

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

PAULO ROBERTO DOS SANTOS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**AVALIAÇÃO DA DEMANDA E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM
APARTAMENTOS RESIDENCIAIS: O CASO DA CIDADE DE CAMPINAS-SP**

Campinas, 2006.

Paulo Roberto dos Santos

**AVALIAÇÃO DA DEMANDA E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM
APARTAMENTOS RESIDENCIAIS: O CASO DA CIDADE DE CAMPINAS-SP**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração de Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Mariotoni

Campinas
2006

FICHA CATALOGRÁFICA

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

Sa59a Santos, Paulo Roberto dos
Avaliação da demanda e consumo de energia elétrica em apartamentos residenciais: o caso da cidade de Campinas - SP / Paulo Roberto dos Santos.--Campinas, SP: [s.n.], 2006.

Orientador: Carlos Alberto Mariotoni.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Energia. 2. Edifícios. 3. Consumo de energia. 4. Instalações elétricas domiciliares. 5. Conservação de energia. I. Mariotoni, Carlos Alberto. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Titulo em Inglês: Valuation of the demand and electric energy consumption in residential apartments: the case of the Campinas city – São Paulo – Brazil.

Palavras-chave em Inglês: Energy; Energy planning; Building electric systems; Energy efficiency; Energy conservation.

Área de concentração: Recursos Hídricos.

Titulação: Mestrado.

Banca examinadora: Antonio Carlos Demanboro, Luis Fernando Badanhan e Marcos Antonio Porta Saramago.

Data da defesa: 28/06/2006

Paulo Roberto dos Santos

**AVALIAÇÃO DA DEMANDA E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM
APARTAMENTOS RESIDENCIAIS: O CASO DA CIDADE DE CAMPINAS-SP**

Aprovada em 28/06/2006 pela Banca Examinadora, constituída por:



Prof. Dr. Carlos Alberto Mariotoni
Presidente e Orientador

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo
Universidade Estadual de Campinas



Prof. Dr. Antonio Carlos Demanboro

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo
Universidade Estadual de Campinas



Dr. Luis Fernando Badanhan
Ministério de Minas e Energia



Dr. Marcos Antonio Porta Saramago
Faculdade de Engenharia Mecânica
Universidade Estadual de Campinas

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Mariotoni, pela orientação e amizade, que foram fundamentais para a elaboração deste trabalho.

Aos amigos pessoais, parentes e todos aqueles que trabalharam para arrecadar os formulários de resposta. Em especial aos amigos da CPFL, principalmente à Dulce Siena, Wilson Presence, Telma Moncayo, Rinaldo Ribeiro, Sérgio Curtarelli e Rogério Silva, pela insistência na arrecadação dos formulários. Também à Silvia Luna, pelo mesmo empenho no Senai.

A Liwana Lima pelas sugestões na escolha das variáveis e aos amigos de pós-graduação da Unicamp, pelo incentivo e colaboração nas formatações dos formulários.

A Eliana Poloni pela correção dos textos e a Lurdes Pontel pelas dicas nas formatações das referências.

Aos analistas Clayson Campos e Silvio Amaral, verdadeiros parceiros, que desenvolveram os sistemas de banco de dados da pesquisa. Ao Adriano Santini e ao pessoal da O.N.G. “Brasil Livre” que cuidaram da hospedagem do banco de dados.

Ao pessoal da pesquisa de campo, em especial ao Rogério Campos, ao estatístico Bruno Curtarelli e ao pessoal da Estat Júnior.

Aos amigos do SENAI, pela compreensão e colaboração.

À esposa Renata, pela paciência e compreensão na minha ausência em casa.

À minha família, que sempre foi um exemplo de perseverança.

Ao pessoal do Centro de Operação da CPFL, minha segunda família.

À Força Divina, que me impulsiona, me torna curioso, inconformado e que me faz lutar e superar todo o desânimo e dificuldade.

RESUMO

SANTOS, Paulo Roberto. **Avaliação da demanda e consumo de energia elétrica em apartamentos residenciais: o caso da cidade de Campinas-SP.** Campinas, 2006. 158 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas.

A eletricidade assume cada vez mais importância na matriz energética e muitas ações, baseadas em planejamentos sérios, são necessárias para garantia de que haverá a disponibilidade das necessidades futuras. Para se ter parâmetros que possam balizar esses planejamentos, se faz necessário conhecer os usos atuais, e com bases nestes, seguir modelos de previsões que mostrem quais serão essas necessidades futuras. Estando focado no consumo de energia elétrica para fins residenciais, verifica-se que seus valores estão intimamente ligados aos comportamentos dos usuários e muitos métodos de previsão apresentam a área das edificações como parâmetro para indicação da demanda e consumo. Teve-se como objetivo verificar o consumo de energia elétrica em uma amostra dos apartamentos residenciais de Campinas, e escolheram-se para estudo algumas variáveis que pudessem estar associadas aos comportamentos dos usuários e representar este consumo. Foi feita uma pesquisa de levantamento de formulários em 540 apartamentos, nos quais se questionou o consumo de energia elétrica mensal, número de ocupantes, idades, escolaridades, renda familiar e posse de equipamentos eletrodomésticos. Para evitarem-se vícios na amostra, foram estudadas as divisões regionais oficiais da cidade, e de acordo com esse estudo, calculou-se uma amostragem que seguisse a proporção da população espalhada por essas diversas regiões. Os formulários foram distribuídos de acordo com essa proporcionalidade. As respostas foram agrupadas em um banco de dados e foram usados cálculos estatísticos para estratificação dos resultados da amostragem. Foi usada regressão múltipla para se verificar quais variáveis seriam mais representativas do consumo de energia elétrica residencial. Na comparação dos dados dos eletrodomésticos com o consumo, percebeu-se com surpresa que os dados de sugestão do PROCEL apresentaram valores bem maiores de consumo que os observados na amostra estudada. Também se encontrou que o número de moradores, a renda familiar, a faixa etária desses moradores e a posse dos equipamentos eletrodomésticos são variáveis representativas desse consumo. O consumo médio encontrado foi de 163 kWh/mês por apartamento e a variável “área do apartamento” mostrou-se ser insuficiente para indicar a previsão de consumo e demanda devido ao seu baixo coeficiente de correlação com o mesmo. Os resultados desta análise são de grande importância, pois mostram que são necessárias atualizações nos valores de consumo e novas formulações que considerem outras variáveis para indicação dos consumos atuais de energia e poder-se então, fazer um planejamento para o futuro.

Palavras-chave: energia, planejamento energético, sistemas elétricos prediais, eficiência energética, conservação de energia.

ABSTRACT

As time goes by, the electricity assumes more importance in the energy matrix and many actions, based on serious planning, are necessary for guarantee that we will have the availability of the necessary future amounts. In order to have parameters that can give support to these planning, it is necessary to know the current uses, and based in these knowledge, to follow forecast models that can show what will be these future necessities. Looking for the consumption of electric energy for household sector, it was verified that the values are strongly linked with the users' behaviors and many methods of forecast present the squares of the buildings as parameter for indication of the demand and electrical energy consumption. The objective of this work was to verify the electric energy consumption in a sample of residential apartments of Campinas, São Paulo, Brazil. Some variables were chosen for study that could be linked with the users' behaviors and by this way, it was tried to find the most representative variable of this consumption. For this, it was made a survey research through forms in 540 apartments of Campinas in which it was asked for the monthly electric energy consumption and other variable as number of inhabitants, distribution ages, instructions, familiar income and household-electric appliances ownership. In order to be more representative as possible and avoid mistakes caused by chose just part of the population, It was studied the city official regional divisions and made a sampling that followed the ratio of the population distributed for these several regions. The forms were distributed in accordance with this distribution study. The answers were grouped in a database; were used statistical calculations to separate the sampling studied results and to make analysis of them. It was made multiple regressions to verify which variable would be more representative of the household electric energy consumption in the sample. In comparison between the household-electric appliances consumption data, where it was used suggestion values of the PROCEL (Government Program of Energetic Efficiency), with the sample consumption, surprised because the appliances data had bigger values of consumption than it was observed in the studied sample. Also was found that the numbers of inhabitants, the familiar income, the ages of the inhabitants and the household-electric appliances ownership are representative factors of the consumption. The average consumption found was 163 kWh/month for apartment and the variable "squares of the apartment" revealed to be insufficient to indicate the forecast of consumption and demand due to it have low correlation coefficient with the consumption. This analysis results have great importance because they show that are necessary new updates in the consumption values and also that is necessary to discover new formularizations, which need to consider different variables that presented in oldies studies, to let us to know the real current consumptions of electric energy and help to make planning for the future.

Key words: energy, energy planning, building electric systems, energy efficiency, energy conservation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Primeiro gerador elétrico de Faraday.....	10
Figura 02: Jarro de lidem	13
Figura 03 – Retrato de Michael Faraday por Thomas Philips	18
Figura 04 -Thomas Alva Edison e seu mais famoso invento.....	19
Figura 05 -Tesla no laboratório de Springs, Colorado.....	21
Figura 06 – Primeiro poste de iluminação, localizado na antiga Avenida Beira-Rio, em frente à Estação de Força e Luz.	24
Figura 07 - Companhia Ferro-Carril do Jardim Botânico, Rio de Janeiro.....	25
Museu da Imagem e do Som.	25
Figura 08 – Evolução do consumo de energia elétrica residencial nos últimos anos.	29
Figura 09 - Participação por fonte na matriz energética do consumo final do setor residencial.	33
Figura 10 – Consumo final de eletricidade por setor.	35
Figura 11 – Evolução dos Bens de Consumo no Brasil	40
Figura 12 – Porcentagem de Produção de Energia Elétrica por Fonte	44
Figura 13 – Consumo de energia Equivalente e PIB por habitante de cada país.	47
Figura 14 – Consumo de Energia Residencial “per-capita” com dados normalizados de temperatura.....	50
Figura 15 - Comparação dos usos de energia para diferentes fins residenciais.	51
Figura 16 – Variação do Consumo para Condicionamento do Ar em função da Temperatura.....	54
Figura 17 – Curva de carga de um dia típico de uma amostra residencial e da parte referente à iluminação na linha pontilhada.....	59
Figura 18 – Formulário montado e usado no pré-teste.	80
Figura 19 – Confronto entre as porcentagens dos formulários esperados e adquiridos.....	90
Figura 20 – Distribuição da população por grau de instrução em porcentagem.	92
Figura 21 – Distribuição dos apartamentos por renda familiar.	95
Figura 22 – Distribuição dos Apartamentos por Área.....	97

Figura 23 - Distribuição dos Apartamentos por Classes de Números de Cômodos. .	98
Figura 24 – Distribuição da opinião quanto achar suficiente o número de tomadas no apartamento.	98
Figura 25 – Teste de verificação se o Consumo seguia uma distribuição Normal. .	104
Figura 26 – Teste de verificação se a variável CM seguia uma distribuição Normal.	105
Figura 27 – Histograma do consumo médio	106
Figura 28– Distribuição da freqüência do número de moradores por apartamento.	108
Figura 29 - Distribuição da freqüência do número de moradores “homens” por apartamento.	109
Figura 30 – Distribuição da freqüência do número de moradores “mulheres” por apartamento.	109
Figura 31 – Histograma das potências instaladas na amostra	118
Figura 32 – Curva de carga diária para amostra residencial – extrato 100-200 kWh/mês	120
Figura 33 – Desvios padrões horários das potencias horárias (p.u).....	121
Figura 34 – Curva de carga característica para os apartamentos da amostra pesquisada em Campinas.	122
Figura 35 – Histograma do fator de demanda corrigido	125
Figura 36 – Análise dos resíduos quanto à normalidade.....	138
Figura 37 - Espalhamento dos resíduos ao redor do valor nulo.	139
Figura 38 - Análise dos resíduos ordenados.	139

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Evolução do consumo de energia elétrica residencial nos últimos anos.	30
Tabela 02 – Participação por fonte na matriz energética do consumo final do setor residencial.	32
Tabela 03 - Evolução dos Bens de Consumo no Brasil entre 1970 e 1990	39
Tabela 04 - Evolução dos Bens de Consumo no Brasil – 1987 e 1996.....	41
Tabela 05 - Saturação de Novos Equipamentos em 1996	42
Tabela 06 – Consumo de energia para fins residenciais, considerando as porcentagens finais.	52
Tabela 07- Demanda de carga para instalações residenciais	62
Tabela 08- Fatores de demanda para iluminação e tomadas de uso geral residencial	64
Tabela 09 - Fatores de demanda para chuveiros, boiler e torneiras elétricas.	64
Tabela 10 - Fatores de demanda para aparelhos de ar condicionados tipo janela para residências.....	65
Tabela 11 - Fatores de demanda para motores.	65
Tabela 12 - Fatores de demanda para máquinas de solda a transformador, aparelhos de raios-X e galvanização.....	65
Tabela 13 - Empresas do Estado de São Paulo que usam a Metodologia do CODI para cálculo da demanda e as populações que elas representam.	68
Tabela 14 – Fator de demanda por classe e número de equipamentos.	70
Tabela 15 – Fator de diversificação da carga de edifício coletivo em função do número de apartamentos.	71
Tabela 16 – População total e número de habitantes em domicílios particulares permanentes.	76
Tabela 17 – População total e número de habitantes em domicílios particulares permanentes.	77
Tabela 18-Domicílios por tipo no município de Campinas.	77
Tabela 19-Domicílios por tipo no município de Campinas para 2004	77

Tabela 20-Determinação da amplitude da amostra de uma população finita para proporção dos elementos portadores do caráter considerados $p=0,5$ e coeficiente de confiança de 95,5%.....	78
Tabela 21 – Divisão administrativa de Campinas, população e expectativa dos formulários.....	79
Tabela 22 – Distribuição dos formulários por Regionais	88
Tabela 23 – Distribuição da população por idade.....	92
Tabela 24 – Distribuição dos apartamentos por quantidade e porcentagem em Reais e salários mínimos.....	95
Tabela 25 – Dados Estatísticos do Consumo de energia elétrica nos apartamentos da amostra.	101
Tabela 26 – Dados Estatísticos do Consumo de energia nos apartamentos da amostra com correções.	102
Tabela 27 – Cálculos dos dados estatísticos por apartamento pesquisado.	107
Tabela 28 - Equipamentos encontrados na amostra	112
Tabela 29 – Comparação entre as saturações de alguns equipamentos.....	113
Tabela 30 – Equipamentos encontrados adquiridos a menos de 05 anos da amostra	114
Tabela 31 – Dados Estatísticos da Potência instalada nos apartamentos da amostra.	116
Tabela 32 – Dados Estatísticos da Potência instalada corrigida nos apartamentos da amostra.	117
Tabela 33 – Fator K e intervalo de confiança usado nos desvios padrões.....	122
Tabela 34 – Dados Estatísticos do Fator de demanda.....	123
Tabela 35 – Dados Estatísticos do Fator de demanda corrigido.	124
Tabela 36 – Dados Estatísticos das demandas máximas por área.....	125
Tabela 37 dados de cálculos da regressão múltipla, considerando todas as variáveis.	130
Tabela 38 - Análise da variância do Consumo, considerando-se todas as variáveis.	131
Tabela 39 - Resultados do Consumo por “Área”.	133

Tabela 40 - Análise da variância do Consumo por “Área”	133
Tabela 41 - Resultados do consumo por Área e por Número de Aparelhos elétricos.	134
Tabela 42 – Análise da variância por Área e por Número de Aparelhos elétricos...	134
Tabela 43 dados dos cálculos da regressão múltipla, considerando as variáveis que mais representam o consumo.	135
Tabela 44 - Análise da variância por Área e por Número de Aparelhos elétricos. ..	136
Tabela 45 – Dados de potência, tempo de uso e consumo.	141
Tabela 46 – Cálculos estatísticos dos valores esperados.....	142
Tabela 47 – Cálculos estatísticos da diferença entre os valores esperados e observados do consumo.	143

SUMÁRIO

<i>FICHA CATALOGRÁFICA</i>	iv
<i>AGRADECIMENTOS</i>	vii
<i>RESUMO</i>	ix
<i>ABSTRACT</i>	xi
<i>LISTA DE FIGURAS</i>	xiii
<i>LISTA DE TABELAS</i>	xv
<i>SUMÁRIO</i>	xix
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivo	5
1.2. Organização do texto	7
2. HISTÓRICO DO USO DA ELETRICIDADE	9
2.1. Histórico do desenvolvimento da eletricidade	9
2.2. Histórico do uso da eletricidade no Brasil	23
2.2.1. Evolução do consumo residencial no Brasil.....	28
2.2.2. Uso da eletricidade e bens eletrodomésticos	35
2.3. Comparação do consumo de energia elétrica para fins residências entre o Brasil e outros países.....	43
2.3.1. Diferenças nas fontes de produção de eletricidade	43
2.3.2. Diferenças nos caminhos seguidos no desenvolvimento da eletricidade. 44	
2.3.3. Uso de energia para fins residenciais e economia.....	46
2.3.4. Diferenças climáticas	49
2.3.5. Diferenças no uso residencial.....	50
2.3.6. A demanda elétrica para aquecimento de água	54
3. DIFERENCIAÇÃO ENTRE CONSUMO E DEMANDA	57
3.1. Envolvimento da ABNT	60
3.2. Métodos clássicos de cálculo da potência instalada e da demanda	62

3.3.	Método de cálculo da demanda apresentado pelas grandes distribuidoras de energia do estado de São Paulo	67
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	73
4.1.	Tipo de pesquisa.....	73
4.2.	Delimitação do universo pesquisado.....	74
4.3.	Operacionalização da população pesquisada.....	76
4.4.	Elaboração do instrumento de coleta de dados	80
4.5.	Pesquisa de Campo.....	85
4.6.	Análise e interpretação dos dados	86
5.	RESULTADOS ENCONTRADOS	87
5.1.	Formulários válidos	87
5.2.	Resultados da população pesquisada – moradores.....	91
5.2.1.	Quantidade.....	91
5.2.2.	Sexo.....	91
5.2.3.	Idade.....	91
5.2.4.	Escolaridade	92
5.3.	Resultados da população pesquisada – apartamentos.....	94
5.3.1.	Quantidade de apartamentos.....	94
5.3.2.	Renda	94
5.3.3.	Área	96
5.3.4.	Número de cômodos.....	97
5.3.5.	Opinião quanto ao número de tomadas	98
5.4.	CONSUMO POR APARTAMENTO.....	100
5.4.1.	Média simples do consumo.....	100
5.4.2.	Média do consumo corrigido	101
5.4.3.	Média ajustada do consumo, expurgando-se dados extremos	102
5.4.4.	Variação do consumo – estudo de distribuição normal.....	103
5.5.	CRUZAMENTO DE ALGUMAS VARIÁVEIS.....	107
5.5.1.	Características do apartamento padrão da amostra	107

5.6.	Posse e uso dos aparelhos eletrodomésticos.....	111
5.6.1.	Dados estatísticos da posse dos equipamentos.....	111
5.6.2.	Dados estatísticos dos aparelhos com menos de cinco anos.....	113
5.7.	Demanda dos apartamentos.....	116
5.7.1.	Média simples da potência instalada.....	116
5.7.2.	Média da potência corrigida.....	116
5.7.3.	Distribuição das potências instaladas.....	117
5.7.4.	Fator de demanda esperado na amostra.....	118
6.	ANÁLISE ESTATÍSTICA DE REGRESSÃO LINEAR DAS VARIÁVEIS SIGNIFICANTES PARA EXPLICAR O CONSUMO DE ENERGIA E COMPARAÇÕES COM CONSUMO ESPERADO.....	127
6.1.	Análise de regressão múltipla com todas as variáveis.....	127
6.2.	Análise da variável “Área” e sua importância como indicadora do consumo.	133
6.3.	Análise das variáveis mais importantes para o cálculo do consumo.....	135
6.4.	Análise final dos Resíduos.....	138
6.5.	Análise dos consumos observados e comparações com as expectativas do PROCEL.....	140
7.	DISCUSSÕES SOBRE OS DADOS ENCONTRADOS.....	145
7.1.	Propostas de estudos futuros.....	150
8.	CONCLUSÕES.....	153
	REFERÊNCIAS.....	155
	ANEXOS.....	159
	Anexo 1 – Páginas do formulário.....	159
	Anexo 2 – Parte da página disponibilizada em meio eletrônico.....	161
	Parte da página disponibilizada em meio eletrônico - continuação.....	162
	Anexo 3 – Dados sobre a cidade de Campinas.....	163

Anexo 4 – Considerações sobre as instalações elétricas e como fazer uma inspeção nas mesmas.....	167
---	-----

1. INTRODUÇÃO

O governo Federal através do projeto “Luz Para Todos” pretende levar energia elétrica às residências de cerca de 12 milhões de pessoas consideradas como excluídas do acesso à eletricidade até o ano de 2008. (BRASIL, 2005).

Na análise do Ministério de Minas e Energia, a exclusão elétrica acontece nas localidades de menor Índice de Desenvolvimento Humano¹ e nas famílias de baixa renda.

Esse programa do governo tem como objetivo utilizar a energia como vetor de desenvolvimento social e econômico das comunidades, contribuindo para a redução da pobreza e aumento da renda familiar. Nas informações do governo, é afirmado: “A chegada da energia elétrica facilitará a integração dos programas sociais do governo federal, além do acesso a serviços de saúde, educação, abastecimento de água e saneamento”. (BRASIL, op. cit.).

Devido à importância da eletricidade, que exige um planejamento estratégico para o país, vários estudos têm sido elaborados com foco no uso da energia. Entre esses estudos estão os conhecidos como “estudos de gerenciamento pelo lado da demanda, que servem de apoio à definição de políticas públicas no setor”. (UNITED STATES OF AMERICA, 1997).

Estes estudos tentam entender como a eletricidade é utilizada na atualidade, para se estimar quais serão as necessidades futuras de energia e, desta maneira,

¹ Índice adotado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento desde 1990, que agrega além da renda e PIB per capita, a longevidade e instrução de cada país para fins comparativos e de planejamento de metas.

balizarem tomadas de decisões nos investimentos, de maneira a garantir que haverá suprimento no futuro.

Fazendo parte desses estudos, nas edificações são pesquisadas as necessidades atuais de energia, sua possível evolução e os fatores que mais influenciam essas necessidades para servirem de apoio às projeções das demandas residenciais, visando o planejamento do setor elétrico.

Com relação às edificações, também estão sendo feitos muitos outros estudos ligados à melhoria da eficiência energética das mesmas, como melhoria da utilização de iluminação natural, estudos comparativos de fontes energéticas para fins residenciais, desenvolvimento de materiais, processos e tecnologias que evitem ou diminuam o uso de condicionadores de ar, automação predial, edifícios inteligentes, etc. Estes estudos sempre procuram manter o foco no atendimento dos padrões de desempenho exigidos pelos usuários.

Nos projetos das edificações, esses estudos, tanto de eficiência quanto de verificação dos usos nos ambientes construídos, servem de base para os novos projetos.

Ao se projetar uma edificação, preocupa-se em atender as necessidades dos usuários, e para isso é necessário o conhecimento dessas necessidades e dos padrões de comportamento dos mesmos.

Uma aplicação direta desses estudos nos projetos se dá com relação à quantidade de energia que será necessária para satisfazer aos usuários. Para entendimento da quantidade, se estuda o consumo de energia e seu comportamento relacionado com o tempo em que ele é feito. Como a energia elétrica usa a fiação e

circuitos para chegar ao objeto de consumo final, os circuitos, tanto os cabos quanto os equipamentos que os irão compor, precisam ser dimensionados de acordo com a quantidade máxima de energia previsível para ser utilizada em um intervalo de tempo (geralmente é usada a demanda máxima diária).

Para resolver essas dúvidas das necessidades com a finalidade da promoção de um dimensionamento adequado, escapar das variáveis difíceis de serem mensuradas como tradições familiares, hábitos, valores culturais, etc., que estão relacionadas aos comportamentos dos usuários, se faz necessário procurar por aquelas variáveis que possam ser mensuradas ou balizadas e que sejam representativas dos padrões de comportamento, medi-las e correlacioná-las com o consumo de energia elétrica de maneira a encontrar a forma de relação entre elas, para que se monte um padrão que possa ser utilizado na previsão do uso da energia elétrica nos projetos futuros.

Atualmente existem muitas fórmulas para se estimar a quantidade máxima de energia elétrica utilizada diariamente (demanda máxima) e o consumo mensal, sendo que algumas dessas fórmulas são consideradas clássicas como as apresentadas por Niskier e Macintyre (2000), que sugerem que a demanda de um apartamento possa ser calculada em função das potências de iluminação e tomada de uso geral separadas das potências dos equipamentos de uso específico. Outras fórmulas, visando facilitar a aplicação pelos projetistas, apontam diretamente para a demanda de acordo com a área da edificação.

Mas será que somente variáveis simples ainda são representativas para os padrões atuais de consumo?

Tendo-se por hipótese, que hoje em dia outras variáveis possam ser mais representativas no uso da energia, pretendeu-se, através deste trabalho, estudar as inter-relações entre as variáveis passíveis de serem verificadas e que influenciam mais fortemente os hábitos de consumo e o valor real da energia mensal consumida. Por exemplo, acreditava-se que o número de habitantes de uma edificação deveria ter relação direta com a quantidade de energia consumida, e, assim foi uma das variáveis analisadas neste trabalho.

Para tornar essa pesquisa viável em sua execução, foi necessário restringir o universo pesquisado. Por isso optou-se por estudar uma amostra dos apartamentos residenciais em Campinas, de maneira que esta fosse representativa para toda a cidade.

Foram escolhidas variáveis que podiam agrupar os ocupantes das edificações, como distribuição por sexo, faixa etária e grau de instrução. Escolheram-se também variáveis que agrupavam características comuns das edificações como área, número de cômodos, renda familiar e posse de equipamentos eletrodomésticos.

Após esse agrupamento, confrontaram-se essas variáveis estudadas com o consumo de energia elétrica para procurar as relações entre as variáveis, e desta maneira, identificar as mais importantes.

1.1. Objetivo

Quais são as variáveis que mais influenciam o consumo da energia elétrica nos apartamentos residenciais de Campinas?

O uso real de energia elétrica nas residências está sempre vinculado ao comportamento dos usuários que pode seguir determinados padrões. Esses padrões de comportamento são influenciados por uma grande quantidade de variáveis e entre estas estão algumas difíceis de serem mensuradas como valores culturais das famílias, hábitos econômicos e financeiros, tradições, suscetibilidade a influências diversas como propagandas e modismos. Outras variáveis já são mais fáceis de serem mensuradas como horários padrões de início e final das atividades, tempos médio de uso de chuveiros, etc. As composições dessas variáveis acabam montando então os padrões de comportamento dos usuários.

