas, 2004

Questionários Tipo 1 - Questionário sobre o Cliente/Medidor

Este é um questionário de identificação do usuário entrevistado. Ajuda também na classificação referente ao status de aprovado ou não do questionário e na obtenção de dados referentes ao medidor, à proteção existente e qualidade do atendimento dado pela concessionária. O pesquisador pode adicionar ao questionário até 6 questões, devendo ser 3 de múltipla escolha e as outras 3 restantes devem ser questões relacionadas ao medidor, sendo suas respostas na forma numérica.

Questionários Tipo 2 - Questionário sobre Domicílios relacionados a um medidor

Neste questionário as questões se referem às características sócio-econômicas do usuário entrevistado. As questões levantam dados dos moradores e empregados, características da edificação, saneamento e renda dos moradores. Neste tipo de questionário, novamente o pesquisador poderá adicionar até 6 questões, sendo 3 de múltipla

escolha e as outras 3 restantes questões relacionadas ao medidor, sendo suas respostas na forma numérica.

No caso particular deste estudo, foram introduzidas quatro perguntas, a saber: a) a percepção sobre o peso da conta de eletricidade (se é alta, baixa ou adequada); b) que tipo de medida seria mais aceita no caso hipotético de ser executada uma política restritiva ou de controle do consumo de eletricidade na região de estudo (colocação de um medidor, a aplicação de um valor fixo, mas com controle de equipamentos ou a aplicação de incentivos para compra de equipamentos mais eficientes); c) o valor que se paga atualmente à concessionária por mês e; d) até quanto cada moradia estaria disposta a pagar pela eletricidade.

Questionário Tipo 3 - Questionário sobre hábitos de consumo de energia de um Domicílio ou Atividade - Questionário sobre eventos de consumo de energia

Este é o questionário mais importante para o levantamento da curva de carga. Aponta os equipamentos e mo-

delos usados, horários de uso, duração de uso, horário mais provável de uso, seja na semana ou no fim de semana, no inverno ou no verão.

A geração de dados para o levantamento de curvas de carga - Conforme mencionado, o Questionário Tipo 3 fornece, com base no tempo, dados sobre cada evento de operação de todos os equipamentos elétricos da moradia^(B). A idéia é que os eventos de um equipamento, com seus respectivos consumos e somados, possam gerar a curva de carga do equipamento. A somatória sucessiva de curvas de carga dos equipamentos daria como resultado a curva de carga do medidor (com os critérios de sazonalidade e de hábito durante a semana, fim de semana e estação do ano) e assim, sucessivamente, até chegar numa curva de carga da localidade (ver figura 1).

Nota sobre a estratificação

A metodologia prevista no Pufe prevê a estratificação da amostra seguindo, por exemplo, critérios socioeconômicos. No presente trabalho, considera-se a hipótese de que as diferenças socioeconômicas dentro de uma comunidade de baixa renda não apresentam diferenças tão relevantes quanto àquelas identificadas numa cidade, como por exemplo São Paulo. Com efeito, numa pesquisa realizada em fins do ano 2001 no Rio de Janeiro (IETS, 2001), foi mostrado que nas favelas do Rio de Janeiro o décimo mais rico da população tinha uma renda média da ordem de 12 vezes a renda média do décimo mais pobre. No entanto, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, o décimo mais rico tinha uma renda média próxima a 40 vezes a renda do setor mais pobre. Consideraram-se aplicáveis

Tabela 5 - Resultados do sistema PUFÉ (perfil socioeconômico)

Número de questionários	26
Número de medidores/domicílios	6600
Número de habitantes/domicílio (média)	3,9
Consumo total no inverno	882 MWh/mês
Consumo total no verão	997 MWh/mês
Número total de habitantes	25.800
Renda média mensal (R\$)	308,00
Imóveis próprios	95,45%
Cômodos/casa (média)	2,3
Tipo de construção casa	82%
Posse de linhas telefônicas	54,55%
Posse de automóveis	13,64%
Água encanada	91%

estes resultados no caso particular desta pesquisa. Assim, a localidade estudada passou a ser composta somente por um estrato socioeconômico.

cada evento de consumo corresponde a um hábito de utilização de um equipamento elétrico de um ou mais indivíduos na família, a informação que se dispõe do Questionário Tipo 3 permite localizar no tempo as demandas de energia

e construir a curva de potência *versus* tempo requerido para as instalações de distribuição elétrica de uma localidade pesquisada.

Em certas ocasiões (Cf. Sentelhas, 2004), os eventos podem ocorrer num intervalo de tempo maior que a duração do evento, igual ou menor que a duração total do evento. Assim, o sistema determina a probabilidade de ocorrência dos eventos nesses intervalos de tempo.

Para essa descrição, o sistema utiliza três informações: a duração do evento, o intervalo (definido pelo horário de início e término do evento) e o horário mais provável. A tabela 4 mostra as decisões para cálculo da curva de carga e mostra as possíveis situações em relação a essas variáveis.