O consumo de energia elétrica é uma variável de fácil verificação porque já é medido mensalmente. Outras variáveis que vinculam uso dos equipamentos com os horários em que eles estão funcionando, exigem medidores mais complexos para registro das potências e dos horários em que eles operam. Para solucionar todas essas dificuldades em se encontrar aspectos que influenciam os padrões de comportamento, pretendeu-se verificar na amostra considerada além do consumo, as variáveis gerais como número de habitantes na edificação, estrutura da composição etária, grau de instrução dos ocupantes, número de equipamentos atuais e correlacionando-as com o consumo verificar as que mais o influenciam.

Portanto este trabalho teve como objetivo verificar o consumo de energia elétrica em uma amostra de apartamentos residenciais de Campinas, confrontando esse consumo com algumas variáveis passíveis de serem mensuradas, procurando por análise estatística aquelas mais representativas para indicar o consumo, para que se possam formular previsões que as considerem nos projetos futuros em situações semelhantes.

Desta maneira, pode apresentar um modo mais flexível para uso dos projetistas no cálculo do consumo e da demanda, sendo que estes são usados no dimensionamento dos circuitos. Assim este trabalho pode auxiliar a promoção de economia ao se evitar superdimensionamentos.

Pode servir de apoio à definição de políticas públicas para o gerenciamento pelo lado da demanda, auxiliando as projeções do consumo de energia elétrica residencial e assim balizar o planejamento do setor elétrico. Por último, apresenta algumas considerações que também podem servir de base aos trabalhos de eficiência energética.

1.2. Organização do texto

O texto foi organizado na seguinte composição de capítulos, como segue:

O Capítulo 1 apresenta uma introdução, destacando a importância da eletricidade na vida moderna, dos estudos de conhecimento do consumo de energia elétrica e o objetivo da pesquisa.

O Capítulo 2 inclui uma revisão da literatura e mostra que o uso da eletricidade para fins residenciais tem menos de 100 anos, e por isso relaciona os seguintes temas: história do desenvolvimento da eletricidade, a evolução do consumo de energia para fins residenciais no país e destaca algumas considerações sobre consumo de energia pelos eletrodomésticos. Também apresenta uma comparação entre o uso da eletricidade no Brasil e outros países.

No Capítulo 3 é apontada a diferenciação entre consumo e demanda, o envolvimento da ABNT nos cálculos, os métodos clássicos de cálculo de consumo e demanda e o método de cálculo da demanda usado em Campinas, que é apresentado pelas grandes distribuidoras de energia do estado de São Paulo.

No Capítulo 4 são mostrados os materiais e métodos utilizados na pesquisa, com a descrição do tipo de pesquisa feita, escolha das características da amostra que foi pesquisada, elaboração dos formulários, expectativas da pesquisa de campo e como foram feitas a análise e a interpretação dos dados.

O Capítulo 5 apresenta os dados encontrados na pesquisa com referência aos formulários, moradores, apartamentos e consumo. Também apresenta os

resultados encontrados sobre os eletrodomésticos e fator de demanda médio encontrado.

No Capítulo 6 são mostradas análises estatísticas de regressão linear e as comparações entre os dados esperados de consumo por tabelas do Programa Nacional de Conservação de Energia elétrica (PROCEL) e os observados na pesquisa de formulários.

No Capítulo 7 são apresentadas algumas discussões complementares sobre os resultados encontrados e no Capítulo 8 são apresentamos as conclusões finais deste trabalho.

Nos anexos 1 e 2 são mostrados os formulários usados, em papel e meio eletrônico, respectivamente. No anexo 3 foram colocadas algumas informações sobre Campinas, cidade onde foi feita a pesquisa, para auxiliar trabalhos que pretendam verificar a semelhança entre as cidades e decidir sobre a aplicação das considerações aqui utilizadas. No anexo 4 foram colocadas algumas considerações sobre o estado das instalações encontradas e mostra um guia para inspeção das mesmas.

2. HISTÓRICO DO USO DA ELETRICIDADE

2.1. Histórico do desenvolvimento da eletricidade

De repente, ele exclamou: “Você vê, você vê, você vê George?” Quando o fio começou a revolver [...] nunca esquecerei o entusiasmo expresso em seu rosto e o brilho nos seus olhos [...] Lembrou George Barnard, cunhado de Faraday², em 1821[...] quando este último tinha 29 anos [...] e fez a descoberta do século. (BODANIS, 2004, p. 26).

Em seu experimento, Faraday usou um fio pendente ligado a uma pilha e escorado por um ímã: a base do motor elétrico, quando estudava as relações entre magnetismo e eletricidade (que na época ainda não se acreditava existir). Usou baixa potência, mas se aumentarmos as proporções, a força que fez girar o fio, pode arrastar outros objetos. Esse princípio é que move todos os motores elétricos e também é responsável pelo efeito inverso: uma força girando o fio ou o ímã, ser capaz de produzir eletricidade, base do dínamo e dos geradores de energia elétrica, que transformam energia mecânica em elétrica, ou dos motores, que fazem o contrário.

Desta maneira, o desenvolvimento dos motores e geradores, viabilizou a difusão do uso de energia elétrica como conhecemos na atualidade, permitindo que a eletricidade fosse aos poucos conquistando seu espaço, sempre com vínculo de seu uso com o desenvolvimento da tecnologia e de novos equipamentos.

² Michael Faraday, (1791-1867). Cientista inglês, que teve atuação importante tanto na química quanto na eletricidade. Descobriu o benzeno, as relações entre magnetismo e corrente elétrica e a eletrólise. Descobriu também a indução eletromagnética. Seus trabalhos fizeram com que ficasse conhecido como o mais ilustre representante da física experimental do século XIX.



Figura 01 - Primeiro gerador elétrico de Faraday.
Fonte: The Royal Institution of Great Britain.

A ampla utilização da eletricidade se dá por ser uma energia flexível no uso, podendo ser usada tanto para prover iluminação, ou como fonte de fornecimento de força motriz (nos motores) ou ainda como fonte de aquecimento. Seu uso também é muito defendido, por ser considerada uma “energia limpa” devido ao seu consumo não apresentar necessariamente resíduos poluentes. Apesar dessas considerações, uma publicação da revista eletrônica Inovação Tecnologia (2005) afirma que a geração de eletricidade no hemisfério norte é responsável pela emissão de 19 toneladas de mercúrio na atmosfera anualmente, o que corresponde a 40% do total das 48 toneladas anuais.

Sem tentar discutir o ponto de vista ambientalista ou o ponto de vista de sua utilidade social, é inegável reconhecer a evolução do uso da energia elétrica na matriz energética mundial, como será visto mais adiante.

Voltando ao histórico, as escritas mais antigas que referenciam sobre magnetismo e eletricidade são de Thales de Miletus (na Ásia Menor) datados de cerca de 585 a.C. cujo registro afirmava que imãs atraíam ferro porque tinham alma e que esta atração era devida a algo vivo ou a um deus. Thales ao promover atrito para limpar uma pedra de âmbar³, observou que esta pedra atraiu uma aparca de madeira. Isso deve ter deixado ele espantado e provavelmente fez experimentos com outros materiais.

Existem indicações de uma lenda de um pastor de nome Magnes estar subindo uma montanha quando seu cajado ficou preso a uma pedra de cor escura (magnetita) por força do magnetismo, que originou os nomes envolvidos. Essa lenda já era de conhecimento de Tales e por isso houve a associação entre as atrações.

Existem indicações que os orientais também já conheciam as propriedades dos imãs atraírem ferro, mas nada comprova essa hipótese.

Em escritas de Lucrecius (98 a.C. a 55 d.C.), “De Rerum Natura” (Na Natureza das Coisas), afirma-se que Epicurus (342-270 a.C.), descreve que todas as coisas eram feitas por átomos, inclusive a alma.

Também tenta justificar a atração do ferro pelo imã pela “influência”, que cria uma espécie de vácuo (espaço vazio) entre os elementos, que enfim provocava a atração.

³ Resina fossilizada, que tem consistência de cera, derivada de uma espécie extinta de pinheiro. Primordialmente foi observado atrair pedaços de palha picada por efeito da eletricidade estática.

Apesar de poucas tentativas de explicação do fenômeno, inclusive com a ascensão do cristianismo, somente por volta de 1600 o cientista inglês William Gilbert (médico da rainha Isabel I) descreveu a eletrificação de muitas substâncias (enxofre, vidro, lacre feito de resina) e inventou o termo eletricidade, derivada da palavra grega para o âmbar (hlector – pronunciada elector) que fazia referência ao Sol, devido ao brilho do âmbar. A maioria das pesquisas focava os motivos da atração da eletricidade estática e do magnetismo.

Após, foram desenvolvidas máquinas para gerar eletricidade estática (em 1663 por Otto von Guericke, na Alemanha – uma esfera girante feita de enxofre, que atraía palha quando friccionada). Estava batizada a eletricidade estática. Cinquenta anos mais tarde, Stephen Gray na Inglaterra, após muitas tentativas conseguiu transmitir a eletricidade por um condutor, separando uma vareta de vidro em uma extremidade e uma bola de marfim na outra, que atraiu uma pena quando o vidro foi friccionado. Também descobriu os isolantes e os empregou para proteger os condutores.

Em 1675, Robert Boyle descobriu que a atração e repulsão eram mútuas e em 1734. C. F. Du Fay reconheceu os dois pólos da eletricidade, repetindo o experimento de von Guericke, mas descrevendo os fenômenos de atração e repulsão envolvidos.

Em 1747, William Watson descarregou eletricidade estática em um circuito, abrindo um novo campo de experimentação, Henry Cavendish, mediu a condutividade dos materiais (comparou os choques simultâneos que recebia através

dos materiais), e Charles A. Coulomb em 1785, expressou matematicamente a atração de corpos eletrificados.

Ressalta-se aqui que o choque elétrico já era usado desde 1746, e um relato do professor de Lidem, Holanda, Pieter van Musschenbroek, afirma que usou um jarro com água revestido internamente e externamente por metal e um gerador de eletricidade ligado a um grampo preso na rolha que tampava o jarro.

Ao friccionar o gerador, acumulava-se eletricidade estática nas laminas. Ao enfiar a mão no jarro, recebeu toda a eletricidade. Seu objeto ficou conhecido como jarro de lidem (uma espécie de capacitor que tentava concentrar a eletricidade – mostrado na figura 2).



Figura 02: Jarro de Lidem

Fonte: Sparkmuseum (www.sparkmuseum.com/Leyden.htm)

Sua experiência pessoal foi registrada como dramática, talvez por isso, esse experimento foi repetido diversas vezes e usado para servir de entretenimento. Um acadêmico francês, Le Monnier, deu choque em 140 pessoas da corte na presença

do rei e escreveu: "... É singular ver a multiplicidade dos diferentes gestos e escutar a exclamação instantânea das pessoas surpreendidas pelo choques".

O Jarro de Lidem inspirou Benjamin Franklin a estudar o fenômeno e a elaborar seu famoso experimento do papagaio de seda. Ligou o fio do papagaio a um condutor através de uma chave. Tocou na chave, sentindo choque elétrico. Ligou então o grampo da garrafa de Lidem na chave conectada ao papagaio e o Jarro ficou completamente carregado.

Benjamin Franklin e Ebenezer Kinnersley da Filadélfia nomearam mais tarde os pólos de positivo referenciando a um corpo que tem excesso de eletricidade e negativo a um corpo apto a receber eletricidade.

Um interesse novo começou com a invenção da bateria. Luigi Galvani (doutor e professor de anatomia) tinha observado (em 1786) que a descarga de eletricidade estática, oriunda do uso de materiais diferentes, provocou uma violenta contração nas pernas de um sapo ao dissecá-lo. Repetiu o experimento diversas vezes e começou a trocar os materiais, pois geralmente usava um gancho de bronze para prender as partes do sapo. A experimentação conseqüentemente produziu uma pilha simples, usando os líquidos da perna do sapo como um eletrólito e o músculo como um circuito e indicador. Também descobriu a função dos nervos na transmissão de mensagens do cérebro para os músculos usando impulsos elétricos. Ele também acreditava ser a eletricidade o fluido da vida (chamou de eletricidade animal). Isso é fácil de imaginar, pois o sapo que fez seu experimento inicial estava morto e mesmo assim mexeu a perna devido ao impulso elétrico.

Alessandro Volta, físico italiano, duvidava da "eletricidade animal".

Ele melhorou a eficiência do Jarro de Liden e observou que as pernas de rã não se moviam se estivessem em contato com apenas um metal. Construiu um gerador de eletricidade estática em 1775, e depois começou a estudar a química dos gases e por discordar das teorias de Galvani, procurou as reações químicas que poderiam produzir eletricidade, acreditando ser um fenômeno físico e assim montou a pilha “voltaica”. Para isso testou diversos materiais como cobre, zinco, prata, e em 1800 escreveu para a Royal Society of London, instituição fundada em 1799 e que teve importantíssimo papel em várias descobertas científicas nas áreas da mecânica, física e química. Seu primeiro diretor foi Humphry Davy Cornishman⁴.

Humphry Davy colocou os dois terminais da bateria em um vaso com água e observou a formação de bolhas. Lembrou-se das suspeita de outros dois pesquisadores, Wilian Nicholson e Sir Anthony Carlisle de que os gases se tratavam de hidrogênio e oxigênio (eletrólise da água). Desta forma, com uma fonte de corrente contínua provida pelas pilhas de Volta, foi possível a realização de vários testes e descobertas iniciando-se o desenvolvimento da eletroquímica experimental.

Em 1813, Michael Faraday iniciou a sua brilhante carreira, realizando pesquisas e elaborando teorias que constituíram os fundamentos da eletroquímica e do eletromagnetismo. Seus estudos realizados sobre a eletrólise usando soluções de sais, ácidos e bases, serviram para obter as leis básicas da eletrólise (1834), relacionando a ação química produzida pela corrente e a quantidade de eletricidade.

⁴ Em uma palestra de Davy, Faraday se apresentou e posteriormente foi adotado como aprendiz. Colocado em contato com o mundo científico, acabou provocando disputas em suas descobertas, sendo posteriormente reconhecido que as mesmas eram de sua autoria.

Finalizando a explanação sobre baterias⁵, John F. Daniell continuou as pesquisas de Alessandro Volta, chegando a uma pilha muito mais eficiente e esta levou o físico francês Gaston Plante à descoberta da bateria de chumbo ácido em 1959, seguida da moderna bateria seca desenvolvida poucos anos depois por outro francês, Georges Leclanché.

Continuando com o desenvolvimento da eletricidade, em 1819 Hans C. Oersted descobriu que um campo magnético circunda um fio carregado. Nos dois anos seguintes, André Marie Ampère formulou matematicamente diversas leis eletromagnéticas, e fez diversas descobertas, como a de que o campo magnético tem forma circular ao redor de um fio e também o ganho nos campos magnéticos com o uso de espirais.

D. F. Arago inventou o eletroímã, G. S. Ohm (1827) relacionou a corrente, tensão e resistência, criando a famosa Lei de Ohm e J. P. Joule pesquisou o aquecimento elétrico (publicado em 1841).

Em 1873 James C. Maxwell desenvolveu equações que descreviam o campo eletromagnético, e predisse a existência das ondas eletromagnéticas que viajam na velocidade de luz. Heinrich R. Hertz confirmou esta predição experimental, e Marconi empregou primeiramente estas ondas no desenvolvimento do rádio (1895).

O campo das comunicações assume um papel cada vez mais importante na vida moderna e isso só foi possível devido à ligação das descobertas entre

⁵ Atualmente as baterias continuam em desenvolvimento. As baterias primárias (pilhas alcalinas e outras) e baterias secundárias (chumbo-ácido, níquel-cádmio, níquel-hidreto, lítio, etc.) são empregadas geralmente em equipamentos eletro-eletrônicos portáteis. Mas o uso de sistemas que geram energia química em elétrica não se limita a equipamentos eletro-eletrônicos. As células a combustível têm sido empregadas para gerar energia elétrica nas naves espaciais (por exemplo, no ônibus espacial Columbia, com uma potência média de 7 kW). Plantas de energia de células a combustível podem ser encontradas na cidade de Tóquio com potência de 4,5 MW.

eletricidade e magnetismo, possibilitando a transmissão de mensagens por meio de sinal elétrico. Desta maneira, foi possível a criação do telégrafo sem fio, que foi construído por Édouard Branly empregando um tubo de limalha de ferro, um galvanômetro e uma bateria.

Em 1829, o pintor Samuel Finley Breese Morse, ficou encantado com a possibilidade de enviar mensagens através da eletricidade e desenhou uma máquina que originou o telégrafo. Porém, somente conseguiu mostrar as vantagens de seu invento em 1844.

Alexander Graham Bell nasceu na Escócia em 1847 e tentou melhorar o telégrafo, mas fracassou e voltou-se para o uso de diafragmas vibrando, causando variações no campo magnético e transmitindo essa variação por meio de fios. Conseguiu aperfeiçoar e o apresentou com Watson em 1876.

John Ambrose Fleming inventou (1904) o diodo retificador valvulado a vácuo como um detector para o rádio de Marconi. Três anos mais tarde, Lee De Foresta transformou o diodo em um amplificador adicionando um terceiro eletrodo, e a eletrônica tinha começado.

Retornamos então a descoberta de Faraday, que montou o primeiro motor elétrico como mencionado no início do capítulo, porém, sua aplicação prática demorou cerca de 10 anos, até que Faraday (e quase simultaneamente, Joseph Henry) inventaram o gerador elétrico, possibilitando a criação das primeiras usinas geradoras, cerca de 50 anos mais tarde. Faraday trabalhou com corrente contínua, gerando os dínamos.



Figura 03 – Retrato de Michael Faraday por Thomas Phillips
Fonte: Wikimedia Commons.

Não poderíamos encerrar este capítulo sem mencionar o uso de energia para fins de iluminação. Em 1878 Thomas Alva Edison começou a trabalhar na procura de um material que resistisse a passagem de corrente sem queimar, podendo gerar luz. O conceito de resistência e de possibilidade de seu aproveitamento em substituição às lâmpadas de carvão já era conhecido. Conseguiu seu intento acoplando os conceitos de aquecer o filamento da lâmpada com o de isolá-lo do oxigênio, evitando assim sua combustão.

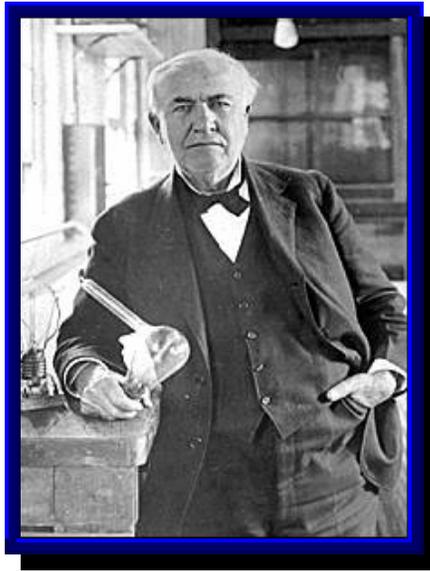


Figura 04 - Thomas Alva Edison e seu mais famoso invento.
Fonte: The Papers - The State University of New Jersey

Em 1881 levou a idéia para Nova Iorque e começou a planejar a montagem de uma usina elétrica na maior cidade do país. Teve muitos problemas, mas em 1882 acendeu o primeiro serviço de iluminação na cidade.

A partir dessa data, os serviços de eletricidade expandiram e se propagaram pelo mundo todo. A sociedade sofreu mudanças enormes devido à iluminação noturna a um preço barato.

Apesar de serem encontradas muitas informações que referenciam os grandes feitos de Edison (patenteou cerca de 3000 inventos) não se poderia apresentar um trabalho científico sem mostrar o outro lado da história. Um fã croata de Edison, que sonhava em conhecê-lo, Nikola Tesla, esperava que juntos pudessem revolucionar o mundo. Estudou em Graz, na Áustria e se rebelava com a idéia de uso somente da corrente contínua para distribuição de energia elétrica.

Em 1884, já trabalhava para uma das companhias de Edison em Paris quando, aos 28 anos de idade, viajou à Nova York. Mas o encontro com Edison não foi harmônico como sonhara. Edison certamente não tinha a menor intenção em colaborar com qualquer esquema de corrente alternada.

Tesla prometeu a Edison aumentar a eficiência de dínamos em 25% em dois meses. Sem acreditar, Edison disse a Tesla que se ele assim conseguisse, ele lhe pagaria cinqüenta mil dólares.

Tesla conseguiu cumprir com a promessa, mas Edison recusou-se a honrar o acordo, dizendo que estava apenas brincando. Irado, Tesla demitiu-se e nunca mais trabalhou com Edison.

Porém o grande achado de Tesla foi o de posicionar duas bobinas em ângulo reto e alimentá-las com corrente alternada defasadas em noventa graus, fazendo um campo magnético girar, sem a necessidade do comutador utilizado em motores de corrente contínua.

Seus feitos são amplamente utilizados e importantes na atualidade. Entre eles destacam-se: descoberta dos sistemas polifásicos, uso de ondas eletromagnéticas para uso em radares, lâmpadas a arco, bobinas e tubo amplificado a vácuo (base dos rádios e dos televisores) e máquinas de raio X.

Sua maior pesquisa, no entanto foi em encontro à transmissão de energia elétrica sem fio e como esperado, teve grande oposição e falta de auxílio por todos os interesses envolvidos.

Ao associar-se a George Westinghouse, passou a este último muitas de suas patentes. Westinghouse tornou-se um grande empreendedor nos sistemas de

energia elétrica em corrente alternada e saiu vencedor na disputa com Edison (que imperava no uso da corrente contínua), devido à possibilidade de transmissão em grandes distâncias pelo uso dos transformadores que só funcionam em alternada.

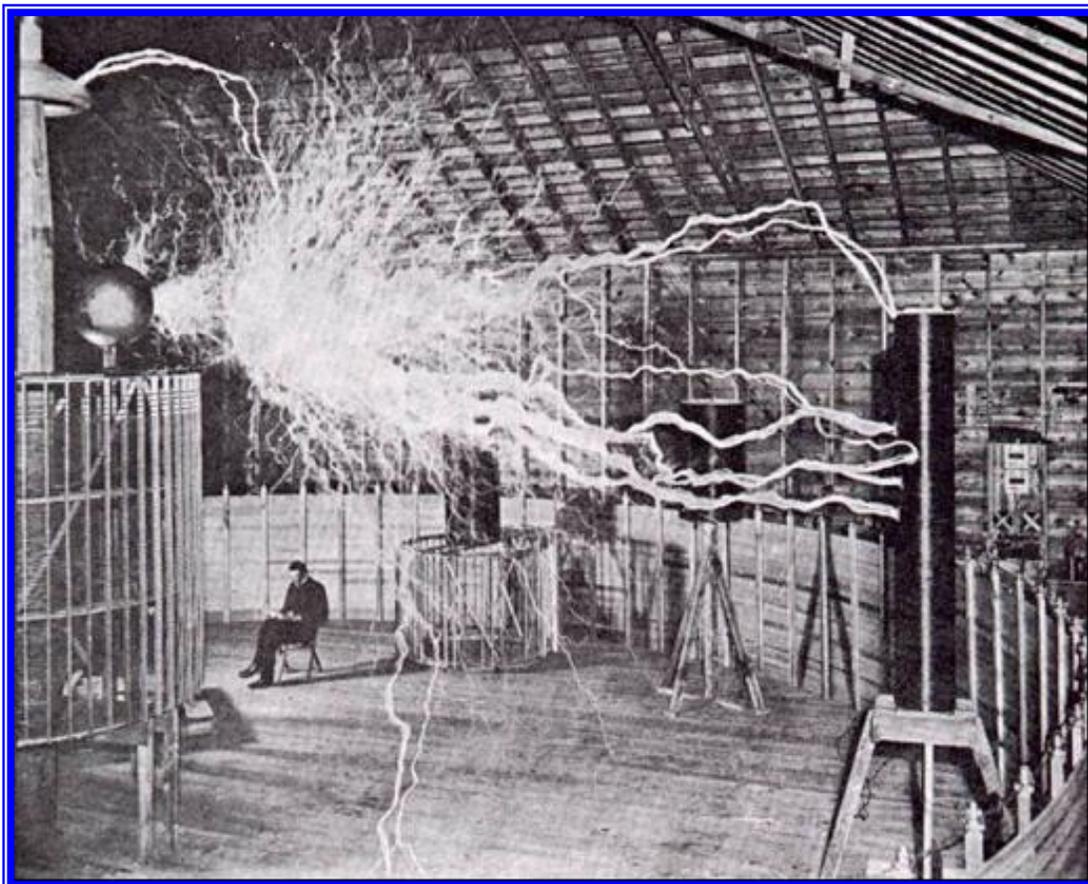


Figura 05 - Tesla no laboratório de Springs, Colorado.
Fonte: Wikipedia – The Free Encyclopedia

É mostrada na figura 5 uma montagem fotográfica para fins publicitários (de acordo com as notas do próprio Tesla), onde se vê o mesmo sentado na estação experimental de Springs, Colorado, com seu “Transmissor Ampliado”. Os arcs são aproximadamente de 7 m de comprimento.

Após a Segunda Guerra Mundial, principalmente as indústrias americanas aplicaram seus esforços a inúmeras aplicações da eletricidade. Um dos mais notáveis equipamentos que teve grande expansão foi a televisão e toda a gama de equipamentos que deram início à era da eletrônica.

Como visto nesse pequeno histórico, no começo do século 20, a eletricidade foi invadindo cada vez mais as grandes cidades e teve papel de agente transformador mundial, criando novos equipamentos, possibilitando alterações na industrialização e mudando definitivamente o modo de vida de milhões de pessoas, principalmente a partir da segunda metade do século 20.

De maneira impressionante, passamos de uma vida sem eletricidade para uma dependência quase que total da mesma nos processos produtivos e de desenvolvimento.

A seguir são mostrados um pouco mais da história do uso da eletricidade no Brasil.

2.2. Histórico do uso da eletricidade no Brasil

As primeiras linhas de telégrafo do país foram inauguradas em 1852, na cidade do Rio de Janeiro e em 1877 foi inaugurada a primeira linha telefônica, também no Rio de Janeiro, que foi a capital do país até 1960 (MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 1999). Desta maneira a eletricidade teve seu primeiro uso direcionado às telecomunicações.

De acordo com os dados da Eletrobrás, a iluminação iniciou-se no Brasil em 1879, na mesma época em que ocorreu na Europa e Estados Unidos, logo após o invento do dínamo e da lâmpada elétrica. Esse início se deu com a concessão de D. Pedro II dada a Thomas Alva Edison do privilégio de introduzir no país os aparelhos e os processos de seu invento. Neste mesmo ano inaugurou-se a primeira iluminação pública na Estação Central da Estrada de Ferro D. Pedro II, atual estrada de Ferro Central do Brasil. Portanto este segundo uso da eletricidade foi referente ao uso em iluminação pública. Em 1883 foi inaugurada em Campos – RJ o primeiro serviço público de luz elétrica da Brasil e da América do Sul.