O sistema possui oito diferentes rotinas que estão consignadas na tabela 4. Cada uma dessas rotinas distribui o consumo por meio de probabilidades. Na Rotina 1, a probabilidade é 1 durante todo o intervalo de tempo. Na Rotina 2, sem horário mais provável e sendo a duração do evento menor que o intervalo de tempo que se espera do evento, então a rotina distribui uniformemente o consumo em todo o intervalo de tempo. Nas Rotinas 3, 4 e 5 a distribuição varia de acordo com a probabilidade do evento, ou seja, se o evento é mais provável no início, no meio ou no fim do intervalo. As Rotinas 6, 7 e 8 são semelhantes às 3 anteriores, mas consideram que a duração do evento ultrapassa o intervalo de tempo da distribuição.

Resultados esperados com a ferramenta Pufe - A ferramenta Pufe permite obter um conjunto de informações que são úteis para trabalhos de conservação e racionalização do uso de energia, gestão da demanda e planejamento integrado de recursos, os quais são elementos funda-

Cálculo da curva de carga - Como

Figura 2

Curva de carga Jardim São Remo: domicílio/inverno/fim-de-semana

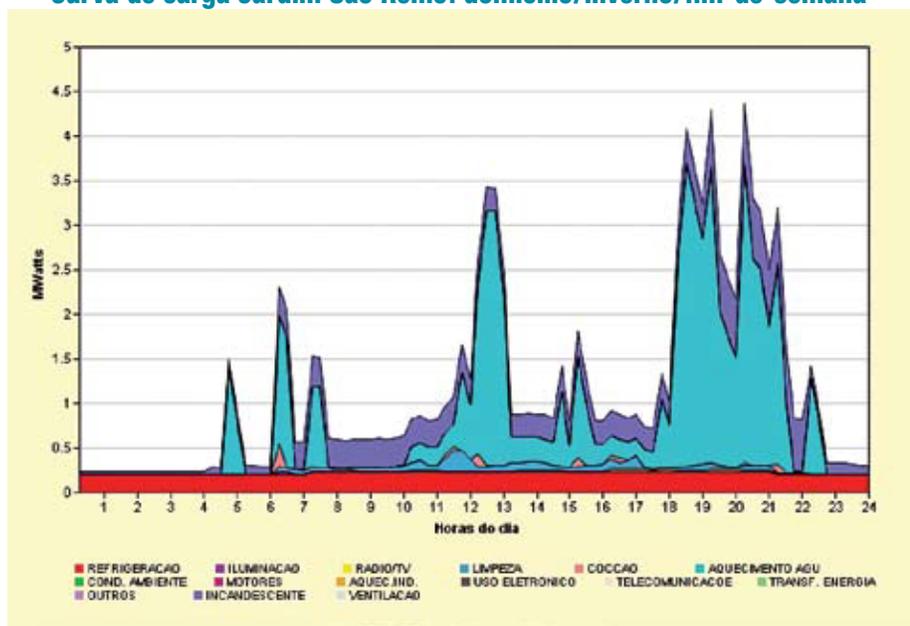
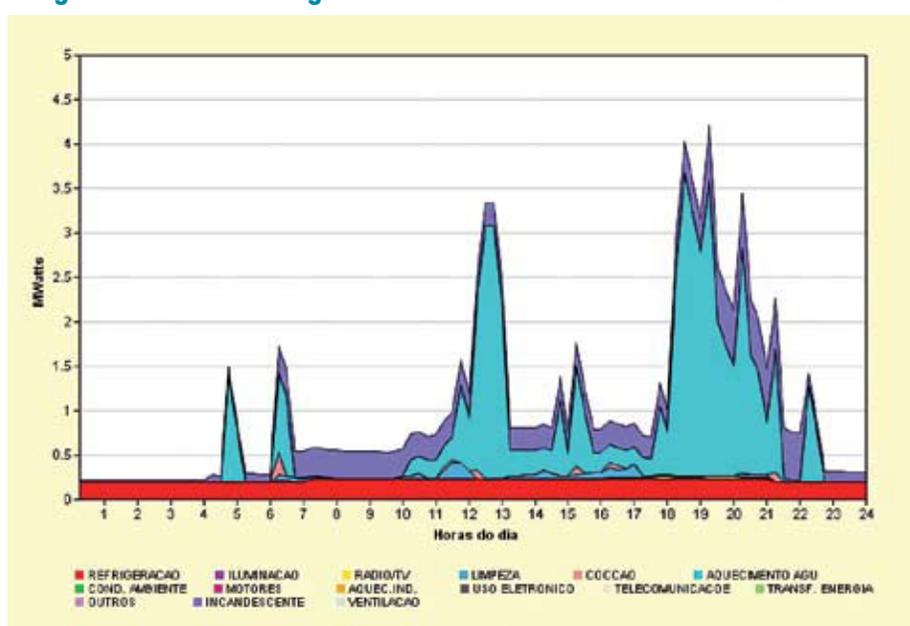


Figura 3 - Curva de carga Jardim São Remo: domicílio/inverno/semana



mentais para a formulação de políticas públicas. O sistema produz como resultados diversos relatórios sobre o consumo de energia por equipamentos, consumo por uso final, perfil sócio-econômico e a curva de carga diária para a semana e o fim de semana, para o verão e inverno.