Neste mesmo ano de 1883, foi inaugurada em Diamantina, Minas Gerais, a primeira usina hidrelétrica do país, com dois dínamos acionados por roda d'água, com a finalidade de movimentar duas bombas de desmonte hidráulico que revolviam o terreno com jatos d'água, para a procura de diamantes.

É mostrada na figura 06 a foto do primeiro poste de iluminação Pública do Brasil, instalado na antiga Avenida Beiro-Rio, Rio de Janeiro – RJ.

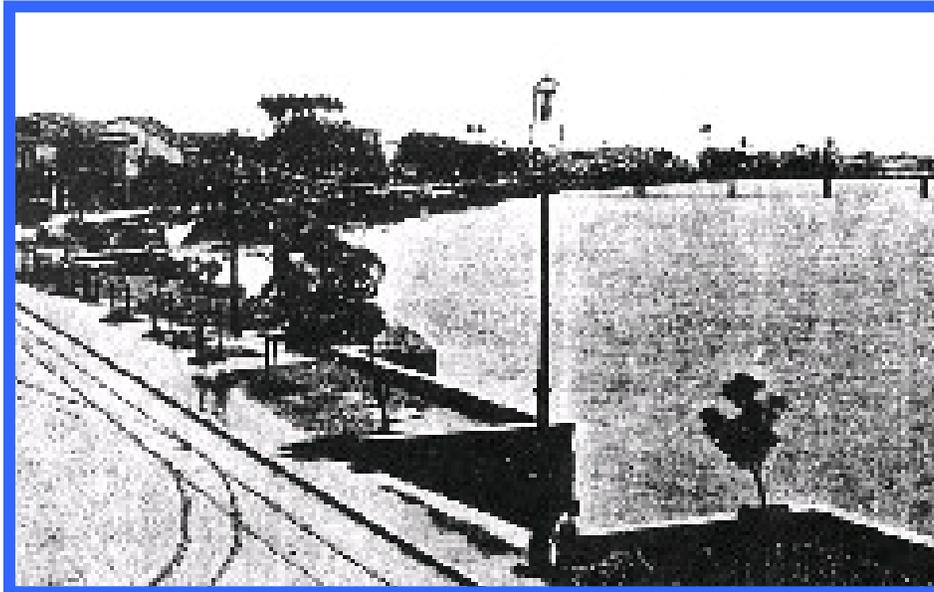


Figura 06 – Primeiro poste de iluminação, localizado na antiga Avenida Beira-Rio, em frente à Estação de Força e Luz.

Fonte: CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE – 1999

Em 1883 foram feitas as primeiras experiências em transporte com tração elétrica em Niterói, mas somente em 1892 foi inaugurada, no Rio de Janeiro, pela Companhia Ferro-Carril do Jardim Botânico, a primeira linha de bondes elétricos instalada em caráter permanente do país, caracterizando assim o terceiro uso da eletricidade.

Para ilustração, é mostrado na figura 07 o bonde do Jardim Botânico, pertencente à Companhia Ferro-Carril do Jardim Botânico.

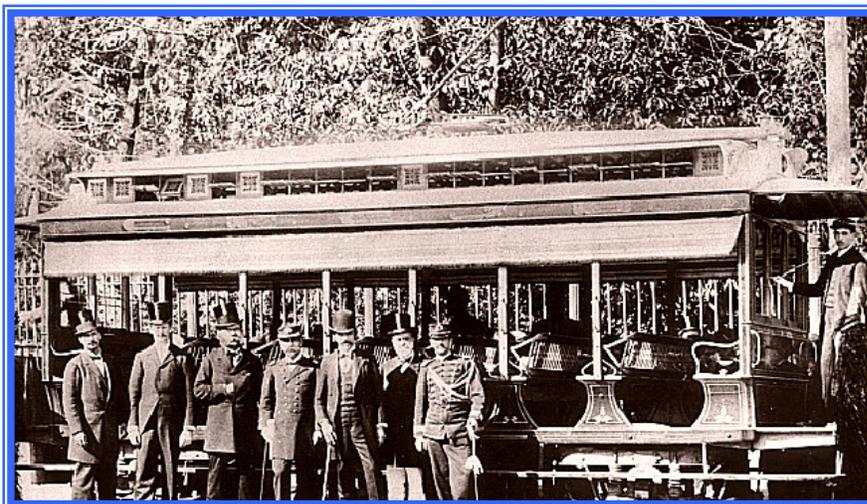


Figura 07 - Companhia Ferro-Carril do Jardim Botânico, Rio de Janeiro.
Museu da Imagem e do Som.
Fonte: CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE – 1999

O desenvolvimento da eletricidade se deu de maneira paralela ao desenvolvimento petrolífero e estes dois insumos energéticos foram as bases do desenvolvimento mundial.

Já no começo do século, os serviços de geração de energia elétrica foram se expandindo em etapas, com o aproveitamento geralmente dos recursos naturais das quedas d'água, caracterizando o aproveitamento hidrelétrico como a principal fonte energética no país. Outras fontes, como o carvão, também foram utilizadas para geração de energia e proliferando sua utilização nas cidades.

Em 1912 foi criada em Toronto a holding Brazilian Traction, Light and Power Company Ltd. que unificou as empresas do grupo, assumindo a maior parte dos serviços de eletricidade, bondes e telefones do eixo Rio-São Paulo. O Setor de energia assumia também aqui o processo de monopolização.

A partir de 1930, com todas as conseqüências da crise de 29 e a deterioração das relações entre os países europeus, que os conduziu a Segunda Guerra Mundial, havia dificuldades para importação do carvão mineral e na cidade de São Paulo iniciou-se a desativação de 10 mil lampiões a gás, sendo estes substituídos por luz elétrica (BADANHAN, 2001).

Com relação à presença do Estado, o Brasil seguiu seu processo de expansão sob o modelo Keynesiano⁶.

O primeiro texto de lei brasileiro aprovado pelo Congresso Nacional para regulamentação do uso de eletricidade no Brasil consta como sendo de 1903, porém a presença do Estado se resumiu as medidas isoladas de regulamentação até a década de 30. Em 1934 foi promulgado o Código de Águas, incorporando os recursos hídricos à União e cabendo a esta o poder de autorizar ou conceder o aproveitamento de energia hidráulica.

Em 1943 iniciou-se então o período de estatização do setor elétrico, e a empresa Furnas foi criada em 1957. Neste mesmo ano, foi criada a Comissão Estadual de Energia Elétrica (CEEE), responsável pelo plano geral de eletrificação para todo o Estado do Rio Grande do Sul, constituindo-se no primeiro projeto de eletrificação regional do país. Em 1945 foi criada a primeira empresa de eletricidade de âmbito federal, a Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF).

Ao longo da década de 50, seguindo a prática de absorção das empresas estrangeiras, praticamente todos os estados da federação constituíram empresas estatais de energia elétrica. (MARTINS, 1999).

⁶ Do economista John Maynard Keynes, que reformulou os fundamentos do capitalismo, valorizando o intervencionismo moderado do Estado em oposição ao liberalismo radical (BADANHAM, 2001).

Outras empresas estaduais foram criadas e em 1961 foi criada a Eletrobrás, dando uma coordenação central a todo o sistema elétrico.

Em 1974 foi criada a Empresas Nucleares Brasileiras S. A., (NUCLEBRÁS), sucessora da Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear (CBTN), de economia mista, subordinada ao Ministério das Minas e Energia, monopolizando todas as atividades ligadas à indústria nuclear no país. Em 1984 entrou em operação a Usina de Itaipu, maior hidrelétrica do mundo até 2005.

Em 1995 foi feito o leilão de privatização da empresa Espírito Santo Centrais Elétricas S. A, (ESCELSA), inaugurando-se uma nova fase no setor elétrico brasileiro, adotada de acordo com a política do Plano Nacional de Desestatização (PND), sendo que a maioria das privatizações das distribuidoras ocorreram até o final de 1998.

Uma grande crise no Setor de Energia Elétrica nos Estados marca o início do século XXI, mostrando que com a ampliação do consumo, o modelo liberal norte-americano não foi capaz de induzir as empresas privadas em novas fontes de geração. No Brasil, em situação semelhante e motivada por falta de investimentos nos anos anteriores, associada a um período hidrológico desfavorável, adota-se o racionamento de energia elétrica ocorrido entre 2000 e 2001.

Desta maneira, o uso da eletricidade tem pouco mais de 100 anos no país, e os grandes investimentos em geração de energia estão registrados no início da década de 20, quando cerca de 300 empresas serviam a 431 localidades do país,

dispondo de capacidade instalada de 354.980 kW, sendo 276.100 kW em usinas hidrelétricas e 78.880 kW em usinas termoeletricas.

2.2.1. Evolução do consumo residencial no Brasil

A difusão da eletricidade para o uso residencial foi lenta. Iniciou-se com iluminação também na cidade do Rio de Janeiro e somente depois veio o desenvolvimento dos eletrodomésticos.

Após a Segunda guerra mundial, a demanda começou a ultrapassar a oferta de energia elétrica. Contribuíram para isso tanto o crescimento da população urbana como o avanço da indústria, e também do comércio e dos serviços, iniciando um período de racionamento de energia nas principais capitais brasileiras. (MARTINS, 1999).

Ao longo da década de 70, devido ao “milagre econômico” o consumo de energia elétrica *per capita* anual subiu de 430 kWh/hab. para 1.025 kWh/hab. Em 1990, o consumo *per capita* de energia elétrica chegou a 1.510 kWh/hab., com 37% de participação da energia elétrica no balanço energético nacional (id.).

Para ilustrar esse crescimento, mostra-se na figura 8, a evolução do consumo de energia elétrica residencial desde a década de 1970, no Brasil, em tep⁷. Para melhorar a visualização, os dados foram colocados de 2 em 2 anos

⁷ Tonelada equivalente de petróleo. Unidade de medida de energia equivalente, tendo o petróleo por convenção, 10.000 Mcal/ton. Porém as fontes têm eficiências diferentes em seus processos de geração de energia. O Ministério de Minas e Energia adota como fator de conversão 0,086 tep/MWh para eletricidade.

Nota-se na figura que o crescimento do consumo no setor apresentava uma curva com características de exponencial e também fica nítida a queda neste consumo devido ao racionamento de energia ocorrido entre 2000 e 2001.

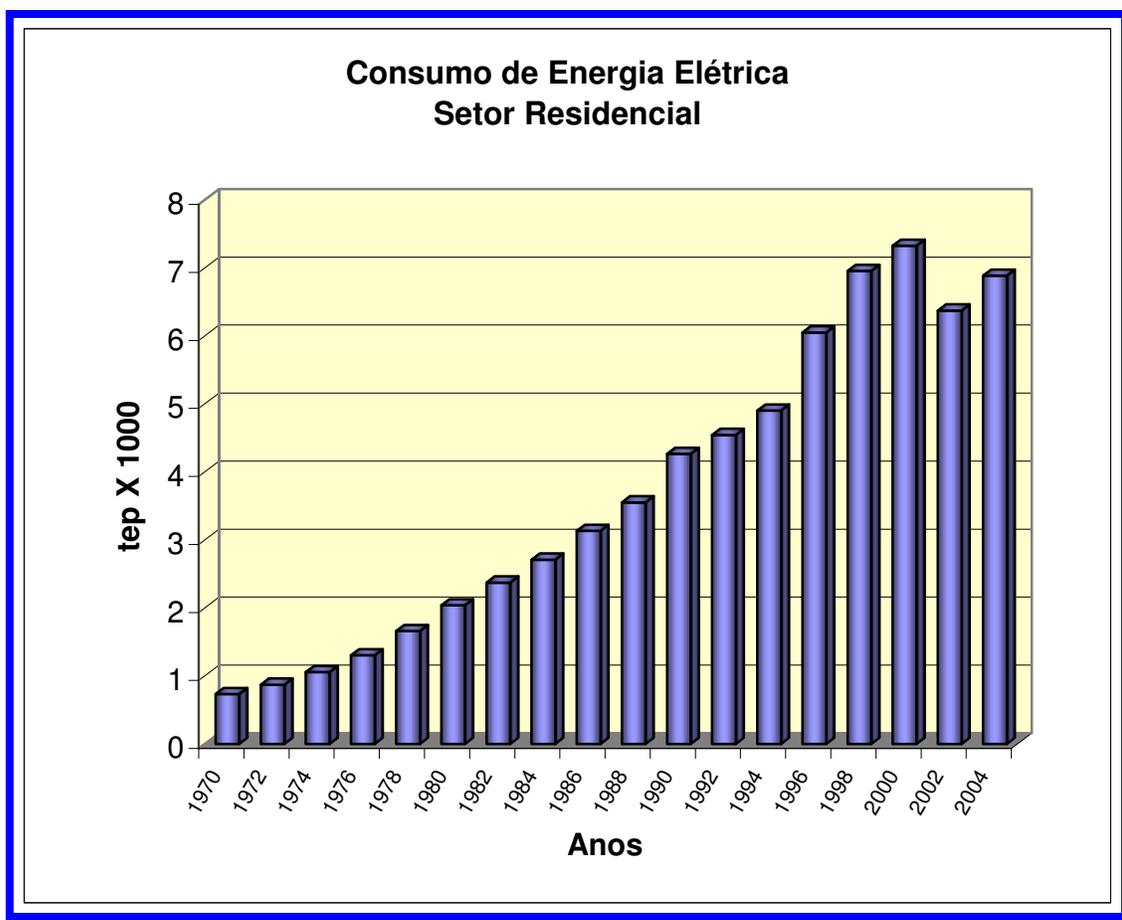


Figura 08 – Evolução do consumo de energia elétrica residencial nos últimos anos.
Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2005.

Os dados da figura 08 constam da tabela 01:

Ano	Consumo de Eletricidade		Consumo por hab.	Ano	Consumo de Eletricidade		Consumo por hab.
	GWh	tep	Tep/hab		GWh	tep	Tep/hab
1970	8365	0,7328	0,0898	1988	40534	3,5508	0,2862
1972	9932	0,8700	0,1007	1990	48666	4,2631	0,3320
1974	12020	1,0530	0,1150	1992	51865	4,5434	0,3422
1976	14877	1,3032	0,1350	1994	55952	4,9014	0,3577
1978	18946	1,6597	0,1634	1996	69056	6,0493	0,4281
1980	23263	2,0378	0,1913	1998	79378	6,9535	0,4775
1982	27071	2,3714	0,2132	2000	83613	7,3245	0,4882
1984	30926	2,7091	0,2347	2002	72752	6,3731	0,4124
1986	35755	3,1321	0,2616	2004	78577	6,8833	0,4327

Tabela 01 – Evolução do consumo de energia elétrica residencial nos últimos anos.

Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2005.

Reforça-se que os dados referem-se somente ao consumo residencial e ao verificar-se o consumo por habitante, este também mantém a tendência crescente, como apresentado na última coluna. Isto reforça a idéia de que o brasileiro consome cada vez mais energia elétrica nas residências.

De acordo com Martins (1999), no período de 1990 a 1994, o mercado de energia elétrica mostrava um crescimento anual da ordem de 3,7% (enquanto o Produto Interno Bruto (PIB) cresceu na ordem de 2,3% ao ano). Entre 1994 e 1997, os crescimentos foram de 5,3% ao ano para o consumo e de 3,6% para o PIB.

Uma avaliação feita do Plano Decenal de Expansão do Setor Elétrico para o período 2000 a 2009 estimava potencial de investimentos no setor elétrico da ordem de US\$4,5 a 5,5 bilhões/ano para expansão do setor, enquanto na matriz energética brasileira, estimava um potencial total da entre US\$8,5 e 10,5 bilhões/ano. (ECONOMIA E ENERGIA, 2000).

Já no Plano Decenal de Expansão do Setor Elétrico para o período 2003 a 2012, elaborado pelo Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos

Sistemas Elétricos (CCPE) aponta no período de 2003 a 2012, para um crescimento de 6,1% ao ano (considerado no cenário de referência) para o mercado de energia elétrica no país (BRASIL, 2003).

Como também se percebe na figura 8, os efeitos do racionamento de energia ocorrido entre 2000 e 2001 foram significativos, e o Plano Decenal citado previa que somente haveria um retorno ao valor de 170 kWh/mês por habitante em 2008 (também no cenário de referência).

Também de acordo com os dados da Eletrobrás, é afirmado que as classes de consumo residencial, comercial e rural obtiveram expressivos ganho de participação, enquanto o segmento industrial teve participação menor neste crescimento, justificado principalmente pela utilização de tecnologias mais eficientes no uso final da eletricidade, aliadas às medidas de racionalização de consumo postas em prática especialmente na década de 90. (ACHÃO, 2003).

Finalizando a análise, o Balanço Energético Nacional (BEN) aponta para um crescimento de 4,6% no consumo de energia elétrica em 2005 relativos a 2004, enquanto a população no mesmo balanço é mostrada com um crescimento de 1,4% (BRASIL, 2006).

Para ilustrar a evolução do consumo de eletricidade na matriz energética brasileira, são apresentadas na figura 09 e na tabela 02, as porcentagens de participação das fontes de energia e suas evoluções desde 1972, no consumo residencial brasileiro.

PARTICIPAÇÃO DAS FONTES (%) NA MATRIZ ENERGÉTICA RESIDENCIAL E SUA EVOLUÇÃO							
ANO	GÁS NATURAL	LENHA	GLP	QUEROSENE	GÁS CANALIZADO	ELETRICIDADE	CARVÃO VEGETAL
1972	0,0	84,7	6,8	1,9	0,4	3,8	2,4
1976	0,0	79,7	9,1	1,7	0,4	5,8	3,2
1980	0,0	71,6	13,0	1,4	0,4	9,6	4,0
1984	0,0	61,7	18,1	1,1	0,5	13,9	4,7
1988	0,0	51,2	24,6	0,9	0,5	18,7	4,0
1992	0,0	42,9	28,9	0,6	0,5	24,1	3,0
1996	0,3	32,1	32,9	0,3	0,4	31,8	2,1
2000	0,5	31,8	30,6	0,2	0,3	34,7	2,0
2004	0,8	37,8	27,3	0,1	0,0	31,6	2,4

Tabela 02 – Participação por fonte na matriz energética do consumo final do setor residencial.

Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2005.

Como visto na tabela 02 e na figura 09, a eletricidade vem ampliando sua participação na matriz energética. Tal fenômeno é devido a vários fatores, entre eles destaca-se a diminuição do uso da lenha nesta matriz, facilmente observado no gráfico. Outros fatores importantes apontados são: atendimento à demanda reprimida, através de novas ligações elétricas (157 mil novas ligações por mês em 2000), aumentando o número de domicílios atendidos por eletricidade de 45% do total em 1970 para 96% em 2000.

Participação das Fontes em Porcentagem na Matriz Energética Residencial Brasileira e sua evolução

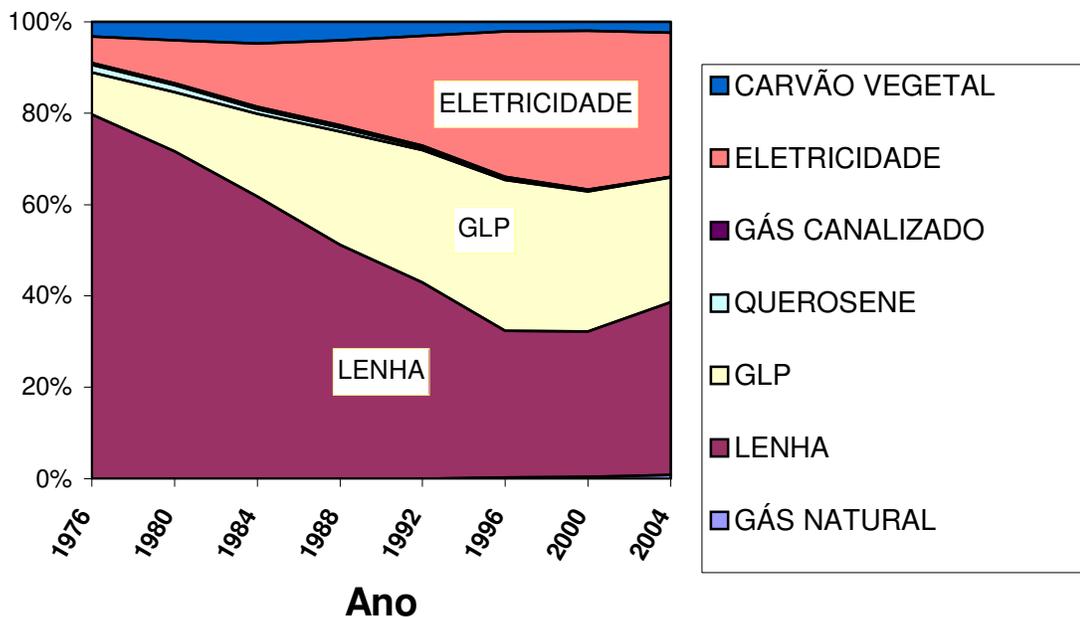


Figura 09 - Participação por fonte na matriz energética do consumo final do setor residencial.
Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2005.

Outro fator também apontado é a melhoria do fator econômico conseguido com a estabilização da moeda, proporcionando aumento na aquisição de equipamentos eletro-eletrônicos, fazendo que o consumo médio residencial passasse de 148 kWh/consumidor/mês em 1994 para 179 kWh/consumidor/mês em 1998. Um último fator apontado é chamado de efeito de “encasulamento” que significa uma concentração das atividades profissionais e de lazer nas residências observada nos grandes centros urbanos. (ACHÃO, 2003).

Em matéria publicada em 15 de Abril de 2005 no jornal Valor Econômico, foi entrevistado o presidente do grupo CPFL Energia, Wilson Ferreira Júnior, sobre o aumento do consumo de energia residencial e este informou que o consumo teve crescimento médio de 5,1% em toda a área de concessão do grupo, somente no primeiro trimestre de 2005, comparado com o mesmo período de 2004. “Esse crescimento aponta para uma recuperação aos níveis de crescimento anteriores ao racionamento de energia”, aponta a mesma reportagem. (COIMBRA, 2005).

Também preocupado com o efeito do racionamento, verificamos em reportagem do jornal O Liberal, da cidade de Americana, que o consumo de energia elétrica residencial teve uma queda de cerca de 40% durante o racionamento de energia e apresentou no mesmo setor recuperação de 21% em 2002, 24% em 2003 e de 28% em 2004. (MIRANDA, 2005). Todos esses dados apontam para um crescimento no uso da eletricidade que justificam a quantidade de pesquisas que vem sendo feitas na área.

Na matriz energética brasileira, a eletricidade representou 15% do total da oferta interna de energia, o que corresponde a aproximadamente 33 milhões de tep no ano de 2005. (BRASIL, 2006).

O consumo da eletricidade, em 2204, foi contabilizado no Balanço Energético Nacional, como apresentado na figura 10.

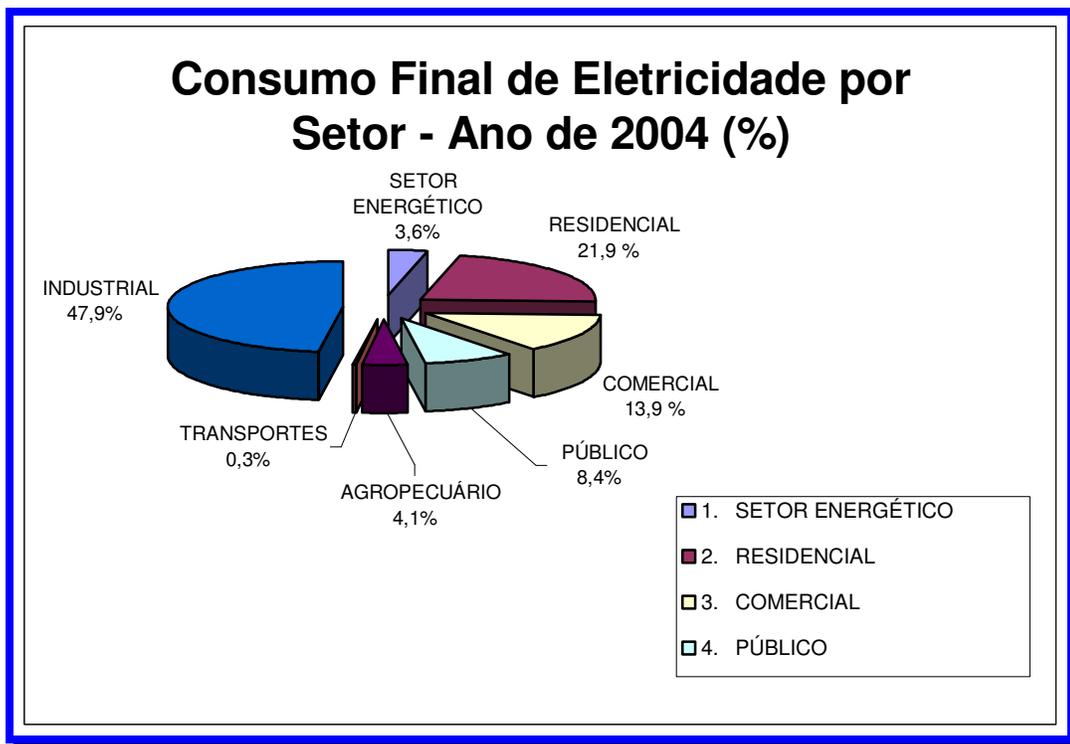


Figura 10 – Consumo final de eletricidade por setor.
 Fonte: Balanço Energético Nacional, 2005.

2.2.2. Uso da eletricidade e bens eletrodomésticos

O uso da eletricidade no setor residencial depende diretamente dos equipamentos eletrodomésticos onde essa energia é usada. Desta maneira, o acesso aos equipamentos e a eficiência energética dos mesmos está diretamente ligada aos volumes de energia necessários.

A máquina a vapor foi o vetor da primeira revolução industrial e a energia elétrica pode ser considerada o vetor da segunda, permitindo o acelerado crescimento industrial.

No início do século, com o desenvolvimento de motores menores e todos os componentes desenvolvidos da eletrônica, surgiram os aparelhos eletrodomésticos

que, juntamente com o automóvel, constituíram os maiores símbolos da sociedade moderna de uma época.

O desenvolvimento da indústria de utilidades domésticas foi possibilitado pela migração da mão-de-obra de para a indústria, e com isso, provocando aumento da renda familiar. Também teve importância a idéia da libertação da mulher das tarefas domésticas difundidas pelo movimento feminista.

Um dos primeiros eletro-eletrônicos difundidos no Brasil, assim como na Europa, foi o rádio. A primeira transmissão de som por ondas de rádio se deu em 1893, em São Paulo, feita pelo padre gaúcho Roberto Landell de Moura, um ano antes de Marconi iniciar suas experiências desse tipo de transmissão. Não se quer aqui discutir a paternidade do invento, mas deixar como sugestão de pesquisa e conclusões.