REALIZAÇÃO DA PESQUISA E RESULTADOS

Breve descrição da pesquisa de campo

A comunidade escolhida para o estudo foi o Jardim São Remo, localizada no extremo sudoeste do Campus da USP no Bairro Butantã, zona oeste da cidade de São Paulo. São aproximadamente 200 000 metros quadrados de construções, onde – segundo o presidente da comunidade – residem cerca de 24 000 pessoas, distribuídas em aproximadamente 6 000 casas. O bairro possui ruas pavimentadas, associação de moradores, comércio de todo tipo, estacionamento para carros dos moradores (localizado na periferia da comunidade), campo de futebol, circo-escola etc.

A aplicação dos questionários, já mencionados, foi realizada em cinco visitas à comunidade (durante a semana e durante o fim de semana), durante os meses de agosto e setembro de 2004⁽⁹⁾. Foram consultadas 28 casas, das quais somente 26 moradores aceitaram realizar a entrevista. Aplicaram-se os questionários Tipo 1, Tipo 2 e Tipo 3 em cada casa.

Após a realização da pesquisa de campo, verificou-se a qualidade dos dados levantados nos questionários por meio de uma revisão exaustiva de todos os dados/eventos. Posteriormente, os questionários validados foram introduzidos no sistema Pufe disponível "on-line" no site do PIPGE (<http://www.energia.usp.br>). Carregando os dados, foram impressas as curvas de carga e

relatórios resultantes para análise.

Resultados

A tabela 5 apresenta os indicadores

que o Pufe oferece como resultados gerais da pesquisa. Dentre esses indicadores destaca-se o consumo das casas que varia de uma média de 133,6 kWh/mês

Figura 4
Curva de carga Jardim São Remo: domicílio/verão/fim de semana

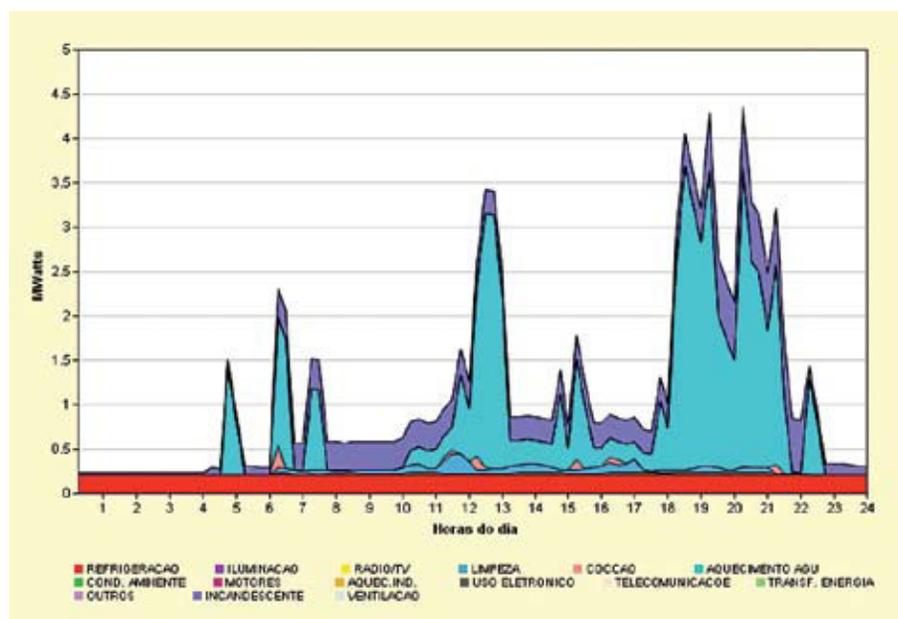
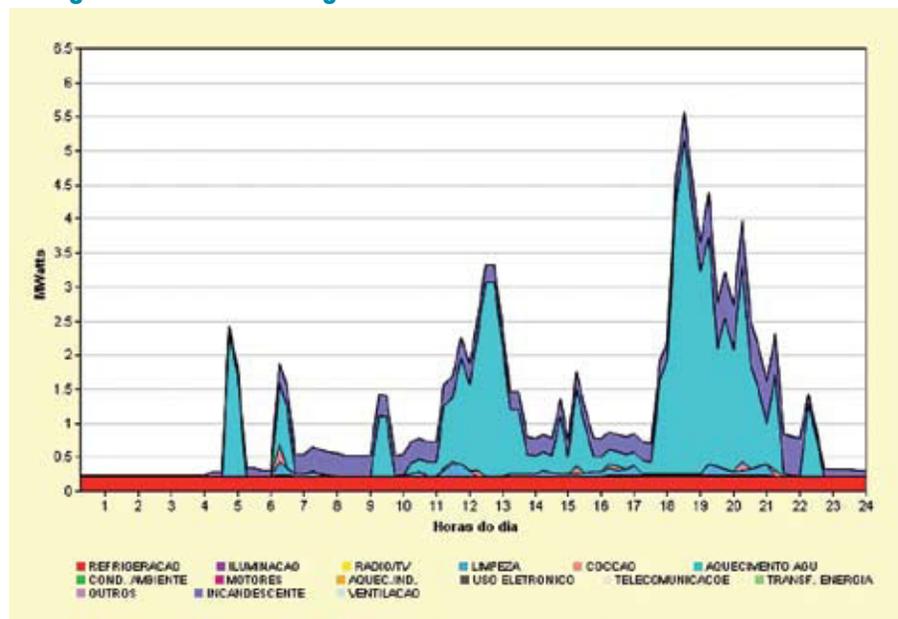