Oficialmente, a primeira transmissão brasileira por radiodifusão ocorreu em 1922, com o pronunciamento do presidente Epitácio Pessoa, nas comemorações do Centenário da Independência e somente em 20 de abril de 1923 surgiu, verdadeiramente, a primeira radiodifusora brasileira: a Rádio Sociedade do Rio de Janeiro. Depois disso, o progresso foi rápido e seu desenvolvimento maior ocorreu depois da Segunda Guerra Mundial.

Em 1933, um grupo de pioneiros fundou a empresa “A Cacique” - Indústria Paulista de Eletricidade, que fabricava rádios. Esta se associou à empresa Philips que durante a segunda guerra mundial, procurou desenvolver novas tecnologias para substituição nas Forças Armadas Brasileiras, que usavam equipamentos antigos, sendo a maior parte da marca Telefunken (Alemã).

Outro equipamento de destaque no Brasil é o refrigerador, devido ao clima. Muito útil na conservação dos alimentos, o refrigerador elétrico foi colocado no mercado residencial pela empresa Kalvinator Company, em 1918, sendo adquirido pelas elites brasileiras (MULTIBRAS, 2006).

No começo, esses produtos eram importados e depois a indústria nacional foi ganhando mercado. Em 1956 a produção brasileira de refrigeradores foi de 160.000 unidades, com índice de nacionalização de 46.7% e em 1961, já com nacionalização de quase 100%, a produção foi de 350.000 aparelhos, destacando os eletrodomésticos na industrialização nacional.

Mudando o foco para outro aparelho eletrodoméstico, Eugênio Bucci afirma “A TV une e iguala, no plano do imaginário, um País cuja realidade é constituída de contrastes, conflitos e contradições violentas” (BUCCI, 2006).

Em 1924, John Logie Baird transmitiu imagens de contorno de objetos à distância e dois anos depois, demonstrou para a comunidade científica seu invento na Royal Institution, em Londres. Somente em 1945 passou a ser produzido em escala mundial o tubo de raios catódicos pela empresa RCA. (VALIM, 1990).

A primeira transmissão de TV brasileira foi em 1950, mas sua conotação de integrar a nação se deu no início da década de 70, pelo desenho dos militares. A primeira transmissão foi da apresentação de Frei José Mojica, para alguns aparelhos no saguão da empresa Diários Associados, pertencente a Assis Chateaubriand. Este importou para o mercado brasileiro 200 aparelhos e espalhou pela cidade. Em 1953 já havia 11 mil aparelhos, 34 mil em 1954 e 141 mil em 1956 e a marca de 1 milhão de aparelhos foi atingida em 1962.

Esse crescimento exponencial fez com os aparelhos televisores tivessem papel singular, substituindo em parte o uso dos rádios, e seguindo um crescimento similar ao dos refrigeradores.

O liquidificador foi inventado em 1916 por Herbert Johnson, mesmo ano que Madeline Turner criou o espremedor de frutas. Em 1923, com um motor elétrico de pequeno porte, foi lançada no mercado norte-americano a batedeira Whip-All. As torradeiras elétricas, existentes desde o final do século XIX, só foram automatizadas em 1930 pela empresa McGraw Electric. Já a cafeteira, consta como sendo inventada em 1802 por François Antoine Descroisilles (MULTIBRAS, 2006).

Consta como sendo da década de 1950 o desenvolvimento e ampla comercialização dos chuveiros elétricos automáticos no Brasil, e apesar da importância deste tipo de equipamento e suas particularidades, no censo demográfico de 1970 do IBGE, somente aparecem as posses de iluminação, rádio, geladeira e televisão na pesquisa das famílias, motivo pelo qual esses aparelhos foram mais destacados neste pequeno histórico.

Nos anos 60, toda a indústria nacional sofreu com a recessão ocorrida entre 1964 e 1967 e depois, no início dos anos 70 retomou ao crescimento.

Já nos anos 80, novamente o Brasil entrou em recessão provocada crise do petróleo aliada a alta dos juros internacionais.

Na tabela 03 observa-se a evolução do número de famílias e dos eletrodomésticos que foram contabilizados no censo de 1970.

		Total de Famílias	Iluminação	Rádio	Geladeira	Televisão
1970	Totais	17.628.699	8.383.994	10.386.763	4.594.920	4.250.404
	%	100	48	59	26	24
1980	Totais	25.210.639	17.269.475	19.203.907	12.697.296	14.142.924
	%	100	69	76	50	56
Variação 80/70	%	143	206	185	276	333
1990	Totais	35.578.857	31.230.800	29.993.272	26.296.597	26.226.212
	%	100	88	84	74	74
Variação 90/80	%	141	181	156	207	185

Tabela 03 - Evolução dos Bens de Consumo no Brasil entre 1970 e 1990
Fonte IBGE 1990

Como visto na tabela 03, 48% das famílias tinham iluminação em suas casas em 1970, 59% tinham rádio, 26% geladeira e 24% televisores. Nos dados de 80 e 90, vê-se que o crescimento dos aparelhos foi maior que o crescimento das famílias, destacando a difusão dos equipamentos nos lares.

Ao se comparar dados dos três censos, vemos a evolução da difusão dos equipamentos citados nas famílias brasileiras. Desta forma, em 1970, 24% das famílias tinham aparelho televisor, em 1980, 56% das famílias já o tinham e em 1990, esse percentual subiu para 74%. Nota-se que seu crescimento é similar aos refrigeradores.

Com dados mais atuais, na figura 11 mostra-se uma verificação na evolução desses equipamentos, onde é feita uma comparação da variação do número de equipamentos nos anos de 1987 e 1996. Esses dados foram extraídos do IBGE, que posteriormente passou a apresentar a Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios. (PNAD).

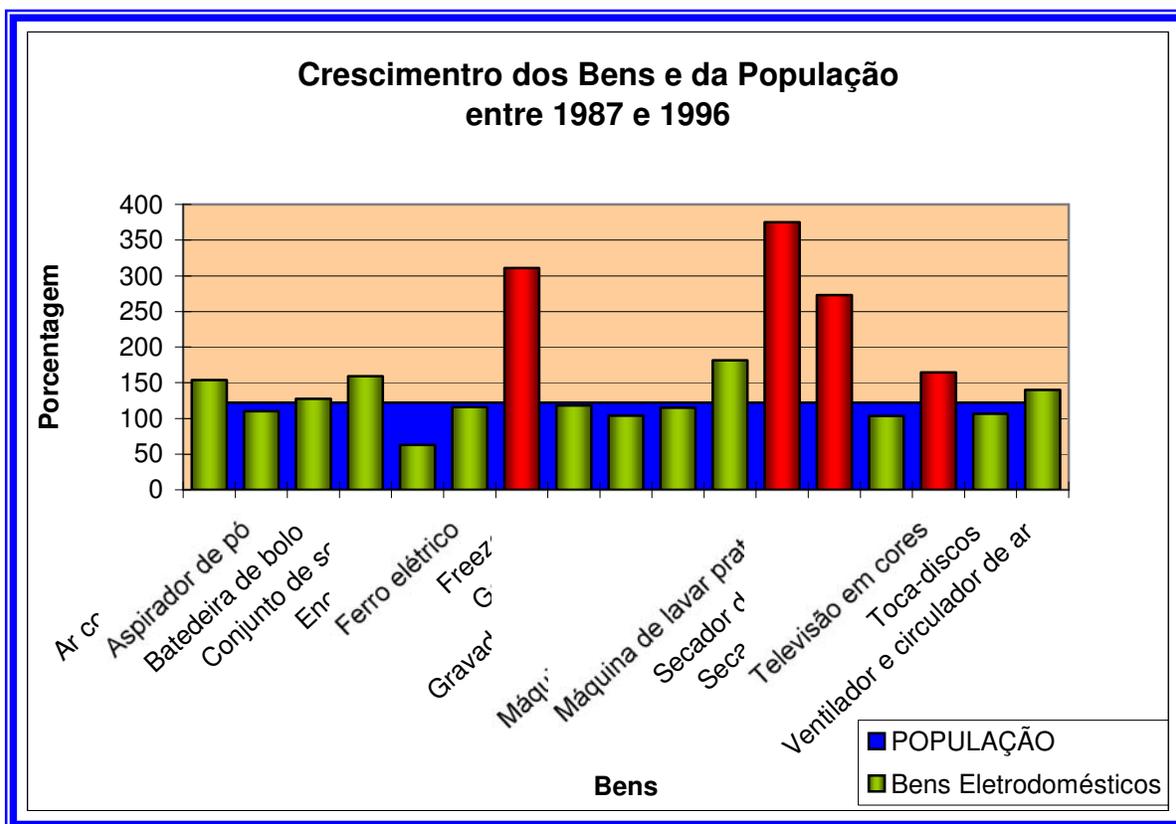


Figura 11 – Evolução dos Bens de Consumo no Brasil
Elaboração própria a partir de dados do IBGE.

Marcada pela área azul, vê-se que as famílias no período citado cresceram 122%. Nota-se que os equipamentos que mais evoluíram em quantidade foram: lavadoras de pratos (375%), *freezers* (311%) e secadora de roupas (273%). Atenção especial deve ser dada a esses equipamentos principalmente devido à suas potências altas, respectivamente em 2000 W, 130 W e 3500 W, o que mostra um aumento da intensidade energética necessária.

Apesar dos *freezers* apresentarem potência baixa, de acordo com os dados do PROCEL, são responsáveis pelo consumo médio de 50 kWh mensais devido ao tempo de utilização (por ficarem ligados 24 horas por dia).

Utilidades existentes	Ano		Taxa de Variação ⁸
	1987	1996	%
Ar condicionado	699.695	1.074.443	54
Aspirador de pó	2.469.698	2.717.556	10
Batedeira de bolo	3.831.877	4.883.249	27
Conjunto de som	5.039.792	8.014.226	59
Ferro elétrico	9.933.684	11.502.992	16
Freezer	755.150	2.346.808	211
Geladeira	9.650.205	11.394.869	18
Liquidificador	9.200.191	10.590.810	15
Máquina de lavar roupas	3.223.539	5.846.159	81
Máquina de lavar pratos	221.467	830.916	275
Secadora de roupas	443.543	1.209.450	173
Secador de cabelos	4.366.626	4.509.272	03
Televisão em cores	6.327.075	10.392.940	64
Toca-discos	1.404.342	1.492.833	06
Ventilador e circulador de ar	5.761.568	8.059.262	40

Tabela 04 - Evolução dos Bens de Consumo no Brasil – 1987 e 1996.

Fonte: IBGE

Um dos problemas em se fazer comparação entre datas muito distantes, são as inovações, com criação de novos equipamentos que não são encontrados como referência na data mais antiga. Por isso, foram colocados na tabela 05, os números de alguns dos equipamentos que não existiam em 1987 e que foram pesquisados na pesquisa do IBGE em 1996.

⁸ Como taxa de variação, mostra-se o crescimento acima do valor dos dados de 1987. Ressalta-se que no mesmo período a população cresceu 122%.

Utilidades existentes		Famílias que possuíam os bens (%)
Forno de microondas	2.005.883	5
Microcomputador	870.491	2
Ozonizador	789.516	2
Toca-discos a laser	978.860	2
Videocassete	4.743.531	12

Tabela 05 - Saturação de Novos Equipamentos em 1996
Fonte: IBGE.

A porcentagem das famílias que tem posse dos bens é também conhecida como “índice de saturação” e mede a difusão dos aparelhos. Por exemplo, se a saturação de iluminação elétrica fosse de 100%, significaria que na média, todas as famílias teriam esse tipo de iluminação.

Como verificado, além do surgimento de novos equipamentos, os mesmos oferecem mais facilidades e geralmente isso vem vinculado a potências maiores nos equipamentos, requerendo, portanto, mais energia.

A diversidade atual dos equipamentos é muito grande, e sua disponibilidade no mercado residencial depende de vários fatores, entre eles destacamos comodidade que os equipamentos oferecem, modismos (por exemplo, em grandes centros, é comum ver grandes quantidades de uma mesma marca de vídeo-game), acessibilidade (hoje o tamanho dos televisores estão aumentando nos lares), preços finais, taxas de financiamento dos eletrodomésticos, etc.

A seguir será apresentada uma comparação do Brasil com alguns outros países.

2.3. Comparação do consumo de energia elétrica para fins residências entre o Brasil e outros países

“Países diferentes utilizam quantidades desiguais de energia, ligadas a vários fatores particulares como clima, hábitos, acesso aos aplicativos, desenvolvimento econômico e tecnológico, entre outros. Porém enfrentam o mesmo problema de crise e de necessidade de sistemas com promoção da eficiência energética. As experiências devem ser compartilhadas e divulgadas, porém a questão aparentemente não tem sido tratada com a devida importância, assim como a questão ambiental”. (MARIOTONI e SANTOS, 2005, p. 10)

Do ponto de vista energético, o consumo de energia para fins residências é considerado pelos países como um setor de importância média. Do ponto de vista social o consumo de energia residencial é da maior relevância. (ECONOMIA & ENERGIA, 2002).

Vários fatores estão ligados para promoção de diferentes consumos de energia elétrica para fins residenciais, entre eles o preço da eletricidade, o desenvolvimento social, clima, hábitos, diferenças culturais, políticas públicas adotadas no setor, etc. Por isso, analisam-se a seguir algumas características que se relacionam com essas diferenças de consumo.

2.3.1. Diferenças nas fontes de produção de eletricidade

Começando por uma análise das fontes de produção de eletricidade, é visto na figura 12 que os países usam fontes diversas de acordo com as circunstâncias mais apropriadas.

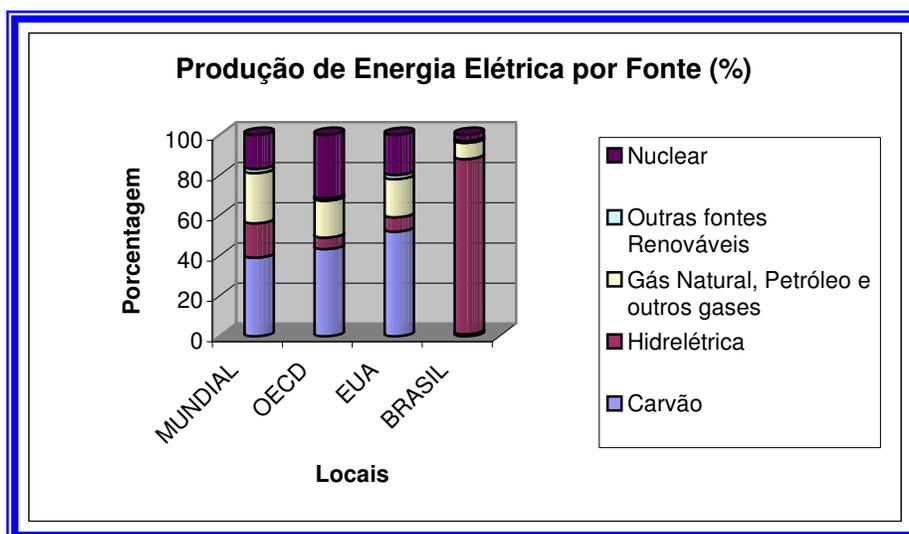


Figura 12 – Porcentagem de Produção de Energia Elétrica por Fonte
Fonte: Mariotoni e Santos, 2006.

As diferenças de opção por tipo de fonte estão ligadas às características individuais de cada país, englobando características geográficas, políticas e econômicas. A situação brasileira destaca-se das demais pela quase exclusividade no uso de hidrelétricas, e tem como ponto positivo o fato de ser uma fonte considerada como de uso de recurso renovável. Já como aspecto negativo, a exclusividade quase total de um único tipo de fonte, gera uma dependência muito grande da mesma, o que pode facilmente colocar em risco o fornecimento devido a essa dependência.

2.3.2. Diferenças nos caminhos seguidos no desenvolvimento da eletricidade.

Cada país segue uma trajetória diferente no desenvolvimento da eletricidade. Os países escandinavos, por exemplo, apesar de possuírem muitas semelhanças, possuem bases muito diferentes de recursos energéticos. Assim, a Noruega e

44

Suécia tiveram historicamente significativo acesso aos recursos hidrelétricos, assim como o Brasil, desenvolvendo sistema de eletricidade relativamente barato para os consumidores residenciais. (MARIOTONI e SANTOS, 2006).

A Suécia já havia explorado a maioria de seu potencial hidrelétrico na década de 70, e por isso começou preferivelmente a desenvolver a energia nuclear. Porém um referendo neste país, em 1979, optou por desmantelar o parque nuclear, o que ainda não foi feito. Esta decisão de anulação da potência nuclear estimulou a política de uso e desenvolvimento de fontes alternativas.

Já a Dinamarca, por não ter sido dotada com o mesmo acesso à eletricidade barata como seus vizinhos escandinavos, teve que contar com geração de energia provinda de combustíveis fósseis, principalmente o carvão. Essa falta de acesso também fez com que fosse pioneira no desenvolvimento do potencial eólico, liderando mundialmente este tipo de geração, até perder a posição de líder para a Alemanha, devido aos altos investimentos que esta última promoveu neste tipo de geração.

Nos EUA, a geração hidrelétrica surgiu em 1890, porém, até perto de 1947 a grande fonte energética era o carvão, compartilhando uma faixa menor com petróleo e gás natural. Após esse ano, o domínio foi do petróleo com crescimento de consumo nunca visto antes, mostrando um pico em 1972. A eletricidade não teve grande importância até 1949 nos EUA e desde então cresceu na matriz energética americana. O crescimento do uso da eletricidade foi possível graças à eletrificação e aliou-se ao desenvolvimento de uma grande variedade de novos equipamentos.

Para se ter uma idéia da rápida expansão, em 1967, 98% das fazendas norte-americanas já usavam eletricidade de usinas centrais. Entre 1949 e 2000, a população cresceu 89 por cento e o uso de eletricidade 1.315 por cento.

O uso da energia nuclear iniciou-se em 1957 e espalhou-se largamente. Devido a dois grandes acidentes, houve queda na sua utilização em 1980, 1993 e 1997.

Desta maneira, vê-se que a disponibilidade difere e provoca alterações sensíveis na matriz energética de cada país. Ressalta-se que esses fatores também provocam reflexos no preço da energia, o que também produz variações diferentes nos diversos consumos.

2.3.3. Uso de energia para fins residenciais e economia.

Como as diferenças apontadas nos tópicos anteriores geram uma grande discrepância na análise comparativa, serão feitas algumas aproximações para comparação.

Ao se comparar usos de energia vindo de fontes diferentes, é feita uma conversão a fim de se tornar todas as bases energéticas comparáveis devido à eficiência diferente de cada processo. O valor final é chamado de “energia equivalente”.

Como somente o PIB (Produto Interno Bruto) pode não ser um bom indicador, porque pode mascarar as diferenças nos padrões econômicos de cada país, na figura 13 mostra-se o consumo de energia por habitante, e verifica-se que este é sensível às variações do PIB *per capita*.

Para facilitar o entendimento do gráfico, vemos pelos valores da direita que o Japão apresenta um PIB per capita de aproximadamente 11 vezes o valor brasileiro (linha azul). Desta maneira, o Brasil apresenta PIB per capita unitário.

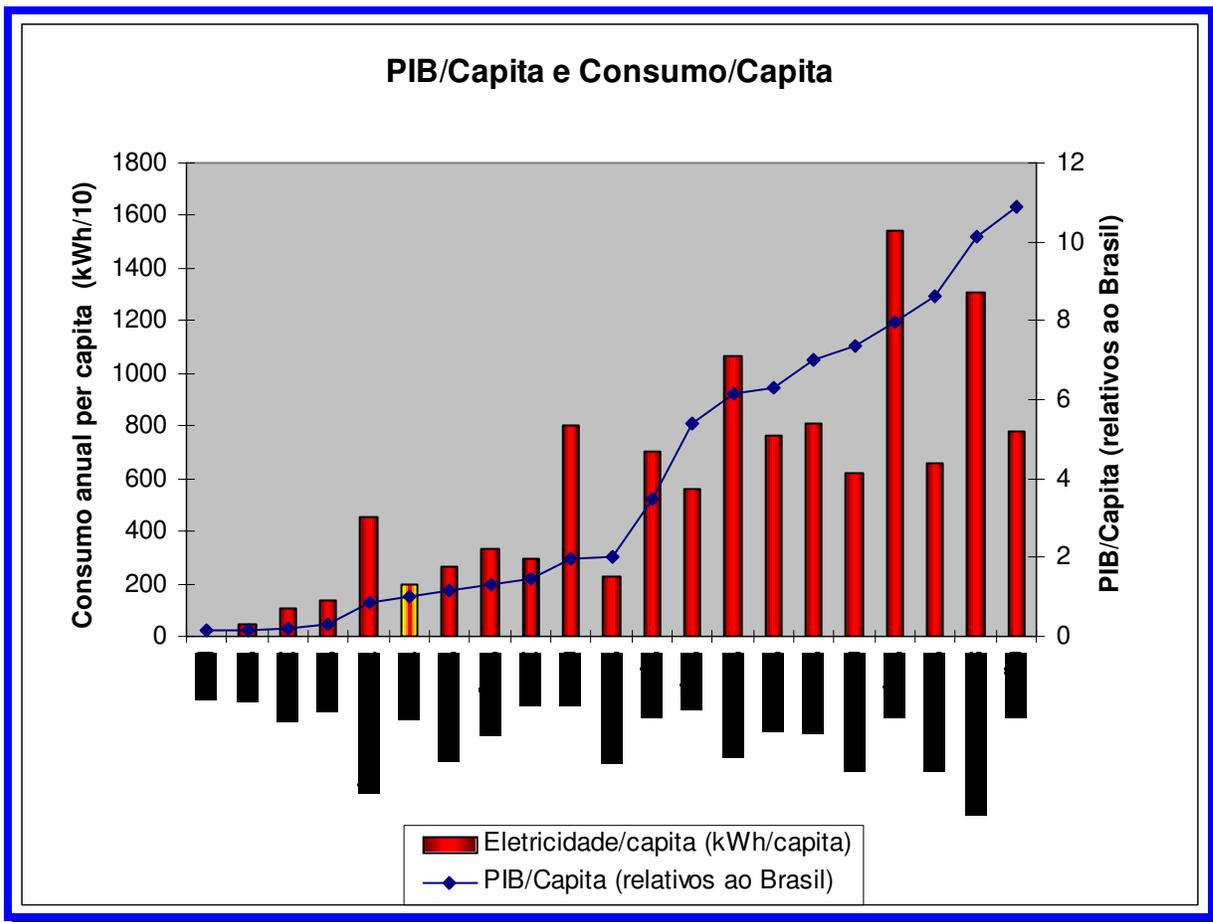


Figura 13 – Consumo de energia Equivalente e PIB por habitante de cada país.
 Fonte: International Energy Agency, 2003.

Já o consumo per capita (dividido por dez para aperfeiçoar a escala) pode ser visto pelas barras. O Brasil está destacado na cor amarela e apresenta o consumo de 1934 kWh por habitante por ano. Ao adotar o Brasil como referência, fica fácil de compará-lo com dados de outros países. Nota-se uma forte relação entre o consumo de energia com o PIB/capita em todos os países.

Destaca-se que os países socialistas (ou ex-socialistas) também se destacam em consumo, relativo ao nível de renda, o que é coerente com a maior preocupação social, mas pode também refletir a pouca coerência de preços relativos em sociedades de preços administrados. (ECONOMIA & ENERGIA, 2002).

O Brasil apresenta índices bastante inferiores de consumo, mesmo considerando seu grupo de renda.

Encontram-se informações que esta relação está se tornando mais complexa com o passar do tempo. No jornal “Com Ciência - Revista Eletrônica de Jornalismo Científico”, apoiado pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), há indicação que em estudos feitos pelo Departamento de Energia dos EUA, no período 1970-2020, a relação entre demanda de energia e PIB, tende a decrescer, segundo os dados apresentados, em 0,95% ao ano, para um crescimento também mundial do PIB da ordem de 3,2% ao ano. O esforço maior para esta redução vem justamente dos países mais desenvolvidos, que buscam a otimização dos processos produtivos, enquanto os países em desenvolvimento ainda buscam ampliar seu crescimento, feito com a ampliação do uso da energia (PASCOAL FILHO, 2004).

Também uma reportagem da “Folha On Line” de 04/02/2006, apresentada pela ONG Vale Verde, mostra uma entrevista com Maurício Tolmasquim, em que ele aponta que apesar do aumento de domicílios com energia (1,7 milhões de lares ligados à energia em 2005, no Brasil), o consumo médio de cada residência praticamente não aumentou, passando de 140 kWh ao mês em 2004 para 142 kWh em 2005. Antes do racionamento, o consumo médio estava na casa de 180 kWh ao mês. De acordo com o entrevistado, esses dados mostram o ganho de eficiência, e

reforça que houve um movimento de equipamentos eletrodomésticos por similares mais econômicos (lâmpadas, geladeiras e outros). Ainda assim, no Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica para o período entre 2006 e 2015, espera-se, no setor residencial brasileiro, um crescimento médio de 5,6% ao ano, no período considerado (BRASIL, 2006).

2.3.4. Diferenças climáticas

Países excepcionalmente frios apresentam de modo geral, consumos maiores de energia, como pode ser observado na figura 12 pelos dados da Suécia.

Uma importante associação desta correlação entre intensidade de energia e temperatura se justifica pelo estudo de como essa energia é utilizada. Isso será visto no item 2.3.5.

Para evitar distorções, mostra-se na figura 14 o uso residencial de energia “per capita”, para uso residencial anual para as três situações estudadas em Mariotoni e Santos (2006).

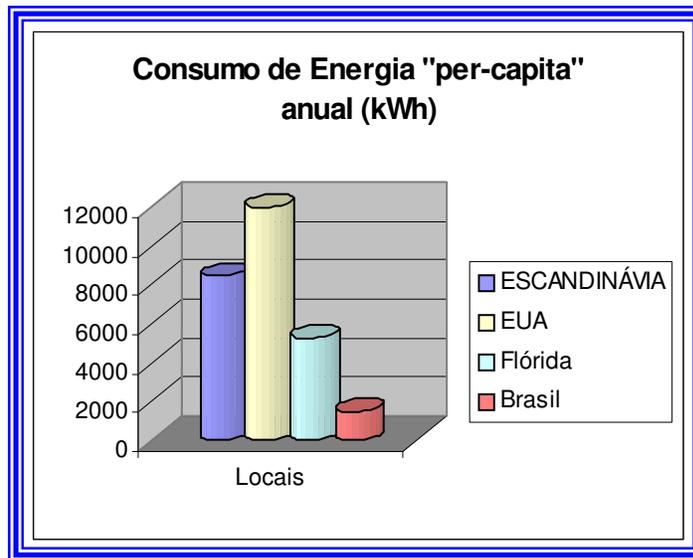


Figura 14 – Consumo de Energia Residencial “per-capita” com dados normalizados de temperatura.
 Fonte: Mariotoni e Santos, 2006.

Na análise do gráfico, foram utilizados dados da *International Energy Agency* (IEA) para cálculo da energia total dos EUA. Os dados usam ajuste de temperatura média diária de 2700 graus (18°C) para comparação internacional do aquecimento espacial e assim pretende corrigir as diferenças no clima entre os países. Ainda assim, vê-se há uma significativa diferença na intensidade energética *per capita*. Se não houver esse ajuste, os dados seguem o apresentado na figura 13.

De maneira geral, o consumo nos países escandinavos, representa cerca de 70% do valor do consumo Norte-Americano, e o brasileiro, representa cerca de 13% do valor Norte-Americano, para energia residencial. Isso mostra claramente a influência dos hábitos, assim como desenvolvimento econômico e tecnológico.

2.3.5. Diferenças no uso residencial

Nos estudos verificados e apresentados em Mariotoni e Santos (2005), foram monitoradas 204 residências da região da Florida (EUA), coletando dados detalhados do uso final da eletricidade nas residências. Este estudo apontou que 33% da energia elétrica era utilizada para refrigeração do espaço.

Já na região da Escandinávia, verificou-se que o uso da energia é dominado pelo aquecimento do espaço.

Com relação ao Brasil, foi verificado que os principais consumos de eletricidade estão ligados aos usos diversificados, mas também se destacam os aquecimentos de água e à refrigeração de alimentos.

Para uma análise comparativa, foi elaborada a figura 15.

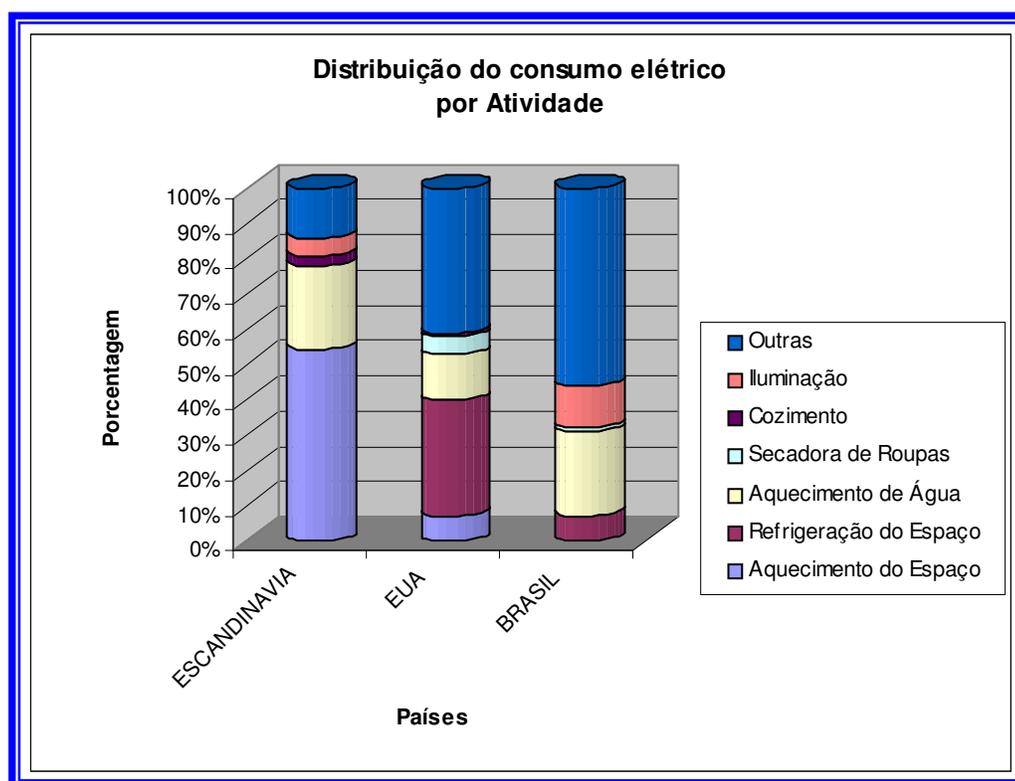


Figura 15 - Comparação dos usos de energia para diferentes fins residenciais.
Fonte: Mariotoni e Santos, 2006.

Verifica-se que as proporções são muito diferenciadas e nota-se claramente a influência do clima nos resultados.

Ressalta-se que a figura acima levou em consideração 03 trabalhos e por isso apresenta-se a tabela 06 de onde eles foram tirados.

USO DE ENERGIA ELETRICA RESIDENCIAL POR ATIVIDADE (%)			
	ESCANDINAVIA	EUA	BRASIL
Aquecimento do Espaço	54	7	
Refrigeração do Espaço		33	7
Aquecimento de Água	23	13	24
Secadora de Roupas		5	1
Cozimento	3	1	
Iluminação	5		12
Outras	14	41	56

Tabela 06 – Consumo de energia para fins residenciais, considerando as porcentagens finais.

Fonte: Mariotoni e Santos, 2005.

Destaca-se que a região da Flórida apresenta um alto valor de renda, e talvez por isso indique um consumo de eletricidade maior para refrigeração do espaço que o Brasil (maior número de condicionadores de ar).

Já na comparação do aquecimento de água, a proximidade da porcentagem brasileira com os países escandinavos, pode ser explicada pelo alto uso dos nossos chuveiros, que exigem uma grande intensidade elétrica, enquanto os países escandinavos usam mais o aquecimento por outras fontes. Maiores destaques estão mostrados no item 2.3.6.

Como os dados anteriores têm como fonte diferentes trabalhos, eles trazem fatores que não foram analisados conjuntamente. Desta forma, fatores que não foram analisados na região, compõem o item “outros”, ajustando a somatória em 100 %. Na escandinava, por exemplo, estão computados como outros os dados relativos à refrigeração do espaço e secadora de roupas.

Nos EUA não foram encontrados dados referentes à iluminação e, no Brasil, não foi computado aquecimento espacial, mesmo porque certamente esse valor deve ser menor que 1% do consumo elétrico no setor, assim como cozimento. Outro fator não analisado fora do Brasil, mas que aqui assume grande importância, é a energia consumida por refrigeradores e *freezer* que representam cerca de 32 % do consumo residencial (ELETROBRÁS, 1998).

Como esperado, devido ao clima frio, os países da Europa estudados gastam mais energia com o aquecimento do espaço.

Pela verificação dos dados, existe uma forte correlação do uso de energia elétrica residencial com o clima e seria esperado uso maior no Brasil na refrigeração espacial, caso a utilização de chuveiros elétricos para aquecimento de água fosse substituída por outro meio.

Para ilustrar o efeito da temperatura externa com o uso de energia elétrica residencial para o aquecimento do espaço, são mostrados os dados da região da Flórida, conforme a figura 16.

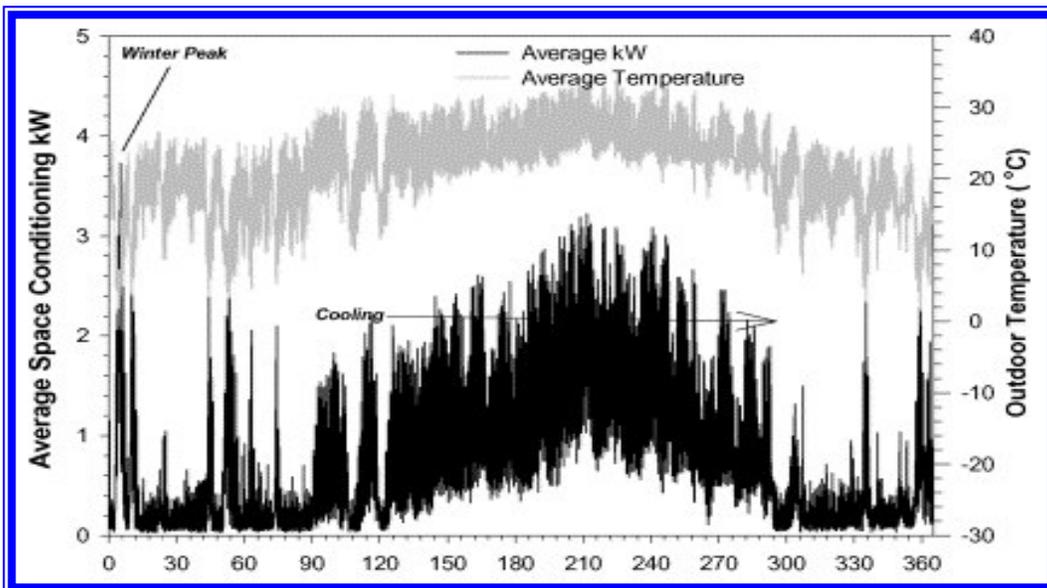


Figura 16 – Variação do Consumo para Condicionamento do Ar em função da Temperatura.
 Fonte: PARKER (2003).

Na figura 16, o gráfico superior, em cor mais clara, mostra a temperatura média na região da Flórida em 1999 (temperaturas externas às edificações) e na cor mais escura, é mostrado o consumo de energia elétrica para o condicionamento do ar. É interessante notar que, na região citada, em temperaturas baixas, existe um grande consumo de energia para o aquecimento dos ambientes internos. Isso também acontece nos picos de temperatura externa alta, desta vez, então, alto consumo de energia se dá para resfriamento do mesmo espaço interno, mostrando picos de consumo nos dois casos, ora o para aquecimento e ora para refrigeração do espaço.

2.3.6. A demanda elétrica para aquecimento de água

Embora o aquecimento de água não seja dominado totalmente pelo clima como o aquecimento e refrigeração do espaço, nos EUA estas cargas são ainda sensíveis às condições da temperatura.

O alto valor da eletricidade consumida na região escandinava para aquecimento de água está ligado às temperaturas menores, mas mesmo assim o valor de 23 % é perto do valor brasileiro de 24%, que apresenta temperaturas médias anuais bem maiores.

Como causa dessa proximidade poderíamos citar que os países escandinavos usam outras fontes energéticas para o aquecimento tanto espacial como de água, mantendo o valor da eletricidade como mostrado anteriormente na figura 14.

Um outro fato importante a reforçar é com relação ao volume de energia utilizado no Brasil para aquecimento de água devido à nossa utilização em massa dos chuveiros elétricos (na década de 90, a saturação de chuveiros elétricos era de 70 %).

Esse último fato, lembrando que o uso dos chuveiros tem uma concentração por volta das 19:00 horas, associado ao fato de que neste horário também se acendem todas as iluminações no Brasil, gera um pico na demanda que obriga a manter uma estrutura enorme para suprir esse pico e que não necessita ser usada em outras horas.

Para resolver ou amenizar esses problemas, é necessário haver mudanças estruturais para se ter melhor eficiência energética de maneira global no país. Os chuveiros elétricos, que são utilizados em banhos diários dos brasileiros (e que em

alguns países não se têm essa tradição), têm custo barato para os usuários, mas um altíssimo custo para o país, na demanda de energia para atender a concentração de uso no horário de pico.

Finalizando a comparação entre os países, vê-se que muitos fatores contribuem para as diferenças entre o consumo de energia para uso residencial e que em uma análise comparativa, a exploração desses fatores pode evitar equívocos nas conclusões sobre as diferenças no consumo de energia elétrica.

Ainda assim, reforça-se a idéia de que existe a necessidade de promoção da eficiência energética em todos os países.

No capítulo seguinte, serão abordados os conceitos de consumo e demanda de energia elétrica e serão apresentadas as maneiras mais comuns do cálculo dessas grandezas nas edificações.

3. DIFERENCIAÇÃO ENTRE CONSUMO E DEMANDA

Para diferenciar consumo e demanda, encontram-se os fatores necessários para se caracterizar as instalações elétricas, conforme apresentado por TATIETSE et al (2002).

- Potência instalada: soma da potência elétrica de todos os equipamentos;
- Coeficiente de simultaneidade: razão entre a potência dos equipamentos usados simultaneamente e a potência instalada;
- Potência de pico: maior valor da potência usada em um período. Geralmente interessa o valor da potência de pico diária;
- Fator de pico: razão entre a média da potência diária sobre a potência de pico;
- Fator de demanda: razão entre a potência de pico sobre a potência instalada.

Escolhendo um período de tempo, pode-se definir consumo diário como sendo a quantidade de energia total utilizada em um dia e demanda como a quantidade máxima diária de potência necessária para alimentar a edificação. Tanto a potência instalada quanto a demanda são utilizadas para dimensionamento dos circuitos.

A experiência do projetista e o conhecimento das circunstâncias que influem no fator de demanda permitirão que seja encontrado o valor aplicável a cada contexto específico da instalação (NISKIER e MACINTYRE, 2000).

Ou seja, do ponto de vista científico, a decisão é empírica.

A avaliação do fator de demanda também pode dar uma idéia da aproximação entre o uso dos aparelhos e a necessidade real dos mesmos. Nas residências de alto padrão (com maior poder aquisitivo) se espera um coeficiente de uso simultâneo baixo, pois quanto maior a quantidade de aparelhos, menor a probabilidade de utilização de todos eles simultaneamente (TATIETSE et al 2002).

A figura 17 mostra o consumo diário de uma amostra residencial japonesa e a variação da demanda de potência pelo tempo. O consumo diário seria a integral da área sob a linha mais escura e para dimensionamento dos circuitos usa-se o pico da demanda que ocorre por volta das 18:00 horas.

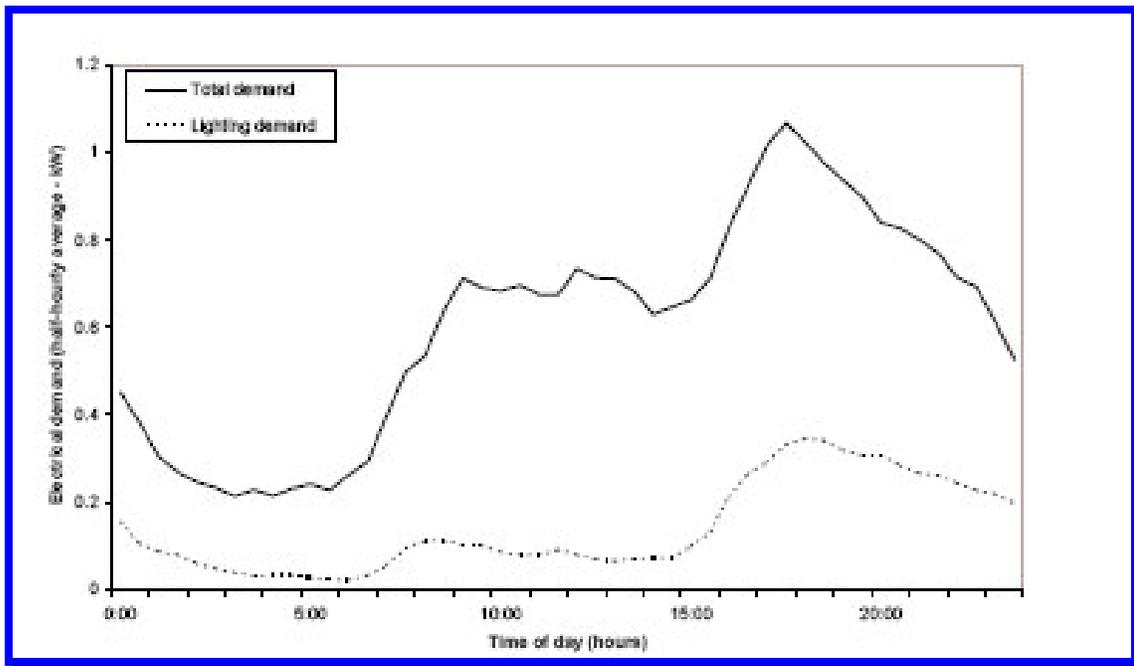


Figura 17 – Curva de carga de um dia típico de uma amostra residencial e da parte referente à iluminação na linha pontilhada.
 Fonte: STOKES et al (2004)

Na figura 17 também está destacada pela linha pontilhada, qual seria a parcela da energia que foi utilizada para iluminação.

3.1. Envolvimento da ABNT

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) define pela norma NBR 5410 (2004) que a determinação da potência é essencial para a concepção econômica e segura de uma instalação e prescreve que as mesmas devam prever os equipamentos com suas potências nominais e após esta previsão, considerar as possibilidades de não simultaneidade de utilização desses equipamentos.

Também prescreve a quantidade mínima de tomadas de uso geral por cômodo e sua potência de dimensionamento, visando a promoção do “conforto elétrico” mínimo necessário a uma residência.

Com relação à iluminação, a própria Norma prescreve uma potência mínima em função da área construída como segue: “100 VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros”. (ABNT, 2004).

Apesar de a mesma norma afirmar que esta potência deva ser usada somente para dimensionamento dos circuitos que serão compostos pela iluminação, esta potência para os projetistas é considerada alta, principalmente com as novas tecnologias que envolvem o uso de lâmpadas fluorescentes da linha econômica. A utilização desse tipo de lâmpada cresceu consideravelmente após o racionamento de energia elétrica feito entre 2001 e 2002, que obrigou a população a promover uma economia energética, muitas vezes com a troca de equipamentos e utilização em massa desse tipo de lâmpada.

Como a NBR-5410/04 visa à segurança dos circuitos e usuários, a estimativa de potência feita por essa referida norma foi feita para preservar o aspecto

segurança e deixando a opção da escolha da demanda e consumo para os projetistas, que devem procurar metodologias que balizem suas decisões em suas escolhas (MARIOTOINI e SANTOS 2004).

3.2. Métodos clássicos de cálculo da potência instalada e da demanda

Os métodos mais clássicos apresentam tabelas para uso dos projetistas, tanto para cálculos da potência instalada como da demanda.

Para previsão da potência instalada, a concessionária de energia Light, que atende o estado do Rio de Janeiro, apresenta a tabela 7, com valores de potência instalada por área, para previsão de cargas (LIGHT, apud NISKIER e MACINTYRE, 2000).

Local	Densidade de Carga (W/m ²)
Salas	25 a 30
Quartos	20
Escritórios	25 a 30
Copa e cozinha	20 a 25
Banheiro	10
Dependências	10

Tabela 07- Demanda de carga para instalações residenciais
Fonte: NISKIER E MACINTYRE (2000).

Outro livro também muito usado pelos projetistas, de autoria do engenheiro Hélio Creder, apresenta a densidade mínima de 30 W/m² para instalações residências (CREDER, 2002).

Tanto essa metodologia quanto os valores apresentados são antigos e apesar de serem de fácil uso pelos projetistas, precisam de verificações constantes para checagem se ainda se mantêm atualizados.

Para cálculo da demanda, tanto Niskier e Macintyre, quanto Creder, já referenciados acima, apresentam a mesma metodologia e tabelas, mostradas a seguir.

$$D = d_1 + d_2 + 1,5 \times d_3 + d_4 + d_5 + d_6 \quad (1)$$

Sendo: D: demanda total em kVA;

d_1 : demanda de iluminação e tomadas (kVA), calculada com base na tabela 08;

d_2 : demanda de aparelhos elétricos para aquecimento de água (chuveiros, aquecedores, torneiras, etc.) (kVA), calculados conforme tabela 09;

d_3 : demanda de aparelhos de ar condicionado tipo janela (kVA), calculada conforme tabelas 10;

d_4 : demanda de aparelhos centrais de condicionamento de ar (kVA), calculada a partir das respectivas correntes máximas totais, sendo esses valores fornecidos pelos fabricantes, usando fator de demanda de 100%;

d_5 : demanda de motores elétricos e máquinas de solda tipo motor-gerador (kVA), calculada conforme tabela 11.

d_6 : demanda de máquinas de solda a transformador ou aparelhos de raios-X (kVA), calculada conforme tabela 12.

Seguem as tabelas usadas para os cálculos de demanda, conforme descrito acima:

Descrição	Carga Mínima (W/m ²)	Potência instalada (P) (kW)	Fator de demanda (%), em função da potência instalada (P)
Residências	30	$0 < P(\text{kW}) \leq 1$	86
		$1 < P(\text{kW}) \leq 2$	75
		$2 < P(\text{kW}) \leq 3$	66
		$3 < P(\text{kW}) \leq 4$	59
		$4 < P(\text{kW}) \leq 5$	52
		$5 < P(\text{kW}) \leq 6$	45
		$6 < P(\text{kW}) \leq 7$	40
		$7 < P(\text{kW}) \leq 8$	35
		$8 < P(\text{kW}) \leq 9$	31
		$9 < P(\text{kW}) \leq 10$	27
		$10 < P(\text{kW})$	24

Tabela 08- Fatores de demanda para iluminação e tomadas de uso geral residencial
Fonte: NISKIER E MACINTYRE (2000).

Número de Aparelhos	Fator de demanda (%)	Número de Aparelhos	Fator de demanda (%)	Número de Aparelhos	Fator de demanda (%)
1	100	10	49	19	36
2	75	11	47	20	35
3	70	12	45	21	34
4	66	13	43	22	33
5	62	14	41	23	32
6	59	15	40	24	31
7	56	16	39	25 ou mais	30
8	53	17	38		
9	51	18	37		

Tabela 09 - Fatores de demanda para chuveiros, boiler e torneiras elétricas.
Fonte: NISKIER E MACINTYRE (2000).

Potência Instalada em aparelhos de ar condicionado (cv)	Fator de demanda (%)
Primeiros 10	100
de 11 a 20	85
de 21 a 30	80
de 31 a 40	75
de 41 a 50	70
de 51 a 75	65
acima de 75	60

Tabela 10 - Fatores de demanda para aparelhos de ar condicionados tipo janela para residências.

Fonte: NISKIER E MACINTYRE (2000).

Número total de Motores	1	2	3 a 5	Mais de 5
Fator de demanda (%)	100	90	80	70

Tabela 11 - Fatores de demanda para motores.

Fonte: NISKIER E MACINTYRE (2000).

Equipamento	Potência do aparelho	Fator de demanda (%)
Solda a arco e aparelhos de galvanização	1º Maior	100
	2º Maior	70
	3º Maior	40
	Soma dos demais	30
Solda a resistência	Maior	100
	Soma dos demais	60
Aparelhos de Raios-X	Maior	100
	Soma dos demais	70

Tabela 12 - Fatores de demanda para máquinas de solda a transformador, aparelhos de raios-X e galvanização.

Fonte: NISKIER E MACINTYRE (2000).

Como visto nas tabelas, estas auxiliam os projetistas, principalmente classificando os equipamentos por tipo. Porém, estes ainda precisam decidir se

adotarão o cálculo da demanda ou da potência total instalada para projetar. Outra dificuldade é com relação aos equipamentos que não se encaixam em nenhuma das categorias acima, exigindo que essas tabelas sejam atualizadas principalmente com a introdução de novas tecnologias.

3.3. Método de cálculo da demanda apresentado pelas grandes distribuidoras de energia do estado de São Paulo

As grandes empresas distribuidoras de energia elétrica do Estado de São Paulo e provavelmente algumas dos outros estados, apresentam fórmulas consagradas para cálculo da demanda. Usam para edificações prediais de uso coletivo um estudo apresentado ao CODI⁹ (CODI, 1990) que foi aceito e colocado como recomendação técnica em que é definido um critério para o cálculo de demanda a ser adotado tanto pelas concessionárias de energia elétrica quanto pelos projetistas no dimensionamento das instalações elétricas de edifícios residências de uso coletivo.

Nesse trabalho foram feitas inicialmente 42 medições iniciais, que apontou uma necessidade de 160 medições finais espalhadas pelo país, devido às diversas características dos apartamentos. Para análise dos cálculos preliminares, foram verificadas as correlações iniciais entre as seguintes variáveis escolhidas no estudo:

- Número de apartamentos dos prédios;
- Número de pavimentos;
- Áreas construídas dos apartamentos (m²);
- Carga instalada no apartamento (W);
- Carga do condomínio (W);

⁹ Comitê de Distribuição – órgão que agregava várias empresas de distribuição de energia elétrica nas regiões Sul e Sudeste do país, e que se dedicava ao desenvolvimento do setor de distribuição de energia. Com origem nesse comitê, em 1995 foi criada a Associação Brasileira de Distribuidoras de Energia Elétrica (Abradee).

- Demandas medidas (W) nos pontos, como seguem:
 - Apartamento;
 - Centro de medição;
 - Condomínio;
 - Total.

Nesse estudo, o índice de correlação obtido para a maioria das variáveis foi considerado muito baixo. Por este motivo, seus autores consideraram relevantes as seguintes variáveis:

- Áreas construídas dos apartamentos (m²);
- Número de apartamentos dos prédios;
- Demanda total do prédio;
- Demanda total dos apartamentos.

Foram finalmente aceitas medições de 145 apartamentos (dos 160 medidos) e foi adotado pelas empresas de distribuição de energia, que faziam parte do CODI. No estado de São Paulo, este método é apresentado para cálculo da demanda pelas seguintes empresas e populações que elas representavam em 2003, conforme tabela 13:

	Estado	Bandeirante	CPFL Paulista	CPFL Pirati.	Elektro	Eletrop.	Totais	%
População (milhões)	36	4	8	3	6	14	35	97
Municípios	645	28	234	26	221	24	533	83
Consumidores (milhões)	12	1,3	3	1	1,6	4,6	11,5	96

Tabela 13 - Empresas do Estado de São Paulo que usam a Metodologia do CODI para cálculo da demanda e as populações que elas representam.

Fonte: Mariotoni e Santos (2003)

Como visto todas as empresas acima usam a mesma metodologia, principalmente por serem oriundas das antigas empresas estatais do estado, e que firmaram um acordo de padronização técnica em 1990.

Esta metodologia foi desenvolvida com o foco de diminuição dos padrões de entrada dos edifícios de uso coletivo. Ressaltam-se em muitos casos as empresas de energia cediam o transformador de entrada para essas edificações. Portanto uma verificação de necessidades menores de potência de entrada exigiria transformadores de potência menores, diminuindo assim o custo para as empresas. Esse objetivo foi alcançado e por isso foi adotado pelas concessionárias de energia.

Nas metodologias, as empresas usam as mesmas considerações de divisão de equipamentos em classes distintas, porém para iluminação e tomadas de uso geral consideram uma demanda de 5 W/m^2 por apartamento, sem mostrar relação com consumo, equipamentos ou outra variável.

Outra diferença é apresentada conforme a tabela 14 que dá a demanda em uma única tabela e apresenta mais equipamentos, sendo esta última apresentada pela Eletropaulo.