Figura 5 - Curva de carga Jardim São Remo: domicílio/verão/semana



no inverno a 151,1 kWh/mês no verão. São notáveis os indicadores da porcentagem de imóveis próprios (95,45%), a posse de linhas telefônicas (54,55%) e de água encanada (91%). Em todos estes casos, esses valores são superiores aos valores médios do país.

As figuras 2 a 5 apresentam os resultados das curvas de carga obtidos com a ferramenta Pufe, para os domicílios da Comunidade de São Remo, no inverno durante o fim de semana; no inverno durante a semana; no verão durante o fim de semana e no verão durante a semana.

Com relação às curvas de carga, mostradas nas figuras 2 a 5, chega-se à seguinte conclusão:

1) Não existem diferenças substanciais entre as curvas de carga durante a semana e fim de semana. Porém, nota-se uma pequena variação que indica um maior consumo no fim de semana, em horas da manhã. Além do mais, o pico da tarde (entre as 18h00 e 22h00) na curva da semana é 20% maior do que o mesmo pico na curva do fim de semana.

2) Praticamente não existem diferenças entre as curvas de carga de inverno e de verão.

3) Nota-se nas figuras 2 a 5 que o aquecimento de água tem grande influência nas curvas de carga seguido do uso de lâmpadas incandescentes.

4) No que tange ao aquecimento de água, têm-se basicamente quatro picos de demanda, dois deles – que são os menores – de manhã cedo (entre as 4h30 e 7h30) e à tarde (por volta das 3h00); um pico intermediário com intervalo entre o meio dia e as 13h00; e o mais importante (e muito inconveniente) para o sistema de distribuição que ocorre entre as 6h00 às 8h30.

5) A geladeira aparece como uma

demanda "de base" com valores de demanda comparativamente baixos, mas com um fator de carga igual a 1⁽¹⁰⁾.

Na figura 6 têm-se a distribuição de consumo para os principais eletrodomésticos. Nota-se logo a grande influência do chuveiro, da lâmpada incandescente e do refrigerador.

Reflexão sobre os resultados da pesquisa de campo

Da pesquisa realizada, chega-se às seguintes conclusões:

1) Apesar da escassa renda, os habitantes da comunidade possuem uma boa dotação de eletrodomésticos em suas casas. Porém, o consumo é predominante somente para três usos finais: aquecimento de água, iluminação e refrigeração, com predominância do aquecimento de água (chuveiro elétrico).

2) Pelo relato das pessoas e os resultados, tudo indica que não se realizavam, na época da pesquisa, campanhas de conscientização efetivas para o uso eficiente e racional da energia elétrica.

3) A pesquisa sugere que a concessionária deve ter prejuízos importantes por: alto número de conexões irregulares; dificuldades para o envio da conta

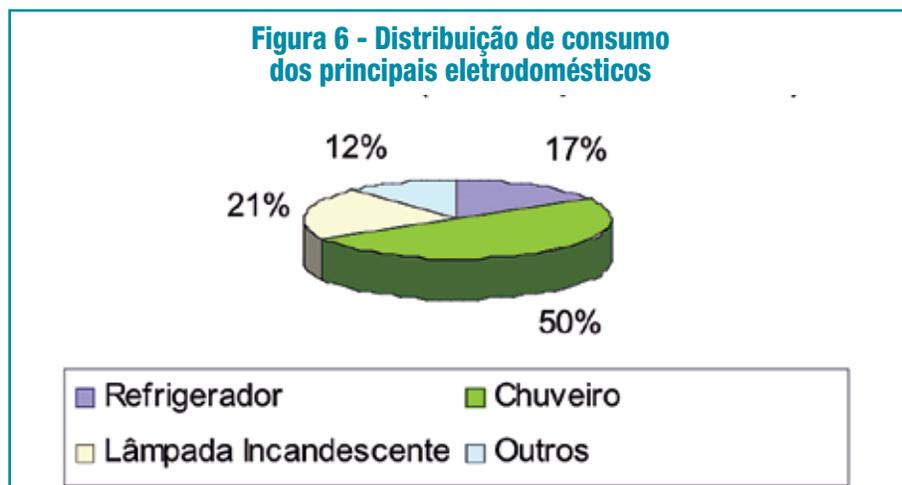
de eletricidade aos usuários⁽¹¹⁾; perdas técnicas (instalações deficientes e pouco seguras), entre outros.