Nº de Aparelhos	Fator de Demanda %					
	Chuveiro Tomeira Elét. Aquec. Indiv. de Passagem	Máquinas Lavar Louça Aquec. Central de Acumulação	Aquecedor Central de Passagem	Fogão Elétrico Forno Microondas	Secadora de Roupa, Sauna Xerox	Hidromassagem
01	100	100	100	100	100	100
02	68	72	71	60	100	56
03	56	62	64	48	100	47
04	48	57	60	40	100	39
05	43	54	57	37	80	35
06	39	52	54	35	70	25
07	36	50	53	33	62	25
08	33	49	51	32	60	25
09	31	48	50	31	54	25
10 a 11	30	46	50	30	50	25
12 a 15	29	44	50	28	46	20
16 a 20	28	42	47	26	40	20
21 a 25	27	40	46	26	36	18
26 a 35	26	38	45	25	32	18
36 a 40	26	36	45	25	26	15
41 a 45	25	35	45	24	25	15
46 a 55	25	34	45	24	25	15
56 a 65	24	33	45	24	25	15
66 a 75	24	32	45	24	25	15
76 a 80	24	31	45	23	25	15
81 a 90	23	31	45	23	25	15
91 a 100	23	30	45	23	25	15
101 a 120	22	39	45	23	25	15
121 a 150	22	29	45	23	25	15
151 a 200	21	28	45	23	25	15
201 a 250	21	27	45	23	25	15
251 a 350	20	26	45	23	25	15
351 a 450	20	25	45	23	25	15
451 a 800	20	24	45	23	25	15
801 a 1000	20	23	45	23	25	15

Tabela 14 – Fator de demanda por classe e número de equipamentos.
Fonte: CPFL 2004

Depois de calculada a demanda referente aos usos de iluminação e tomadas de uso geral (5 W/m^2) e das tomadas de uso específico dos equipamentos em um único apartamento, conforme descritos na tabela 14, faz-se o cálculo para dimensionamento dos cabos que servirão a todos os apartamentos usando-se a tabela 15 que fornece o fator de diversificação de carga, em função do número de apartamentos.

Nº Apartamentos	Fatores	Nº de Apartamentos	Fatores
-	-	79 a 87	0,65
02 a 03	0,98	88 a 96	0,64
04 a 06	0,97	97 a 102	0,63
07 a 09	0,96	103 a 105	0,62
10 a 12	0,95	106 a 108	0,61
13 a 15	0,91	109 a 111	0,60
16 a 18	0,89	112 a 114	0,59
19 a 21	0,87	115 a 117	0,58
22 a 24	0,84	118 a 120	0,57
25 a 27	0,81	121 a 126	0,56
28 a 30	0,79	127 a 129	0,55
31 a 33	0,77	130 a 132	0,54
34 a 36	0,76	133 a 138	0,53
37 a 39	0,75	139 a 141	0,52
40 a 45	0,74	142 a 147	0,51
43 a 45	0,73	148 a 150	0,50
46 a 48	0,72	150 acima	0,50
49 a 51	0,71		
52 a 54	0,70		
55 a 57	0,69		
58 a 63	0,68		
64 a 69	0,67		
70 a 78	0,66		

Tabela 15 – Fator de diversificação da carga de edifício coletivo em função do número de apartamentos.

Fonte: CPFL, 2004.

Finalmente, este fator encontrado na tabela, deve ser multiplicado à demanda de cada apartamento e pelo número de apartamentos. Ao final soma-se ainda a demanda do condomínio, onde estariam os motores de elevadores, bombas de água, iluminação de pátios, estacionamentos e áreas comuns.

Esses cálculos são feitos para dimensionamentos dos cabos de entrada e como uma parte dos edifícios é atendida em tensão primária de distribuição (no caso da CPFL 11.900V), esses dados também podem ser usados para montagem da cabina de transformação definindo desde a capacidade do transformador de entrada como todos os outros equipamentos usados na montagem dessa cabina. Outra parte

dos edifícios pode ser alimentada em tensão secundária de fornecimento que no caso da CPFL que atende Campinas, 220V entre fases e 127V entre fase e neutro (CPFL, 2004).

Como visto, esse trabalho foi totalmente focado para esse último dimensionamento.

Reforça-se que se por um lado, os métodos que indicam a densidade de carga facilitam os trabalhos dos projetistas, eles apresentam o inconveniente de poderem estar defasados da realidade atual. Já os métodos de verificação da demanda para dimensionamento dos circuitos exigem um conhecimento apurado da posse dos equipamentos eletrodomésticos e também de suas potências, que geralmente em projetos de edificações novas, não se sabe.

Essas incertezas mostram que se fazem necessárias novas pesquisas e o desenvolvimento de novas metodologias para uso dos projetistas.

No próximo capítulo serão mostradas a pesquisa pretendida e toda a metodologia que foi utilizada para este estudo.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Tipo de pesquisa

Esta pesquisa visou descrever características do fenômeno consumo de energia elétrica, através do estabelecimento de relações da variável “valor do consumo mensal”, dado em kWh¹⁰ com outras variáveis que caracterizam a população que reside em apartamentos na cidade de Campinas, São Paulo.

No trabalho, foram procuradas as variáveis que caracterizavam a amostra estudada e que mais influenciam o consumo de energia elétrica.

De acordo com Gil (2002), este tipo de pesquisa é classificado como de pesquisa descritiva.

Como foi feita uma interrogação direta das pessoas com relação às variáveis estudadas, é uma pesquisa de levantamento, que exige análise quantitativa para se poder estabelecer correlação entre as variáveis.

¹⁰ Medida de energia, 1 kWh = 3597.122,3 J ou 860 kcal; kWh é a unidade normalmente utilizada para medição de consumo de energia elétrica devido tanto à facilidade de construção de medidores quanta aos volumes consumidos.

4.2. Delimitação do universo pesquisado

Partiu-se da idéia de verificar qual seria o consumo de energia elétrica nos consumidores residenciais. Para se tornar esta pesquisa viável de execução, se fez necessário delimitar o universo da pesquisa.

A primeira delimitação feita neste universo foi a de restringi-lo à cidade de Campinas. Muitas das fórmulas de previsão dos consumos e demandas foram elaboradas com caráter de utilização em todo o país, feitas através de medições espalhadas por todo o território nacional. Por isso acredita-se que podem conter erros devidos aos contrastes culturais e sociais que também influenciam o consumo de energia elétrica.

A segunda delimitação escolhida foi com relação ao tipo das habitações que seriam pesquisadas. De uma maneira geral, tanto por questões sócio-econômicas como por questões culturais, acredita-se que somente uma parcela pequena das habitações no Brasil possua projeto de construção civil e uma parcela menor ainda deva possuir projeto das instalações elétricas.

Acredita-se que essas habitações, que não possuem projeto, foram construídas para atender às necessidades habitacionais, com adaptações da edificação a essas necessidades, sem soluções técnicas tão bem elaboradas do ponto de vista da engenharia e arquitetura, sem projetos estruturados que pudessem prever necessidades futuras.

Já os apartamentos estão inseridos na categoria de edificações de uso coletivo, do ponto de vista das concessionárias de energia elétrica. Com relação aos

projetos dos sistemas prediais de energia, em habitações de uso coletivo, devido principalmente ao volume de energia que deve ser disponibilizado para as edificações, as concessionárias de energia elétrica exigem projetos das instalações elétricas das mesmas, ou em caso mais simples, uma Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) (documento oficial do Conselho de Classe), assinada por profissional habilitado nesse conselho.

No caso de Campinas, a concessionária de energia, Companhia Paulista de Força e Luz exige projetos se a demanda da edificação for superior a 76 kVA ou se a mesma tiver mais que 5 (cinco) unidades consumidoras; em casos menores, exige somente apresentação de ART (CPFL, 2004).

Desta maneira, perante a concessionária de energia elétrica, os apartamentos fazem parte das edificações habitacionais de uso coletivo, que muitas vezes necessitam de projeto elétrico e são mais exigidos com relação a soluções técnicas, sendo este o motivo de terem sido escolhidos os apartamentos para a pesquisa.

Concluindo então, o universo de estudo do consumo de energia elétrica para fins residências ficou sendo o que contempla os apartamentos da cidade de Campinas, São Paulo.

4.3. Operacionalização da população pesquisada

Se fosse pesquisada toda a população que mora em apartamentos na cidade, a pesquisa teria um custo muito alto e teria caráter de censo, que não era o objetivo deste trabalho. Foi feita uma verificação estatística para apontamento da amostra, de maneira a garantir que esta fosse significativa de todo o universo. Desta maneira, os dados obtidos com essa amostra seriam projetados para todo o universo.

Houve dificuldades em se encontrar dados na prefeitura sobre o número de edificações tipo apartamento. Na prefeitura existem cadastros gerais que apontam imóveis habitacionais, comerciais, clandestinos, terrenos, mas não foi encontrado um índice específico sobre habitações do tipo apartamento.

De acordo com dados do Censo do IBGE (2000), a cidade de Campinas apresentava os dados no ano de 2000 apresentados na tabela 16:

População Total: (habitantes)	Pessoas que viviam em domicílios particulares permanentes (habitantes)
969.386	959.494

Tabela 16 – População total e número de habitantes em domicílios particulares permanentes.

Fonte: IBGE - Censo demográfico-2000

Para o ano de 2004, a mesmo IBGE apresentava estimativa populacional para Campinas, como mostrado na tabela 17. Não havia dados de previsão para 2005 e trabalhou-se com a hipótese que a previsão de 2004 seria até o final daquele ano, portanto início de 2005.

Seguindo a mesma projeção de proporcionalidade, colocou-se a população esperada que viva em domicílios particulares permanentes:

População Total: (habitantes)	Pessoas esperadas que vivam em domicílios particulares permanentes (habitantes)
1.031.887	1.021.357

Tabela 17 – População total e número de habitantes em domicílios particulares permanentes.

Elaboração própria a partir de dados do IBGE 2000

Com relação aos domicílios, encontraram-se os dados referentes ao censo 2000 apresentados na tabela 18:

Domicílios particulares permanentes - tipo - casa	221.629
Domicílios particulares permanentes - tipo - apartamento	59.743
Domicílios particulares permanentes - tipo - cômodo	2.069

Tabela 18-Domicílios por tipo no município de Campinas.

Fonte: IBGE-Censo demográfico 2000

Mantendo-se a mesma projeção da evolução dos imóveis que a projeção da população, ter-se-ia para início de 2005 os dados da tabela 19:

Domicílios particulares permanentes - tipo - casa	235.919
Domicílios particulares permanentes - tipo - apartamento	63.595
Domicílios particulares permanentes - tipo - cômodo	2.202

Tabela 19-Domicílios por tipo no município de Campinas para 2004

Elaboração própria a partir de dados do Censo demográfico 2000 - IBGE

Para definição da amostra, verificaram-se várias técnicas sendo a mais recomendada a de amostragem por conglomerados (GIL, 2002). Para determinação do tamanho da amostra, foi utilizada a tabela apresentada por ARKIN e COLTON apud GIL (2002).

Reproduziu-se parte desta tabela de amostragem descrita acima, na tabela 20, que garante um intervalo de confiança de 95% (dois desvios padrões).

Amplitude da população	Amplitude da amostragem com as margens de erro acima indicadas					
	1%	2%	3%	4%	5%	10%
1000				385	286	91
3000		1364	811	517	353	97
5000		1667	909	556	370	98
10000	5000	2000	1000	588	383	99
100000	9091	2439	1099	621	398	100

Tabela 20-Determinação da amplitude da amostra de uma população finita para proporção dos elementos portadores do caráter considerados $p=0,5$ e coeficiente de confiança de 95,5%.

Fonte: ARKIN, H.; COLTON, R. Apud GIL Como elaborar projetos de pesquisa, São Paulo: Atlas, 2002. p.124.

Desta maneira, escolheu-se margem de erro de até 5 % (cinco), que aponta para uma meta de pesquisa de uma amostra de 398 apartamentos. Como se esperava que houvesse erros de preenchimento, adotou-se uma meta de conseguir o total de 500 formulários, para permitir o descarte dos erros.

Para ainda evitar-se uma amostra viciada, em que os dados sejam relativos a um grupo específico, verificou-se que a cidade é dividida em 14 A.R. (Administrações Regionais da Prefeitura) e quatro distritos, com a estrutura populacional apresentada pela tabela 21.

Desta forma, pretendia-se fazer a distribuição de formulários na pesquisa de tal maneira que fosse proporcional à distribuição das populações de acordo com as administrações regionais da prefeitura e também dos distritos. Apesar de não se encontrar nenhuma informação de que o número de apartamentos siga a mesma

distribuição de população, esperava-se com isso, atingir todas as camadas sociais e evitar vícios na amostra.

Esses dados da distribuição da população pelos distritos e Administrações Regionais da prefeitura, são apresentados na tabela 21.

AR ou Distrito	População Total		Distribuição por AR.	Formulários Necessários
	1996	2005		
Nome/Número			%	Unidades
1	71.319	81.072	7,856644	39
2	43.537	49.491	4,796123	24
3	75.932	86.316	8,364821	42
4	45.801	52.064	5,045530	25
5	25.138	28.576	2,769252	14
6	93.568	106.363	10,307638	52
7	110.036	125.083	12,121786	61
8	36.581	41.583	4,029836	20
9	54.194	61.605	5,970120	30
10	44.091	50.120	4,857153	24
11	63.552	72.243	7,001016	35
12	107.660	122.382	11,860041	59
13	63.409	72.080	6,985263	35
14	4.028	4.579	0,443733	2
Barão Geraldo	31.964	36.335	3,521218	18
Joaquim Egídio	2.660	3.024	0,293031	1
Nova Aparecida	22.531	25.612	2,482060	12
Souzas	11.753	13.360	1,294734	6
Total	907.754	1.031.887	100	500

Tabela 21 – Divisão administrativa de Campinas, população e expectativa dos formulários.
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Secretaria do planejamento, desenvolvimento urbano e meio ambiente (2005)

4.4. Elaboração do instrumento de coleta de dados

Para se estudar o consumo de energia elétrica mensal nos apartamentos de Campinas, optou-se por usar formulários que fossem de fácil preenchimento pelos usuários. Na figura 18, mostra-se uma imagem do formulário usado no pré-teste e será feita a seguir a descrição dos seus campos.

Pesquisa de Consumo de Energia em Apartamentos.

Endereço: R. Gil Sanches
 Nº: 1911 Bairro: Cumburi
 Complemento: ap. 204

Parte 1: Dados dos Ocupantes.

Favor responder com um "X" dentro do quadrado apropriado.

		Morador 1	Morador 2	Morador 3	Morador 4	Morador 5	Morador 6	Morador 7	Morador 8
Sexo	Masculino								
	Feminino	X	X						
Idade	0 a 10 anos								
	10 a 20 anos								
	20 a 40 anos	X	X						
	Mais de 40 anos								
Escolaridade	1ª Grau Completo								
	1ª Grau Incompleto								
	2ª Grau Completo								
	2ª Grau Incompleto								
	3ª Grau Completo	X	X						
	3ª Grau Incompleto								

Em que faixa se encontra a renda familiar (soma dos salários dos ocupantes):
 1 - abaixo de R\$ 500,00 2 - de R\$500,00 a R\$1000,00
 3 - de R\$1000,00 a R\$2000,00 4 - de R\$2000,00 a R\$3000,00
 5 - de R\$3000,00 a R\$5000,00 5 - acima de R\$5.000,00

De maneira geral, os ocupantes acham ser suficiente o número de tomadas de energia elétrica no apartamento?
 sim não

Parte 2: Dados dos Apartamentos.

Qual é a área do apartamento (em metros quadrados)?
 Menor que 50 Entre 50 e 100 Maior que 100.

Qual é o número de cômodos do apartamento, incluindo os banheiros?
 Menor que 5 Entre 5 e 10 Maior que 10;

Qual foi o consumo de energia elétrica nos últimos 6 meses em kWh? (Esses dados constam na conta de Luz).
129 103 103 94 118 122

Assinale na primeira coluna a quantidade dos equipamentos e com "X" os adquiridos a menos de 5 anos:

APARELHO	QUANTIDADE	ADQUIRIDO A MENOS DE 5 ANOS
APARELHO DE SOM	2	
AQUECEDOR DE AMBIENTE	0	
AR-CONDICIONADO	0	
ASPIRADOR DE PÓ	0	
BATEDEIRA	0	
CAFETEIRA ELÉTRICA	0	
CHURRASQUEIRA ELÉTRICA	0	
CHAVEIRO ELÉTRICO	4	
CIRCULADOR AR PEQUENO/MÉDIO	2	
ESPRESSO DE FRUTAS	1	
EXALSTOR FOGÃO	0	
FERRÃO ELÉTRICO AUTOMÁTICO	1	
FOGÃO ELÉTRICO	0	
FORNO À RESISTÊNCIA GRANDE	1	
FORNO À RESISTÊNCIA PEQUENO	1	
FORNO MICROONDAS	1	
FREEZER	0	
GELADEIRA 1 PORTA	1	
GELADEIRA 2 PORTAS	0	
LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA	0	
LÂMPADA INCANDESCENTE - 60 W	1	X
LÂMPADA INCANDESCENTE - 100 W	6	X
LAVADORA DE LOUÇAS	0	
LAVADORA DE ROUPAS	1	
LIQUIDIFICADOR	1	X
MICROCOMPUTADOR	1	X
MULTIPROCESSADOR	0	
RÁDIO RELÓGIO	1	X
SECADOR DE CABELO GRANDE	1	X
SECADORA DE ROUPA	0	
TORNEIRA ELÉTRICA	0	
TV EM CORES - 14"	0	
TV EM CORES - 20"	1	X
TV EM CORES - 29"	0	
VENTILADOR DE TETO	0	
VIDEOCASSETE (VCD)	1	X

Figura 18 – Formulário montado e usado no pré-teste.

Devido à má visualização da imagem, disponibilizou-se o formulário em anexos (Anexo 1).

Para economia de impressão dos formulários, as páginas foram reduzidas para caber em apenas uma folha, sem prejudicar as respostas dadas pelos pesquisados.

Inicialmente para verificação da região da cidade em que o formulário se refere, foi criado o campo do endereço. Este campo tem dados completos para se evitar duas respostas no mesmo apartamento.

Para pesquisar as variáveis que mais caracterizariam o consumo, e que poderiam representar ou agrupar os usuários, escolhemos aquelas que poderiam empiricamente aludir a diferenças nesse consumo. Dentre as possíveis, escolheu-se da seguinte forma:

1. Número de pessoas que normalmente vivem na edificação. Esta variável foi escolhida por se acreditar existir uma relação direta entre o número de habitantes e a quantidade de energia consumida. Os dados dos ocupantes foram previstos para até 8 (oito) pessoas morando no mesmo apartamento. Verificaram-se nos dados do censo de 2000 que seriam atingidos 99,23% dos domicílios particulares.

2. Sexo dos habitantes. O consumo de energia pode ter variabilidade de acordo com o sexo, ou seja, os padrões de comportamento, também com relação ao consumo de energia podem ser diferenciados por necessidades energéticas diferentes. Esperava-se identificar nos apartamentos em que haja uma divisão por sexo, se essa variável era importante.

3. Idade dos habitantes. Foi feita uma alusão de que as necessidades de energia são variáveis de acordo com as idades das pessoas. Na verdade,

procuraram-se classificações que distinguiam as fases da infância, juventude e adulta, entendendo que o uso da energia se faz nessas fases de maneira diferente para cada uma.

4. Grau de escolaridade dos habitantes. Esta variável também pode influenciar o consumo, na medida em que está ligada também à possibilidade de melhoria do poder econômico.

5. Renda familiar. Esta variável é apontada em estudos, tanto internacionais (UNANDER et al, 2004 e TATIETSE et al, 2002) como nacionais (ACHÃO, 2003), como de influência direta no consumo de energia elétrica.

Para auxílio de futuras pesquisas de avaliação de desempenho, questionou-se no campo 7 se as pessoas achavam suficiente o número de tomadas nos apartamentos na atualidade. Havia a expectativa de que haveria um grande descontentamento com relação a esse número. Essa variável não seria contabilizada como de influência ao consumo de energia elétrica.

Na parte 2 do formulário, pretendeu-se verificar dados da edificação,

6. Área do apartamento. Perguntou-se a área, divididas em três categorias (menor que 50 m², entre 50 e 100 m² e maior que 100 m²).

7. Número de cômodos. Questionou-se em qual classe se encaixava cada apartamento (menor que 5, entre 5 e 10, e maior que 10), com relação ao número de cômodos.

Pretendia-se verificar se esses parâmetros seriam bons indicadores do consumo. No estudo do Comitê de Distribuição - CODI (1990) foi apresentado que por análise de cluster, a área foi o melhor indicador encontrado.

No próximo campo, foi deixado espaço para colocação do consumo de energia elétrica nos últimos 6 meses. Foi escolhido esse número para tirarmos uma média que fugisse das características sazonais e também porque em uma conta de luz é apresentado o histórico de consumo dos últimos 6 (seis) meses, facilitando assim o preenchimento pelos pesquisados, bastando verificar uma única conta de luz.

Finalmente, colocaram-se os campos para que os pesquisados assinalassem o número de equipamentos eletrodomésticos em uma lista previamente elaborada e questionou-se se os mesmos foram adquiridos a menos de cinco anos, para verificar-se a evolução do número desses equipamentos desde o censo de 2001.

A lista de equipamentos foi tirada da relação do Procel¹¹, que apresenta médias de uso mensal para cálculos do consumo. Esperava-se também verificar a proximidade desse cálculo com o consumo apresentado na nossa amostra.

Ainda para facilitar a obtenção do grande número de respostas necessárias, foi desenvolvida uma página eletrônica para que o formulário pudesse ser respondido pela internet, facilitando assim a obtenção do número de respostas esperadas. Essa página foi desenvolvida em linguagem HTML, de maneira a ocupar um espaço muito pequeno de banco de dados. Esse banco ficou direcionado a um servidor que ficava aberto 24 horas por dia para receber as respostas. Foram feitos vários testes e 03 versões foram ajustadas para garantia da acessibilidade.

¹¹ Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica tem objetivo de promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, eliminando os desperdícios e reduzir os custos. Foi criado em 1985 e em 1991 foi transformado em Programa de Governo, tendo suas abrangências e responsabilidades ampliadas.

Como o banco de dados foi estruturado para ocupar pouco espaço, foram também colocados neste banco os dados recebidos dos formulários em papel, facilitando a análise posterior dos dados, com todos os registros em um único banco.

No anexo 02, segue uma imagem da máscara de rosto do formulário eletrônico.

4.5. Pesquisa de Campo

Para o preenchimento dos formulários, que se esperava ser de fácil obtenção por se tratar de uma pesquisa simples, planejou-se repassar aos amigos que moram em apartamentos, fazer divulgação em faculdades e escolas, divulgação por e-mail, divulgação na CPFL e assim atingir a amostra esperada. Porém não se teve a facilidade esperada.

Foram elaborados vários cronogramas que precisaram ser alterados em função do número de formulários recebidos. Os principais motivos da demora no retorno dos formulários foram as preocupações com segurança e o preenchimento dos dados do consumo de energia, que exigia uma conta de luz.

Com relação à segurança, muitas pessoas ficaram desconfiadas em fornecer dados pessoais de renda, endereço e bens (eletrodomésticos) que possuíam. Muitas vezes ficavam com o formulário, mas depois não o devolviam.

Já com relação aos dados do consumo que constam na conta de luz, muitas levavam o formulário para preencher em casa, não encontravam a conta, se esqueciam do formulário ou perdiam-no.

Com a demora para recepção da quantidade necessária dos formulários para fechamento final, foi necessário contratar pesquisadores com experiência, que completaram a pesquisa, trabalhando com o formulário em forma de entrevista, inclusive checando os dados de consumo nas contas de energia dos consumidores. Desta forma, atingiu-se o objetivo, como será visto na apresentação dos resultados.

4.6. Análise e interpretação dos dados

Como já dito anteriormente, os dados foram guardados em um banco de dados e receberam análise estatística para tabulação.

Para consultoria e cálculo dos dados estatísticos, foi contratada a empresa Estat Júnior, formada por alunos do Instituto de Matemática e Estatística da Unicamp, sob supervisão de um professor, para validação dos cálculos e da metodologia empregada nos projetos.

Primeiramente pretendeu-se caracterizar as pessoas que vivem em apartamentos com relação às variáveis pesquisadas (sexo, idade, escolaridade, nível econômico).

Para renda familiar, foram feitas aproximações dos valores em Reais com o valor do salário mínimo, que são os dados mais encontrados nos censos.

Após confronto das variáveis com a média do consumo, verificaram-se as que apresentam uma correlação melhor. Pretendia-se fazer análise de cluster para verificar as variáveis que melhor representam esse consumo, porém em análise com os estatísticos, optou-se por regressão múltipla.

Por último, pretendia-se aplicar técnicas de cálculo já consagradas aos equipamentos descritos, aproveitando-se dados de potência e de horas de utilização sugeridos pelo Procel para verificar a proximidade com os consumos apresentados nas contas de luz.

Obviamente pretendia-se apresentar formulações que indiquem melhor o consumo de acordo com essas variáveis estudadas.

5. RESULTADOS ENCONTRADOS

5.1. Formulários válidos

Foram arrecadados 631 (seiscentos e trinta e um) registros, contabilizando tanto os recebidos via internet quanto os recebidos em formulários de papel. Deste total, 540 (quinhentos e quarenta) foram aceitos como válidos e esta aceitação levou principalmente como critério o preenchimento de dados principais.

Por exemplo, 50 formulários de papel foram arrecadados de edifícios perto do bairro Jardim do Lago, local de área de invasão. Ao serem questionadas sobre consumo de energia, algumas pessoas respondiam que não tinham, pois a energia estava englobada no condomínio. Com certeza, tinham ligação clandestina de energia e apesar de ser um objeto interessante de estudo, esses formulários foram rejeitados por não ser esta a nossa intenção de pesquisa. Essas informações foram checadas posteriormente.

Houve também 03 formulários de outras cidades, 04 preenchidos em duplicidade, 07 que se recusaram a preencher a renda familiar e o restante foi rejeitado por preenchimento errado, por exemplo, em alguns formulários foram encontradas duas faixas de idade e escolaridade para o mesmo morador. Foram aceitos os formulários em que os dados do endereço estavam incompletos, mas identificavam o bairro. Alguns moradores preferiram essa forma como garantia de segurança e para cadastro na pesquisa, bastava saber apenas o bairro, porém, essa informação só era fornecida se houvesse insistência do morador.

Na tabela 22 apresenta-se a expectativa com relação à arrecadação dos formulários por Administração Regional da prefeitura, bem como a quantidade final de formulários arrecadados.

AR ou Distrito	População Total		Distribuição da população por AR (%)	Formulários Necessários	Formulários Válidos Arrecadados	
	1996	2005			Unid.	%
1	71.319	81.072	7,856644	39	42	108
2	43.537	49.491	4,796123	24	31	129
3	75.932	86.316	8,364821	42	45	107
4	45.801	52.064	5,045530	25	26	104
5	25.138	28.576	2,769252	14	33	236
6	93.568	106.363	10,307638	52	63	121
7	110.036	125.083	12,121786	61	64	105
8	36.581	41.583	4,029836	20	25	125
9	54.194	61.605	5,970120	30	39	130
10	44.091	50.120	4,857153	24	25	104
11	63.552	72.243	7,001016	35	39	111
12	107.660	122.382	11,860041	59	61	103
13	63.409	72.080	6,985263	35	33	94
14	4.028	4.579	0,443733	2	0	0
Barão Geraldo	31.964	36.335	3,521218	18	3	17
Joaquim Egídio	2.660	3.024	0,293031	1	0	0
Nova Aparecida	22.531	25.612	2,482060	12	11	92
Souzas	11.753	13.360	1,294734	6	0	0
Total	907.754	1.031.887	100	500	540	108

Tabela 22 – Distribuição dos formulários por Regionais

Algumas considerações são importantes de se registrar. Os distritos de Souzas e Joaquim Egídio e também a A.R.-14 têm uma configuração diferenciada, com condomínios fechados e também uma grande parte de sua área com

características rurais (sem edifícios com mais de 03 andares nos distritos). Já na A.R.-14 existem dois condomínios com edifícios de até 07 andares, porém com inauguração recente, estando muitos apartamentos ainda vazios.

Alguns bairros, e por conseqüência algumas A.R., têm uma grande concentração de edifícios coletivos e outras extensões grandes em área. São os caso das A.R. 05 e 06, respectivamente, por isso tiveram mais respostas.

Como resultado final, foram validados 540 formulários e houve a preocupação de se verificar se o fato de haverem mais que os 500 estipulados como meta, não poderia interferir nos resultados. O resultado desta verificação é apresentado na figura 19 em relação às porcentagens dos formulários

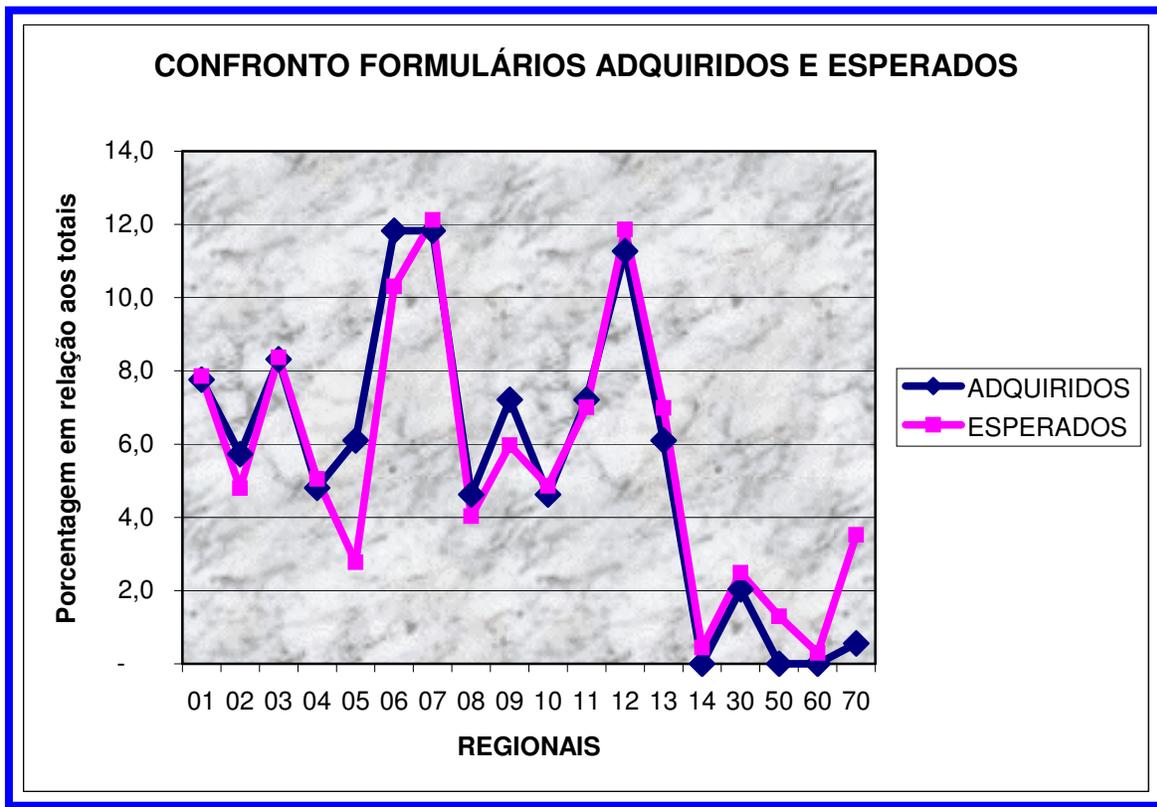


Figura 19 – Confronto entre as percentagens dos formulários esperados e adquiridos.

Como verificação final, foi constatado que neste confronto, existe uma correlação de 0,94456, ou seja, 95%, validando a aproximação.

5.2. Resultados da população pesquisada – moradores

Como primeiros resultados, serão apresentados os dados dos moradores pesquisados.

5.2.1. Quantidade

Foram encontrados como moradores dos apartamentos de Campinas, 1503 moradores, na amostra considerada.

Seguindo a proporcionalidade, seriam esperados então que Campinas tivesse perto de 177000 pessoas morando em apartamentos (cerca de 17% da população, enquanto apartamentos representam cerca de 21% das habitações).

5.2.2. Sexo

Na amostra considerada, encontramos 807 mulheres, o que corresponde a 54% do total e 696 homens (46%). De uma maneira geral, a Região Metropolitana de Campinas (RMC) apresenta 52% de mulheres e 48 % de homens. Isso pode mostrar uma preferência das mulheres por apartamentos. Fica como sugestão de pesquisas futuras.

5.2.3. Idade

A distribuição por idade dos moradores é apresentada na tabela 23

Faixa de Idade	Quantidade	Porcentagem
0 a 10 anos	207	13,74
10 a 20 anos	229	15,21
20 a 40 anos	625	41,63
Mais de 40	442	29,42
Total	1503	100

Tabela 23 – Distribuição da população por idade.

Como visto, a faixa etária mais representativa dos moradores dos apartamentos está entre 20 e 40 anos. Observa-se que mais de 71% da população tem mais que 20 anos.

5.2.4. Escolaridade

A distribuição encontrada por grau de escolaridade é apresentada na figura 20.

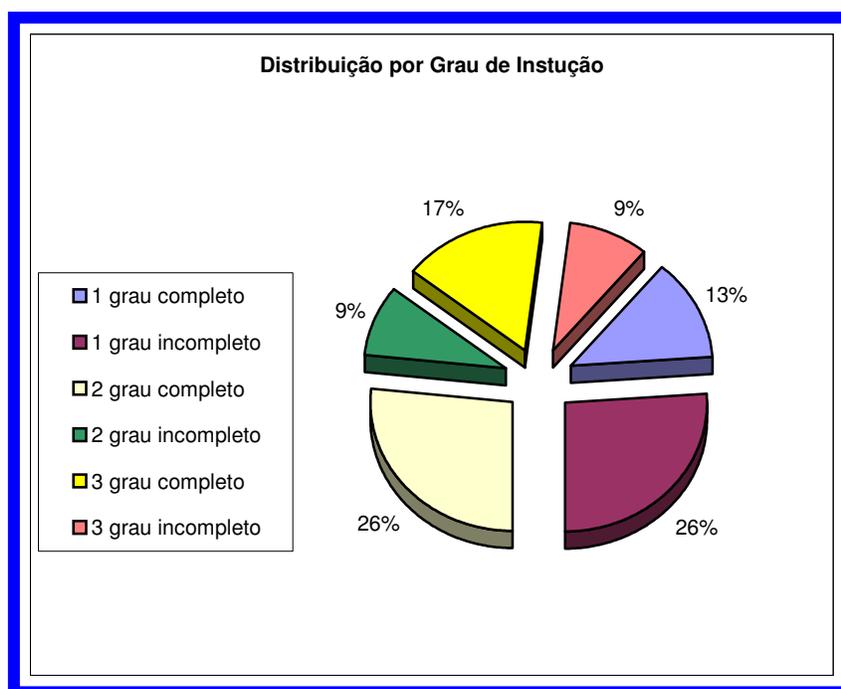


Figura 20 – Distribuição da população por grau de instrução em porcentagem.

Como visto pela figura 20, somando-se os ocupantes com primeiro grau incompleto e segundo grau completo, teremos uma representatividade de 52% da população da amostra. Por outro lado, vemos que o número de pessoas com 3º grau (somando-se incompleto e completo), representa um total de 26% da população da amostra.

Desta maneira, a distribuição da população por faixa etária, está bem distribuída.

5.3. Resultados da população pesquisada – apartamentos

5.3.1. Quantidade de apartamentos

Como afirmado anteriormente, foram contabilizados 540 registros válidos, com dados, portanto de 540 apartamentos distribuídos pelas A.R. e distritos de Campinas, conforme apresentado na tabela 22.

5.3.2. Renda

A distribuição dos apartamentos por renda familiar mensal é apresentada na figura 21.

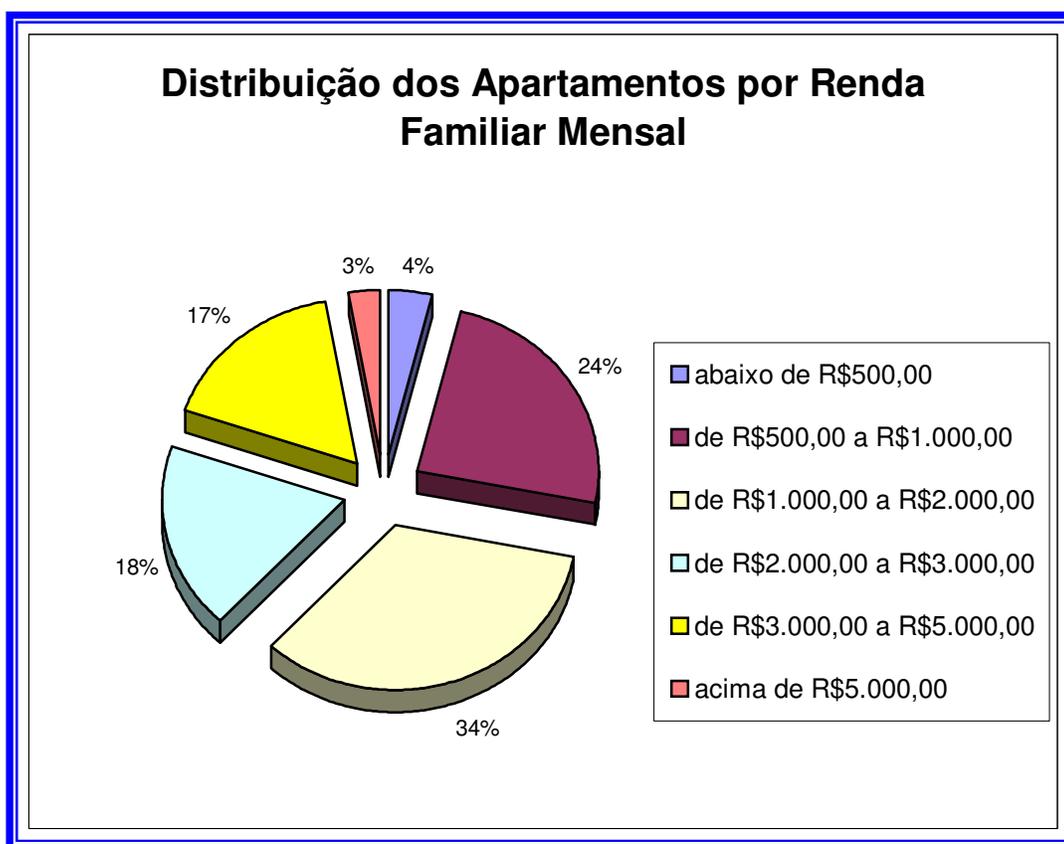


Figura 21 – Distribuição dos apartamentos por renda familiar.

Os dados referentes a distribuição dos apartamentos por renda em relação ao salário mínimo é apresentado na tabela 24.

Classe de Renda Mensal (R\$)	Classe de Renda Salários Mínimos	Quantidade	Porcentagem
abaixo de R\$500,00	Até 2 salários mínimos	21	3,9
de R\$500,00 a R\$1.000,00	De 2 salários a 3 mínimos.	131	24,2
de R\$1.000,00 a R\$2.000,00	De 3 salários a 6 mínimos.	183	33,8
de R\$2.000,00 a R\$3.000,00	De 6 salários a 10 mínimos.	99	18,3
de R\$3.000,00 a R\$5.000,00	De 10 salários a 17 mínimos.	92	17,0
acima de R\$5.000,00	Acima de 17 salários mínimos.	15	2,8

Tabela 24 – Distribuição dos apartamentos por quantidade e porcentagem em Reais e salários mínimos.

Observando o gráfico da figura 21, pode-se ver que há uma predominância de renda mensal de R\$ 1000,00 a R\$ 2000,00 (3 a 6 salários mínimos) por apartamento seguido por de R\$ 500,00 a R\$ 1000,00 (2 a 3 salários mínimos), assim a cerca de 58% da população estudada recebe até R\$ 2000,00 (seis salários mínimos) e podemos ver também que poucos apartamentos têm renda inferior a R\$ 500,00 (2 mínimos) ou superior a R\$ 5000,00 (17 salários mínimos).

5.3.3. Área

Podemos observar que a predominância dos apartamentos está entre 50 e 100m² na figura 22.

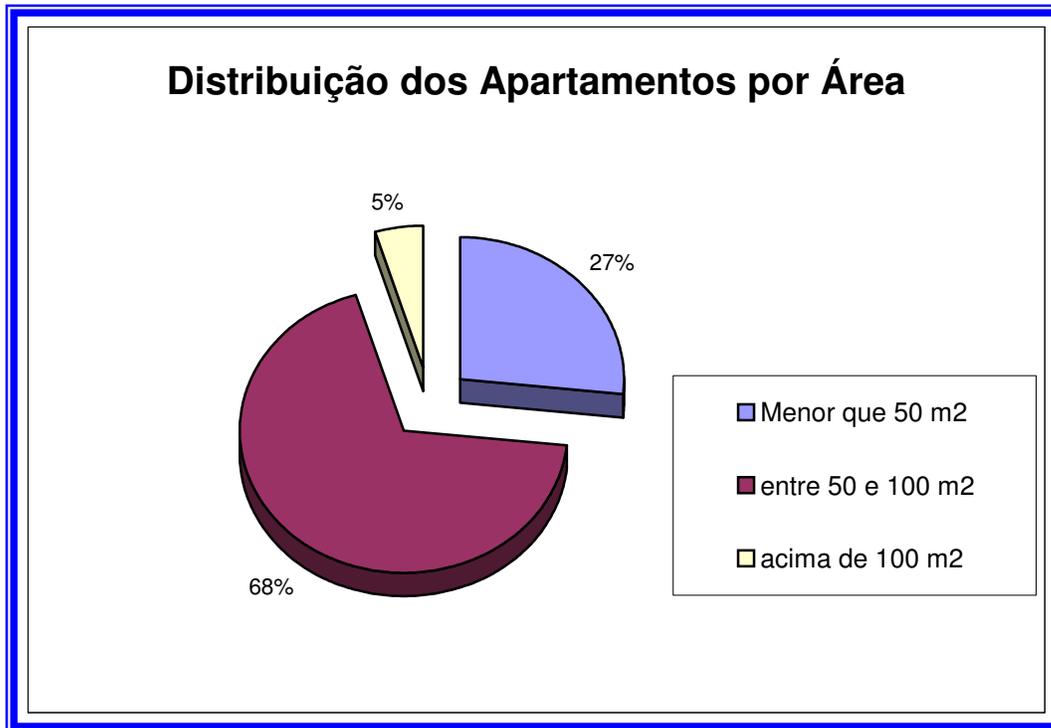


Figura 22 – Distribuição dos Apartamentos por Área.

Nota-se que 68,8 % dos apartamentos têm entre 50 e 100 m². A tendência dos apartamentos é terem no máximo 100m², pois outros 26,6% têm menos de 50 m² e apenas 4,6% têm mais do que 100m².

5.3.4. Número de cômodos

No caso dos cômodos, apenas 1,8% dos apartamentos estudados têm mais do que 10 cômodos, 7,8% têm menos de 5 cômodos e 90,4 % dos apartamentos tem entre 5 e 10 cômodos, como verificado pela figura 23.

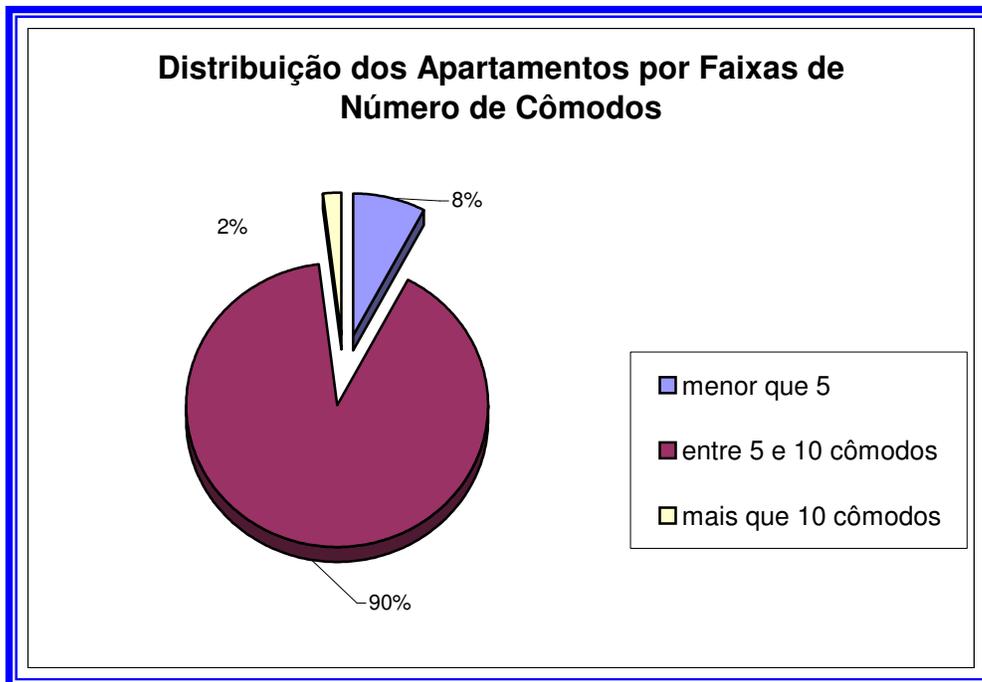


Figura 23 - Distribuição dos Apartamentos por Classes de Números de Cômodos.

5.3.5. Opinião quanto ao número de tomadas

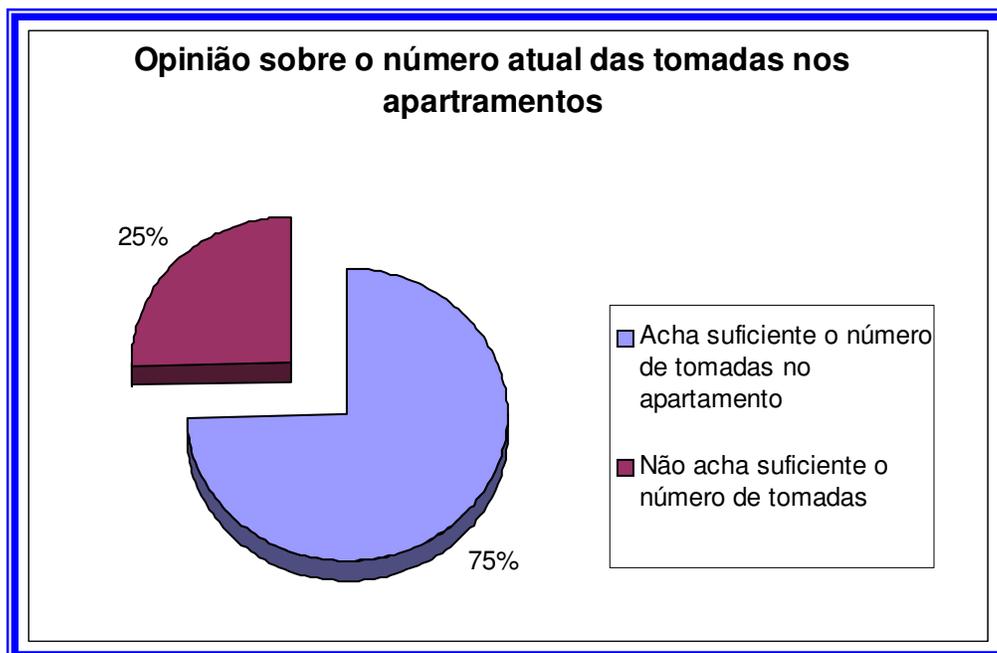


Figura 24 – Distribuição da opinião quanto achar suficiente o número de tomadas no apartamento.

Observa-se que cerca de 25% dos entrevistados acreditam que o número de tomadas em seus apartamentos é insuficiente, como mostrado na figura 24.

De uma maneira geral esta foi uma surpresa, porque se esperava que com a evolução do uso da energia elétrica, existiria uma opinião mais forte ainda achando esse dado insuficiente.

Porém ressalta-se que a afirmação, de que 25% da amostra acham insuficiente o número de tomadas dentro dos apartamentos, pode ser considerado um número alto, necessitando de mais pesquisas para serem feitas com relação ao desempenho das instalações elétricas dos apartamentos.

Principalmente nas habitações de baixa renda, houve o fato interessante de convidarem para verificar as instalações e muitos mostraram descontentes também com a localização das tomadas, ficando também como sugestão de pesquisas futuras.

Também, no anexo 4 estão colocadas mais observações sobre as instalações verificadas.

A montagem de um padrão dos apartamentos pesquisados com relação às variáveis estudadas será melhor apresentada no item 5.5.

5.4. CONSUMO POR APARTAMENTO

5.4.1. Média simples do consumo

Em cada apartamento pesquisado, questionaram-se os valores dos seis últimos consumos mensais e foram feitos cálculos de média simples para encontrar o valor final.

Os dados foram calculados sob consultoria da empresa Estat Júnior¹² que para isso usou o software Minitab, versão 14, que na realidade é um pacote de cálculos estatísticos.

Para entendimento dos dados apresentados, foi elaborada a seguinte legenda:

- Média (ou *mean*): média simples;
- D. P: desvio padrão: mede o espalhamento dos dados ao redor da média;
- Mínimo: valor mínimo da grandeza;
- Q1 - primeiro quartil: mostra o valor para qual 25% dos dados são menores ou igual a este;
- Mediana: valor central da amostra;
- Q3 - terceiro quartil: mostra o valor para qual 75% dos dados são menores ou igual a este;
- Máximo: valor máximo da grandeza considerada.

¹² Empresa Júnior de estatística, vinculada ao Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica da Unicamp, que é formada por alunos sob a supervisão de professores orientadores.

Por tratar-se de dados que envolvam estatísticas, são apresentadas as principais informações na tabela 25.

Consumo Médio (kWh)	162,9500
Desvio Padrão	76,3100
Consumo Mínimo	28,0000
Q1	112,6700
Mediana	154,2500
Q3	202,6700
Consumo Máximo	551,00

Tabela 25 – Dados Estatísticos do Consumo de energia elétrica nos apartamentos da amostra.

5.4.2. Média do consumo corrigido

Dezoito apartamentos apresentaram variações muito grandes entre os valores de consumo mensais.

Para verificação, os dados foram trabalhados para que pudessem ser o mais representativo possível e assim evitar a perda desses registros. Desta forma, adotou-se como critério, que se houvesse 04 valores válidos, recalculou-se a média usando esses 04 valores e não os seis. Assim foram corrigidos 06 (seis) registros e os outros 12 (doze) foram aceitos como estavam, por falta de informações que deixavam dúvidas de realmente haverem erros nas respostas.

Como resultados finais, com essas correções feitas, tiveram-se média de consumo como mostrado na tabela 26.

Consumo Médio (kWh)	163,4339
Desvio Padrão	76,3158
Consumo Mínimo	28,0000
Q1	113,5000
Mediana	155,0000
Q3	203,5000
Consumo Máximo	551,0000

Tabela 26 – Dados Estatísticos do Consumo de energia nos apartamentos da amostra com correções.

Como verificado, as alterações com as correções feitas não foram significativas a ponto de interferirem grandemente nos resultados.

5.4.3. Média ajustada do consumo, expurgando-se dados extremos

Foi verificada a possibilidade de se expurgar dados muito distantes da mediana, para obter-se um resultado melhor, porém essa análise deparou com o problema de que 04 (quatro) registros apresentam média de consumo de 30 kWh/mês. Como esse valor é o valor mínimo contabilizado em conta de luz pela CPFL, optou-se em deixar esses valores, e os outros extremos, porque nesses 04 registros se poderiam ter valores reais de consumo ainda menores que o valor acima.

5.4.4. Variação do consumo – estudo de distribuição normal

Se o consumo de energia elétrica seguisse uma Distribuição Normal da estatística (também conhecida como Gaussiana), seria possível utilizar seu desvio padrão e fazer um intervalo de confiança para esse consumo. Foi feito o teste de Anderson-Darling para esta verificação e este apontou que os dados não seguiam a Distribuição Normal. Após foi feita uma verificação por Box-Cox e este apontou para que se extraísse a raiz quadrada do consumo e se checasse novamente essa variável, que foi chamada de CM, dada por:

$$CM = \sqrt{\text{Consumo}} \quad (2)$$

Esta nova variável apresentou distribuição normal como mostrado nas figuras 25 e 26.

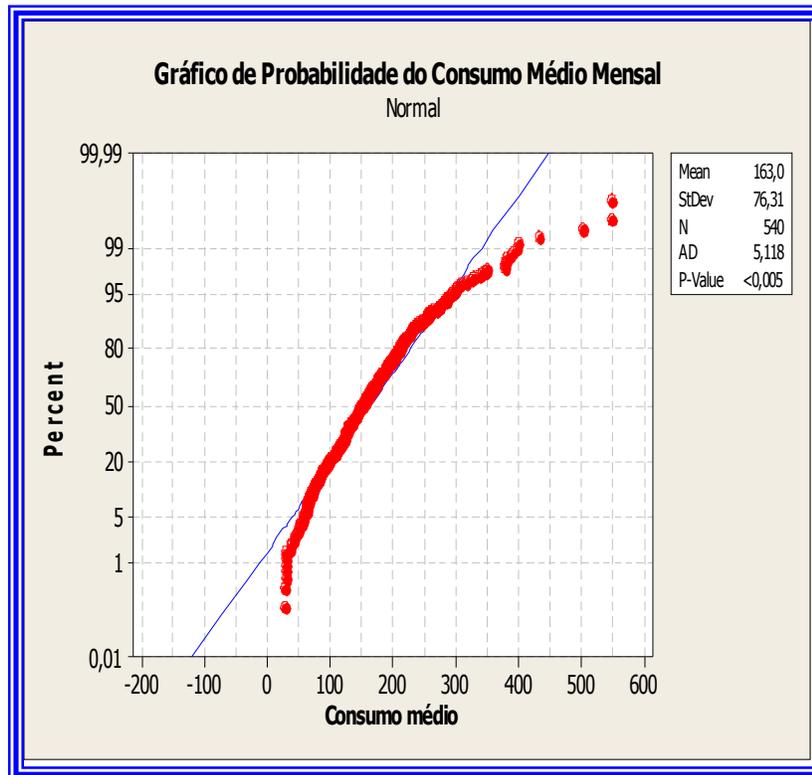


Figura 25 – Teste de verificação se o Consumo seguia uma distribuição Normal.