4) Por outro lado, a percepção na comunidade sobre a qualidade do serviço é muito boa.

5) Quanto ao faturamento, existem certas incongruências, pois uma boa parte das pessoas entrevistadas comentava que não recebiam as faturas em suas residências, porém, caso isso ocorra, estão dispostas a pagar pelo serviço.

6) As curvas de carga facilitam a formulação de políticas de eficiência energética e o planejamento energético. No caso particular de São Remo, poderia ser desenvolvido um programa especial com relação ao aquecimento de água e a iluminação.

Em meados do ano 2005 foram realizados contatos com a AES Eletropaulo com o intuito de verificar a possibilidade de realização de um projeto conjunto com base nos resultados desta pesquisa preliminar. Nessa ocasião a concessionária demonstrou um grande interesse para desenvolver um projeto de P&D, mas chegou-se à conclusão de que o trabalho seria melhor enquadrado na modalidade de eficiência energética. A



causa desse interesse da empresa residia – segundo o depoimento dos técnicos da AES Eletropaulo – no fato de que a regularização das conexões elétricas das comunidades de baixa renda na área

de concessão da empresa era uma medida prioritária. Inclusive, chegou a ser comentada a dificuldade para realizar o faturamento nesse setor da população na área de concessão.

O que foi comentado no início de 2005 foi confirmado alguns meses depois, quando em outubro de 2005 a AES Eletropaulo anunciou um programa de regularização de conexões clandestinas.

Segundo foi informado por técnicos da AES Eletropaulo, este projeto, chamado de Regularização de Ligações Elétricas, tem por objetivos⁽¹²⁾, além da redução das perdas comerciais da empresa, outros fatores que são inerentes à responsabilidade cooperativa de uma empresa que presta serviço público, quais sejam: inclusão social das populações de baixa renda que habitam em favelas; universalização na prestação do serviço público de distribuição de energia elétrica; educação das comunidades de baixa renda para o acesso de forma regular ao serviço de energia elétrica e; contribuir para o desenvolvimento sócio-econômico dessas comunidades de baixa renda em favelas.

Também foi informado pela AES Eletropaulo que, em função do projeto de eficiência energética vinculado ao programa da Aneel, foi possível o desenvolvimento de várias ações voltadas ao suporte dos clientes carentes com elevados consumo de energia elétrica, tais como: a) doação de materiais elétricos para reforma das instalações internas inadequadas; b) substituição de geladeiras em mau estado de conservação e; c) substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas compactas econômicas.

EXEMPLO SOBRE A SUBSTITUIÇÃO DE ELETRICIDADE POR GÁS NATURAL PARA O AQUECIMENTO DE ÁGUA

Conforme pode ser observado na figura 6, o aquecimento de água para banho constitui o mais importante consumo elétrico nas residências da população pesquisada: em torno de 50% do total do consumo elétrico das casas.

Tabela 6
Resultados da comparação entre aquecedor a gás e chuveiro elétrico

Dados básicos	Chuveiro elétrico	Aquecedor a gás
Potência (W)	5.400	
Consumo de gás natural (m ³ /h)		0,800
Vida útil equipamentos (anos)	5	5
Custo de equipamento (R\$)	50	285
Custo de resistência (R\$)	4,00	
Vida útil de resistência (horas)	150,58	
Custo de pilhas (R\$)		12,00
Vida útil de pilhas (horas)		300,00
Premissas		
Uso (horas/mês)	12,548	(da pesquisa de campo)
Taxa de desconto (%aa)	12%	
Preço da eletricidade (R\$/kWh)	0,192	AES Eletropaulo (2004)
Preço do gás natural (R\$/m ³)	2,186	Comgás (2004)
Período de análise (anos)	5,00	
QUANTIDADES CALCULADAS		
Uso (h/ano)	150,576	
F de Rec Capital FRC	0,277	
LIFE CYCLE COST (LCC)		
# fracionário de acessórios	5,00	2,51
# acessórios para calc FRCef	5,00	2,00
Intervalo de tempo	1,00	1,99
Taxa efetiva de desconto	12,00%	25,33%
FRC (efetivo)	0,28	0,70
Valor residual (R\$)	4,00	5,88
Cons energia (kWh/ano) ou (m ³ /ano)	813,11	120,46
Custo de energia valor presente	561,30	949,16
LCC (US\$)	627,99	1.254,71
ALCC (R\$/ano)	174,21	348,07
ALCCNE (R\$/ano)	18,50	84,76

Notas: LCC = Custo de Ciclo de Vida; ALCC = Custo de Ciclo de Vida Anualizado; ALCCNE = Custo de Ciclo de Vida No Energético Anualizado

Por conseguinte, a análise do uso final indica que ações relacionadas a esse serviço energético poderão ter grande impacto nas curvas de carga do setor residencial. Por esta razão realizou-se um exercício de substituição do chuveiro elétrico pelo aquecedor a gás. Para isto, considera-se que o gás canalizado está disponível nas residências da mesma maneira que a eletricidade.

Os dados sobre o chuveiro elétrico foram obtidos do mercado local. Os dados técnicos do aquecedor a gás foram consultados em várias lojas virtuais (se considerou um modelo simples com capacidade da ordem de 6,5 litros de água por minuto).

Os resultados que se seguem consideram uma tarifa efetiva que os residentes de São Remo deveriam pagar (segundo as tarifas da AES Eletropaulo) no valor de 0,192 R\$/kWh (para um consumo médio de 144,37 kWh/mês) e uma tarifa de gás natural da Comgás correspondente à categoria dos aposentados (2,186 R\$/m³).

Os dados básicos para a comparação entre o aquecedor a gás e o chuveiro elétrico, bem como as premissas de cálculo e os resultados dos cálculos – considerando como figura de mérito da comparação o custo de ciclo de vida – são apresentados na tabela 6 e na figura 7.

Como pode ser observado na tabela 6, com os níveis tarifários atuais da Comgás e da AES Eletropaulo não é viável – desde o ponto de vista financeiro e para o consumidor – a substituição da eletricidade por gás, somente para o aquecimento de água no chuveiro. A tarifa a partir da qual seria viável a substituição é da ordem de 0,74 R\$/m³ de gás natural, isto é, aproximadamente 34% da tarifa cobrada pela Comgás em 2004 para a categoria de aposentados.

A proposta de substituir o chuveiro elétrico por um aquecedor de gás natural se encontra entre as estratégias possíveis da Comgás na sua área de concessão, conforme uma entrevista realizada com um alto executivo do Departamento de Mercado Residencial e Comércio. Tal proposta de substituição poderia trazer grandes benefícios para o consumidor e mudar muitos conceitos na área da construção, posto que em alguns casos a instalação elétrica para os chuveiros elétricos chega a ser 30% a 40% do custo total da instalação numa residência, segundo citou o executivo da Comgás.

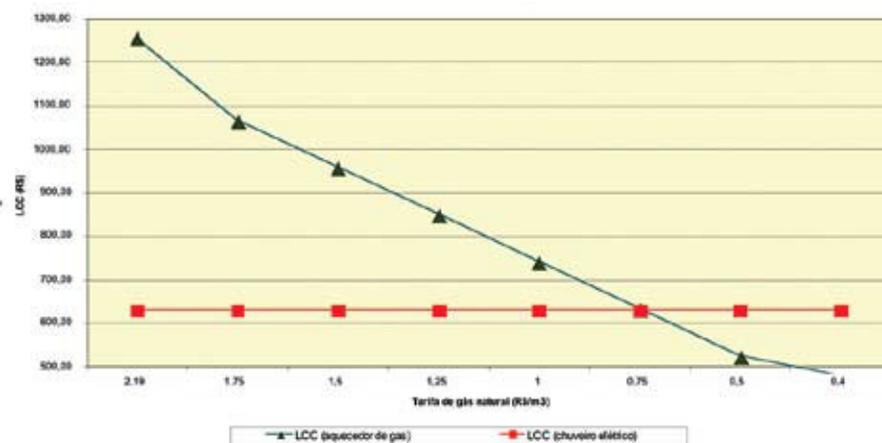
Porém, a discussão sobre a substituição entre fontes de energia é colocada como um ponto central e uma necessidade ainda não totalmente contemplada na atual formulação de políticas públicas que de fato deixa de lado uma inter-relação dos atores envolvidos e não considera um enfoque de planejamento integrado de recursos.

O executivo da Comgás acredita que o maior benefício pela expansão do gás natural canalizado em São Paulo se dá principalmente na classe média, onde

o gás natural poderia ajudar a aliviar a pressão sobre a rede de distribuição de energia elétrica, onde altos investimentos são realizados para atender os picos de carga. Complementarmente, o aquecedor a gás ajudaria a melhorar a própria curva de carga do sistema de distribuição de gás canalizado (hoje utilizado no setor residencial preferencialmente para cocção). Ademais, existem outros efeitos positivos de uma maior expansão do gás canalizado nas faixas consideradas como de classes B e C relativos ao incremento de segurança dentro das casas e nas ruas (diminuição do transporte de GLP por caminhões em áreas de alta concentração da população e trânsito veicular excessivo).

Com relação à disponibilidade do gás canalizado para os setores de baixa renda na área da cidade de São Paulo, o executivo consultado da Comgás salientou que essa questão não passa hoje por uma questão tarifária, podendo ser discutida no futuro considerando inclusive a existência de incentivos como o Vale-Gás hoje disponível para o GLP, senão por uma questão de segurança: a Comgás é responsável pela orienta-

Figura 7 - Comparação dos LCC's de chuveiro elétrico aquecedor a gás em função da tarifa de gás natural



ção do uso do gás natural dentro das residências. Hoje em dia a moradia da população de baixa renda não possui os padrões de segurança necessárias para receber uma instalação de gás canalizado. O executivo da Comgás ressalta a importância de disponibilizar o gás canalizado para esta população, porém existem condicionamentos prévios – como o da segurança – que devem ser cumpridos. O essencial para ele, neste momento, é o planejamento integrado com a participação dos diversos atores envolvidos.

CONCLUSÕES

Conforme mostrado, a análise e a interpretação de curvas de carga de energia elétrica podem fornecer elementos valiosos para estudos que possam fundamentar e orientar a formulação de políticas públicas na área de energia. No presente trabalho utilizou-se uma ferramenta para levantamento e tratamento dos dados para as curvas de carga, o qual foi elaborado no PIPGE da USP. O uso desta ferramenta facilita a tarefa do levantamento da curva de carga do sistema elétrico numa população definida e seus resultados contribuem, entre outros, na elaboração de exercícios de gerenciamento da demanda, substituição de fontes de energia e programas de eficiência energética.

Como um primeiro exercício, realizou-se a análise financeira de uma substituição de chuveiro elétrico por aquecedor a gás, sem levar em conta os investimentos em infra-estrutura para ter o gás canalizado na comunidade. Nos níveis tarifários atuais, tanto da energia elétrica para setores sociais quanto os da Comgás, mostrou-se não ser viável (desde o ponto de vista financeiro e para o consumidor) tal substituição para o aquecimento de água no chuveiro. Não

obstante, este resultado não deve ser considerado conclusivo, pois, segundo o executivo da Comgás, é preciso realizar uma análise mais abrangente da questão, considerando a racionalidade no uso das diferentes fontes de energia (incluindo na análise o Gás Liquefeito de Petróleo - GLP) e as políticas públicas em diferentes níveis de governo e das diversas áreas de política para os setores sociais (por exemplo, a consideração dos subsídios que o GLP recebe do governo).

Esta análise mais abrangente poderia indicar outras vantagens de contar com gás natural canalizado para a população de baixa renda (por exemplo, para cocção de alimentos e climatização) e, com a consideração de subsídios como os recebidos pelo GLP, certamente se teriam melhorias nos números para o gás canalizado.

Além do mais, o executivo da Comgás ressaltou que a expansão do gás natural canalizado para as residências de recursos reduzidos (classes consideradas C e D para a Comgás) poderia trazer vantagens significativas no que se refere a uma redução importante no consumo de eletricidade, com impacto favorável (para o consumidor) numa categorização tarifária em função do consumo.

Por outro lado, os programas de regularização de conexões de várias concessionárias de distribuição elétrica, como o iniciado recentemente (2005) pela AES Eletropaulo, em São Paulo, provam a relevância do tratamento da população de baixa renda como uma categoria de consumidores com características que são próprias e, por conseguinte, coloca-se a necessidade de realizar estudos como este que se apresenta neste trabalho.

A utilização da ferramenta proposta neste artigo é importante para auxiliar nesse tipo de estudo. Não obstante,

não se pode perder de vista que a formulação das políticas públicas é uma questão mais abrangente e complexa que o tratamento de dados. O que foi desenvolvido neste trabalho mostra alguns dos diversos elementos que devem ser considerados.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Prof.º Dr.º Ildo L. Sauer e sua equipe docente (Sônia Seger e Robespierre Sentelhas) do Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da USP, pela orientação geral no trabalho. Agradecemos também as valiosas contribuições de Luiz A. de Mello Awazu, da Comgás e de João Oliveira, membro da equipe técnica da AES Eletropaulo.

NOTAS

⁽¹⁾Na década de 1990, um dos motivos da reforma do setor elétrico brasileiro, alegados pelo governo, foi o de esgotamento dos recursos financeiros para o setor. Porém, esteve disponível dinheiro público para que empresas privadas (nacionais e estrangeiras) comprassem ativos no Brasil, as que não sempre cumpriram com as obrigações financeiras.

⁽²⁾Aneel: Agência Nacional de Energia Elétrica.

⁽³⁾Na AES Eletropaulo, que desde setembro de 2003 reviu o enquadramento de seus clientes na tarifa social, o total de beneficiados caiu de 2,7 milhões para 500 000, segundo dados do balanço anual da empresa de 2003.

⁽⁴⁾Sentelhas, Robespierre – Ferramenta de software para suporte a pesquisa de posse e hábitos de uso de energia elétrica - Dissertação de Mestrado apresentado no PIPGE-IEE/USP, 2004.

⁽⁵⁾A ferramenta Pufe foi desenvolvida por R. Sentelhas como parte das atividades referentes à dissertação de mes-

trado apresentada em 2004 perante o Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo.

⁽⁶⁾Pesquisador do Instituto de Eletrotécnica e Energia, Universidade de São Paulo.

⁽⁷⁾Uma fonte adicional desses dados poderia vir da publicação do Procel sobre o consumo de equipamentos elétricos, porém o catálogo do Procel considera equipamentos muito eficientes o que poderia introduzir um erro sistemático nas curvas de carga devido a que se assume que a média da Potência Utilizada dos equipamentos da área da pesquisa deve ser inferior à prevista para equipamentos muito eficientes.

⁽⁸⁾Posteriormente, com base nos dados deste questionário, Pufe discrimina os eventos por sazonalidade, se acontece em qualquer dia da semana (seja fim de semana ou durante dias laboráveis), se acontece somente durante os dias laboráveis ou somente durante os finais de semana, se acontece no inverno, no verão ou no ano todo. Ainda considera-se a quantidade de equipamentos e a duração dos eventos.

⁽⁹⁾Mesmo as pesquisas sendo realizadas durante o final do inverno, tentou-se recuperar, por meio dos questionários, o comportamento da demanda também durante o verão.

⁽¹⁰⁾Esta é uma aproximação feita pelo programa utilizado (Pufe).

⁽¹¹⁾Uma grande maioria dos entrevistados declarou que não recebe as faturas da AES Eletropaulo.

⁽¹²⁾Desta forma, dentro da organização de seu plano de ação, a AES Eletropaulo estabeleceu políticas e estratégias que privilegiassem esses objetivos, dentre as quais destaca-se:

1) Desenvolvimento de relacionamento com as lideranças comunitárias e movimentos sociais: (a) transparência

no processo de regularização; (b) negociação sobre a forma de implementação das regularizações e; (c) parcerias com poder público.

2) Definição da tecnologia de rede de distribuição: (a) reforma das redes convencionais para rede secundária com cabo pré-reunido e; (b) ramal de serviço com cabo "anti-furto".

3) Políticas comerciais específicas: (a) cadastramento dos consumidores na tarifa baixa renda; (b) limitação de consumo faturado em 150kWh por pelo menos 3 meses após as regularizações - período de transição; (c) Posto Especial de Atendimento da Rede - Mais Eletropaulo, com sala de leitura e sala de internet comunitária nas grandes comunidades; (d) política seletiva de corte por falta de pagamento negociada com a comunidade; (e) parcelamento especial de débitos de acordo com a renda do cliente; (f) criação de gestores de núcleos para acompanhamento do consumo e inadimplência dos clientes e; (g) prestação de orientação e trabalho de educação para o uso eficiente de energia.

4) Ações com foco no consumidor: (a) ligação sem custo para os consumidores residenciais; (b) trabalho de educação e conscientização para o uso eficiente e seguro da energia; (c) gerenciamento dos consumos acima de 150kWh após período de transição; (d) gestão da inadimplência visando evitar estoque de dívida e; (e) suporte técnico e financeiro para adoção de medidas para redução do consumo.

5) Ações de responsabilidade corporativa para o desenvolvimento socioeconômico das comunidades: (a) fomento a capacitação de pessoas e geração de renda; (b) incentivo à cultura; (c) trabalho nas escolas para formação de valores culturais e; (d) eventos culturais comunitários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1) IETS, Instituto de Estudos do Trabalho e Sociedade (2001). *"Estudo sobre o custo econômico da eletricidade para as populações de baixa renda do Rio de Janeiro"*. Disponível em: www.iets.inf.br/acervo [acesso em: 20 de agosto de 2004].

2) OLIVEIRA, A. de (coord.) (2005). *"Pobreza Energética - Complexo do Caju"*. Relatório elaborado pelo Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, sob o patrocínio do Banco Mundial e do Conselho Mundial de Energia.

3) OLIVEIRA, F. de (1975). *"Economia Brasileira. Crítica à Razão Dualista"*. São Paulo: Editora Brasiliense e CEBRAP.

4) PASTERNAK, S.; BALTRUSIS, N. (2001). *"Um Olhar sobre a Habitação em São Paulo"*, Projeto Habitare, UFRJ/FASE.

5) SAUER, I. L.; MERCEDES, S.; KIRCHNER, C. A. R.; VIEIRA, J. P.; JUHAS, J. L. (2003). *"Um novo modelo para o setor elétrico brasileiro"*. In: SAUER, I. L.; ROSA, L. P.; D'ARAUJO, R. P.; CARVALHO, J. F. de; TERRY, L. A.; PRADO, L. T. S.; LOPES, J. E. G. (org.). *A reconstrução do Setor Elétrico Brasileiro*. Campo Grande, MS: Ed. UFMS; São Paulo: Paz e Terra, p. 13-202.

6) SEN, A. (2001). *"Desenvolvimento como Liberdade"*, 1.ª reimpressão. São Paulo: Companhia das Letras.

7) SENTELHAS, R. (2004). *"Ferramenta de software para suporte a pesquisa de posse e hábitos de uso de energia elétrica"*. Dissertação de Mestrado, Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo. 📄

* **Victório Oxilia**, Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (PIPGE), Universidade de São Paulo (USP), IEE. E-mail: victorio@iee.usp.br

** **Fábio Romero**, Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (PIPGE), Universidade de São Paulo (USP), IEE. E-mail: fromero@iee.usp.br

*** **Robespierre Sentelhas**, Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (PIPGE), Universidade de São Paulo (USP), IEE. E-mail: pierre@osite.com.br