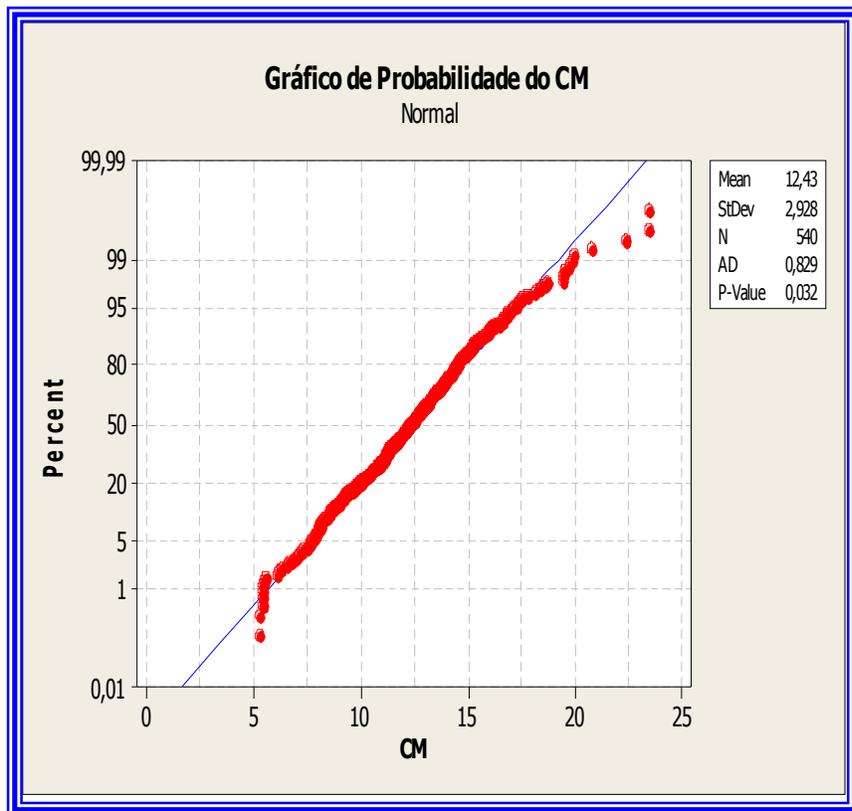


Figura 26 – Teste de verificação se a variável CM seguia uma distribuição Normal.

As legendas das figuras 25 e 26 possuem os seguintes significados:

- Mean: média;
- Sdev: desvio padrão: mede o espalhamento dos dados ao redor da média;
- N: número de elementos na amostra;
- AD: Teste de Anderson-Darling (testa se a variável tem distribuição normal);
- P-Value (p-valor): é o menor valor ao qual se rejeita a hipótese nula (os dados seguem distribuição Normal)

Assim, com a variável normalizada, foi feita uma transformação para a normal de valores padronizados (média 0, desvio padrão 1) e obter-se assim com intervalo de confiança de 95%, que os valores do consumo estão entre 43,4 kWh e 333,79 kWh mensais nos apartamentos da amostra.

Na figura 27 é apresentado o histograma médio do consumo.

Fazendo-se uma análise do gráfico do histograma do consumo, pode-se notar que existe uma concentração em volta da mediana que é de 154,25 kWh e se pode ver também que o intervalo de confiança dos valores é bem plausível.

A coluna de valores que representa faixa de consumo entre 140 e 160 kWh mensais está destacada, e que por isso engloba a mediana.

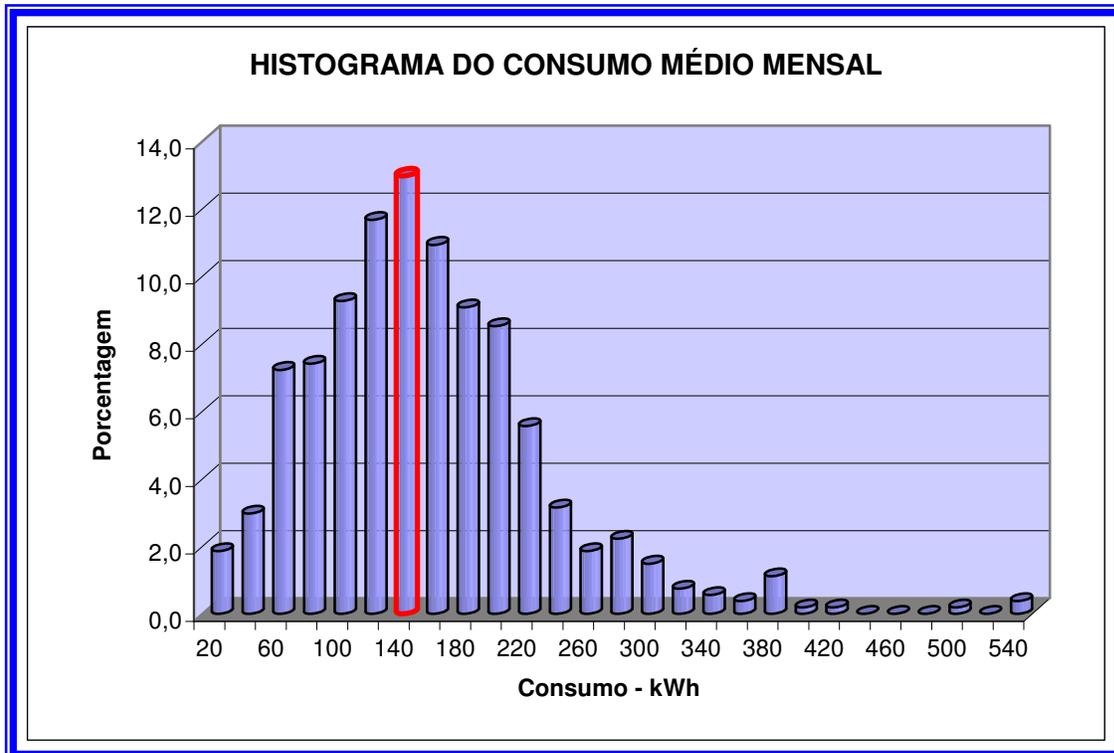


Figura 27 – Histograma do consumo médio

5.5. CRUZAMENTO DE ALGUMAS VARIÁVEIS

Estando definido um intervalo que segue uma forma de distribuição conhecida para ajuste do consumo de energia, começou-se a trabalhar com as outras variáveis que poderiam interferir nesse consumo.

5.5.1. Características do apartamento padrão da amostra

Em primeiro lugar, preocupou-se em calcular valores médios das variáveis para depois se verificar através da regressão linear, a influência dessas variáveis no consumo e definir as mais importantes (usando regressão múltipla).

Os dados calculados por apartamento, são apresentados na tabela 27.

Variável	Média	D.P.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Consumo Médio (kWh)	162,95	76,31	28,00	112,67	154,25	202,67	551,00
Moradores	2,79	1,21	1,00	2,00	3,00	4,00	8,00
Moradores Homens	1,29	0,89	0,00	1,00	1,00	2,00	4,00
Moradoras Mulheres	1,49	0,91	0,00	1,00	1,00	2,00	6,00
0 a 10 anos	0,38	0,64	0,00	0,00	0,00	1,00	3,00
10 a 20 anos	0,42	0,71	0,00	0,00	0,00	1,00	4,00
20 a 40 anos	1,15	0,87	0,00	0,00	1,00	2,00	4,00
Mais de 40 anos	0,82	0,84	0,00	0,00	1,00	1,00	3,00
1ºGrau Incompleto	0,72	1,02	0,00	0,00	0,00	1,00	6,00
1ºGrau Completo	0,35	0,65	0,00	0,00	0,00	1,00	4,00
2ºGrau Incompleto	0,24	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00
2ºGrau Completo	0,74	0,88	0,00	0,00	1,00	1,00	4,00
3ºGrau Incompleto	0,25	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
3ºGrau Completo	0,46	0,76	0,00	0,00	0,00	1,00	5,00

Tabela 27 – Cálculos dos dados estatísticos por apartamento pesquisado.

Com exceção da variável “consumo”, todas as outras estão em unidades médias. Os significados das letras das colunas são os mesmos indicados no início do item 5.4.1.

Na figura 28 é mostrado o histograma da distribuição do número de moradores; na figura 29 são mostradas apenas as distribuições de moradores “homens” e na figura 30 as distribuições do número de moradores “mulheres”.

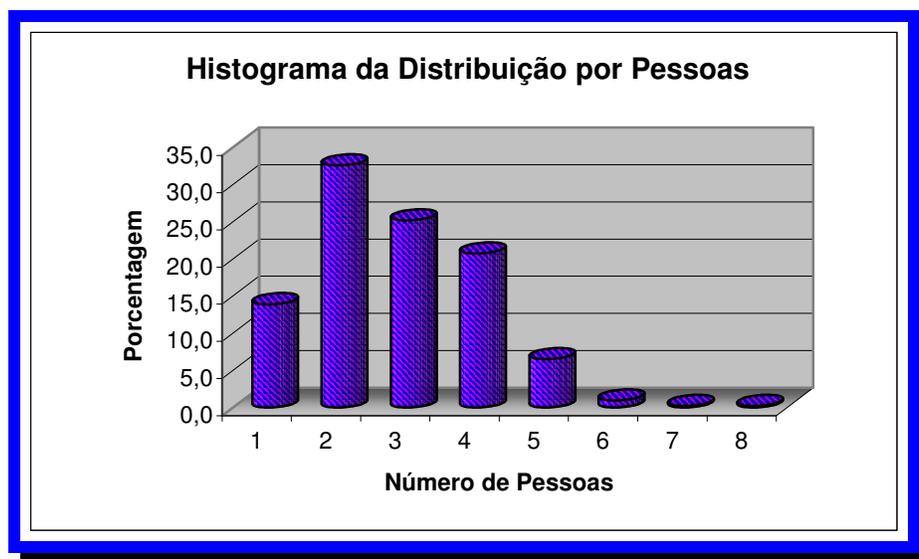


Figura 28 - Distribuição da frequência do número de moradores por apartamento

Analisando a distribuição dos moradores, nota-se que a maioria dos apartamentos tem entre 2 e 3 moradores, sendo que ao se somar essas duas classes, obtêm-se mais de 50% da população em estudo.

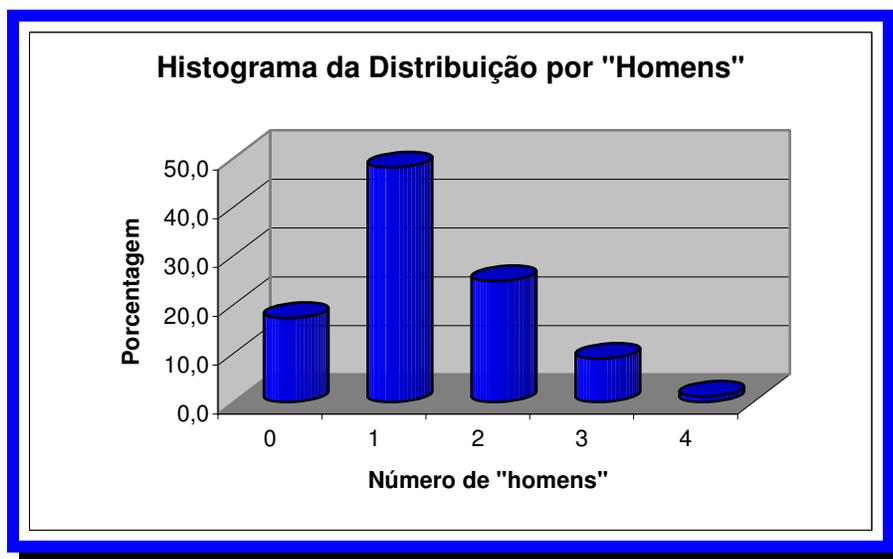


Figura 29 - Distribuição da freqüência do número de moradores "homens" por apartamento.

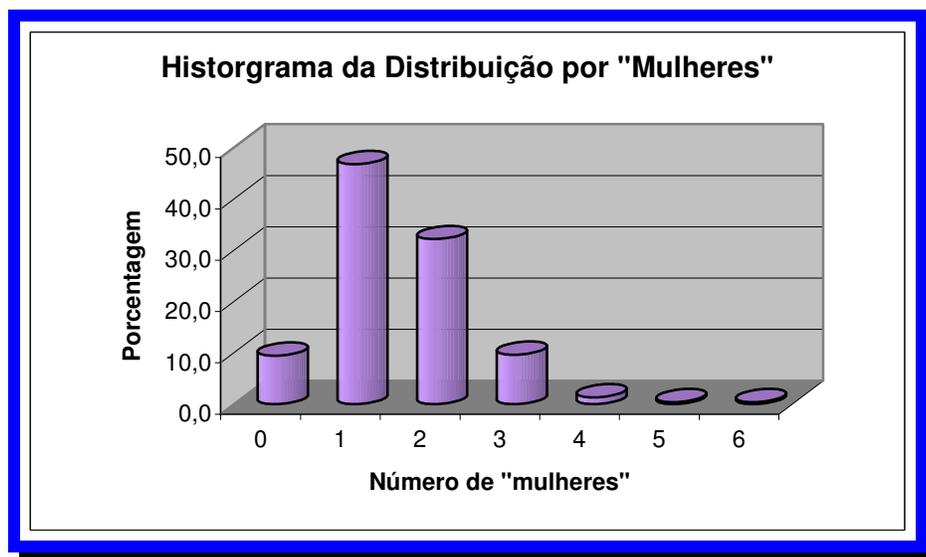


Figura 30 – Distribuição da freqüência do número de moradores "mulheres" por apartamento.

Nota-se nas figuras 29 e 30 que a distribuição de homens e mulheres nos apartamentos é muito parecida e isto pode ser visto bem claramente nos dois gráficos.

Reforça-se que a mediana dos dois casos tem o mesmo valor (1 pessoa, apresentada na tabela 27) e que na média tem-se 1,49 mulheres e 1,29 homens por apartamento, valores que são bem próximos.

Para finalizar esta análise, destaca-se que se a indicação mostra que o apartamento possui 0 (zero) moradores “mulher”, significa que o apartamento só tem moradores homens. Já na distribuição por número de pessoas, não temos o índice de 0 (zero) moradores por apartamento.

Ao analisar todos os dados, pode-se identificar certo padrão das amostras. Desta forma, arredondando-se os valores, o apartamento padrão apresenta consumo de 163 kWh mensais, com renda familiar mensal de até 6 salários mínimos, área entre 50 e 100 m², entre 5 e 10 cômodos, cerca de 3 moradores, sendo estes com mais de 20 anos e com escolaridade diversificada.

Outros cruzamentos de variáveis poderão ser feitos para caracterizar a população em estudo, mas não serão focados neste trabalho.

5.6. Posse e uso dos aparelhos eletrodomésticos

Serão agora apresentados os resultados encontrados na amostra verificada, com relação aos equipamentos eletrodomésticos.

5.6.1. Dados estatísticos da posse dos equipamentos

Como apresentado na tabela 28, os índices de saturação (porcentagem das famílias que possuem os bens) indicam que muitos dos aparelhos são comuns a todas as casas. Destaca-se que os dados realmente vão de encontro com o esperado com relação ao aumento do número de eletrodomésticos.

Como destaque, verifica-se que alguns índices chamam a atenção, como saturação de 100% nos aparelhos de som, 100% nos chuveiros elétricos, 98% nos ferros elétricos, 59% nos fornos microondas, 100% nas geladeiras (somando-se 01 e 02 portas), e televisores que, somando-se os tamanhos (14, 21 e 29 polegadas), tem-se 163%, ou seja, quase 02 televisores por apartamento.

Destaca-se também o índice de 58% em circulador de ar pequeno e de 50% em ventiladores de teto, reafirmando o uso de energia para refrigeração do espaço.

Em comparação com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 1996 para todo o país, encontram-se valores como apresentados na tabela 29.

	Média	D. P.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
NÚMERO DE APARELHOS	21,8340	7,6430	3	16	21	26	64
APARELHO DE SOM	1,0333	0,6574	0	1	1	1	5
AQUECEDOR DE AMBIENTE	0,0573	0,3422	0	0	0	0	6
AR-CONDICIONADO 12.000 BTU	0,0259	0,2640	0	0	0	0	4
ASPIRADOR DE PÓ	0,3993	0,4977	0	0	0	1	2
BATEDEIRA	0,6229	0,5111	0	0	1	1	3
CAFETEIRA ELÉTRICA	0,2754	0,4906	0	0	0	1	5
CHURRASQUEIRA	0,3050	0,4727	0	0	0	1	2
CHUVEIRO ELÉTRICO	1,0148	0,4080	0	1	1	1	4
CIRCULADOR AR PEQUENO/MÉDIO	0,5786	0,6553	0	0	0	1	3
ESPRESSO DE FRUTAS	0,4381	0,5040	0	0	0	1	2
EXAUSTOR FOGÃO	0,2218	0,4158	0	0	0	0	1
FERRO ELÉTRICO AUTOMÁTICO	0,9815	0,4168	0	1	1	1	4
FOGÃO ELÉTRICO	0,4603	0,5026	0	0	0	1	2
FORNO A RESIST GRANDE	0,0259	0,1589	0	0	0	0	1
FORNO À RESISTÊNCIA PEQUENO	0,1109	0,3201	0	0	0	0	2
FORNO MICROONDAS	0,5933	0,4954	0	0	1	1	2
FREEZER	0,0961	0,3073	0	0	0	0	2
GELADEIRA 1 PORTA	0,5915	0,5068	0	0	1	1	2
GELADEIRA 02 PORTAS	0,4418	0,6374	0	0	0	1	9
LÂMPADA FLUORESCENTE (15W)	1,9890	2,7360	0	0	0	3	9
LÂMPADA INCANDESCENTE - 60 W	3,1760	2,8950	0	0	3	5	9
LÂMPADA INCANDESCENTE -100 W	1,7820	2,6460	0	0	0	3	9
LAVADORA DE LOUÇAS	0,0813	0,2932	0	0	0	0	3
LAVADORA DE ROUPAS	0,8392	0,3825	0	1	1	1	2
LIQUIDIFICADOR	0,9242	0,3100	0	1	1	1	2
MICROCOMPUTADOR	0,5194	0,5661	0	0	0	1	3
MULTIPROCESSADOR	0,1682	0,3744	0	0	0	0	1
RÁDIO RELÓGIO	0,4473	0,5801	0	0	0	1	3
SECADOR DE CABELO GRANDE	0,4935	0,6013	0	0	0	1	3
SECADORA DE ROUPA GRANDE	0,0961	0,4105	0	0	0	0	7
TORNEIRA ELÉTRICA	0,0388	0,2027	0	0	0	0	2
TV EM CORES - 14"	0,5065	0,6225	0	0	0	1	3
TV EM CORES - 20"	0,7671	0,5879	0	0	1	1	3
TV EM CORES - 29"	0,3567	0,5273	0	0	0	1	3
VENTILADOR DE TETO	0,4991	0,9040	0	0	0	1	5
VÍDEOCASSETE	0,8762	0,6732	0	0	1	1	3

Tabela 28 - Equipamentos encontrados na amostra

Utilidades	Saturação em 1996 (Brasil) (%)	Saturação na amostra de 2006 (Campinas) (%)
Forno de microondas	5	59
Microcomputador	2	52
Videocassete	12	88

Tabela 29 – Comparação entre as saturações de alguns equipamentos

Os motivos dessas diferenças não são claros, porque sofrem muita influência de fatores externos como renda, padrões de desenvolvimento de Campinas em comparação com o restante do país, acessibilidade aos bens devido a planos econômicos, pólos econômicos e industriais de cada região, economia mundial, custos relativos dos equipamentos em cada período e cada região estudada, etc. Portanto ficam como dados para estudos futuros.

5.6.2. Dados estatísticos dos aparelhos com menos de cinco anos

Também fazendo parte da verificação das diferenças entre a posse dos equipamentos, a tabela 30 mostra os dados relativos aos equipamentos adquiridos a menos de 05 anos.

Reforça-se a idéia que, devido aos censos demográficos ocorrerem de 5 em cinco anos, essa amostra pode trazer um dado mais próximo para verificação das aquisições no país.

	Média	D. P.	Min.	Q1	Mediana	Q3	Max.
NÚMERO DE APARELHOS	5,4700	5,2850	0	1	4	9	36
APARELHO DE SOM	0,3346	0,4723	0	0	0	1	1
AQUECEDOR DE AMBIENTE	0,0129	0,1131	0	0	0	0	1
AR-CONDICIONADO 12.000 BTU	0,0037	0,0607	0	0	0	0	1
ASPIRADOR DE PÓ	0,1368	0,3439	0	0	0	0	1
BATEDEIRA	0,1811	0,3855	0	0	0	0	1
CAFETEIRA ELÉTRICA	0,1017	0,3025	0	0	0	0	1
CHURRASQUEIRA	0,1275	0,3339	0	0	0	0	1
CHUVEIRO ELÉTRICO	0,3623	0,4811	0	0	0	1	1
CIRCULADOR AR	0,1645	0,3711	0	0	0	0	1
ESPREMEDOR DE FRUTAS	0,1386	0,3459	0	0	0	0	1
EXAUSTOR FOGÃO	0,0739	0,2619	0	0	0	0	1
FERRO ELÉTRICO AUTOMÁTICO	0,3586	0,4800	0	0	0	1	1
FOGÃO ELÉTRICO	0,1422	0,3516	0	0	0	0	1
FORNO A RESIST GRANDE	0,0111	0,1048	0	0	0	0	1
FORNO À RESISTÊNCIA	0,0277	0,1643	0	0	0	0	1
FORNO MICROONDAS	0,2181	0,4133	0	0	0	0	1
FREEZER	0,0203	0,1413	0	0	0	0	1
GELADEIRA 1 PORTA	0,2126	0,4095	0	0	0	0	1
GELADEIRA 02 PORTAS	0,1719	0,3776	0	0	0	0	1
LÂMPADA FLUORES. (15W)	0,0739	0,2619	0	0	0	0	1
LÂMPADA INCAND. - 60 W	0,0913	0,2736	0	0	0	0	1
LÂMPADA INCAND. 100 W	0,0647	0,2462	0	0	0	0	1
LAVADORA DE LOUÇAS	0,0166	0,1280	0	0	0	0	1
LAVADORA DE ROUPAS	0,3142	0,4646	0	0	0	1	1
LIQUIDIFICADOR	0,2828	0,4508	0	0	0	1	1
MICROCOMPUTADOR	0,2717	0,4453	0	0	0	1	1
MULTIPROCESSADOR	0,0610	0,2395	0	0	0	0	1
RÁDIO RELÓGIO	0,1331	0,3400	0	0	0	0	1
SECADOR DE CABELO GRANDE	0,1830	0,3870	0	0	0	0	1
SECADORA DE ROUPA GRANDE	0,0259	0,1589	0	0	0	0	1
TORNEIRA ELÉTRICA	0,0148	0,01208	0	0	0	0	1
TV EM CORES - 14"	0,1553	0,3625	0	0	0	0	1
TV EM CORES - 20"	0,2569	0,4373	0	0	0	1	1
TV EM CORES - 29"	0,2181	0,4133	0	0	0	0	1
VENTILADOR DE TETO	0,1072	0,3097	0	0	0	0	1
VÍDEOCASSETE	0,4067	0,4917	0	0	0	1	1

Tabela 30 – Equipamentos encontrados adquiridos a menos de 05 anos da amostra

Analisando-se os dados acima, é importante informar que alguns equipamentos exigem uma troca razoável devido à baixa vida útil. Por isso, não foram contabilizadas as lâmpadas com menos de 05 anos.

Foi verificado na amostra um dado significativo: cerca de 40% dos chuveiros foram adquiridos a menos de 05 anos, podendo sugerir que apesar do preço baixo deste equipamento, sua vida útil pode ser pequena, encarecendo seu uso.

Também se destacam os valores relativos às lavadoras de roupas (32%). Esses dados mostram que a aquisição desses equipamentos está aumentando perto de 6% ao ano, podendo esse equipamento ser considerado um bom candidato ao recebimento do selo do Procel.

Os televisores estão aumentando de tamanho na preferência dos usuários (26% dos aparelhos de 20 polegadas têm menos de 05 anos e 22% para 29 polegadas). Esses dados trazem a expectativa de que o mercado espera aparelhos maiores e que certamente será explorado com as novas tecnologias dos aparelhos de plasma e cristal líquido (diodo emissor de luz, em inglês: LCD), que oferecem tamanhos maiores, e que recentemente têm mostrado uma forte queda nos preços, tornando-os mais acessíveis à população.

Para videocassetes, o valor de 41% é alto, quando se considera a troca desses equipamentos por DVD.

Em todos os casos os desvios-padrão são grandes.

5.7. Demanda dos apartamentos

5.7.1. Média simples da potência instalada

Como em cada apartamento pesquisado, foi verificado o número de aparelhos como apresentado no item 5.6, foram então calculadas as potências instaladas em cada um. Reforça-se que na elaboração da lista dos equipamentos eletrodomésticos, foram utilizados aqueles que se esperavam ser mais comuns nas residências.

São apresentados os resultados das potências instaladas na tabela 31.

Potência Instalada Média (kW)	9,89
Desvio Padrão	4,5607
Potência Mínima	0,1600
Q1	6,6750
Mediana	8,7700
Q3	12,3875
Potência Máxima	41,6250

Tabela 31 – Dados Estatísticos da Potência instalada nos apartamentos da amostra.

5.7.2. Média da potência corrigida

Dois apartamentos apresentaram potências instaladas abaixo de 1000 W e provavelmente houve preenchimento errado, porque considerando que possuem chuveiro elétrico, já haveria potência superior a 2000 W. Dois apartamentos também apresentaram como potência instalada, em função dos valores sugeridos pelo

PROCEL, valores superiores a 40.000 W. Também foram expurgados, por poder inferir a erros na análise dos dados, não sendo muito representativos na amostra.

Com essas correções feitas, não houve sensível diferença na média, mas importantes diferenças nos valores máximos e mínimos das potências Instaladas como mostradas na tabela 32.

Potência Instalada Média (kW)	9,8253
Desvio Padrão	4,1009
Potência Mínima	1,3250
Q1	6,6950
Mediana	8,7900
Q3	12,3538
Potência Máxima	28,6950

Tabela 32 – Dados Estatísticos da Potência instalada corrigida nos apartamentos da amostra.

5.7.3. Distribuição das potências instaladas

Foi feito o estudo da distribuição das potências instaladas e os dados são apresentados na figura 31

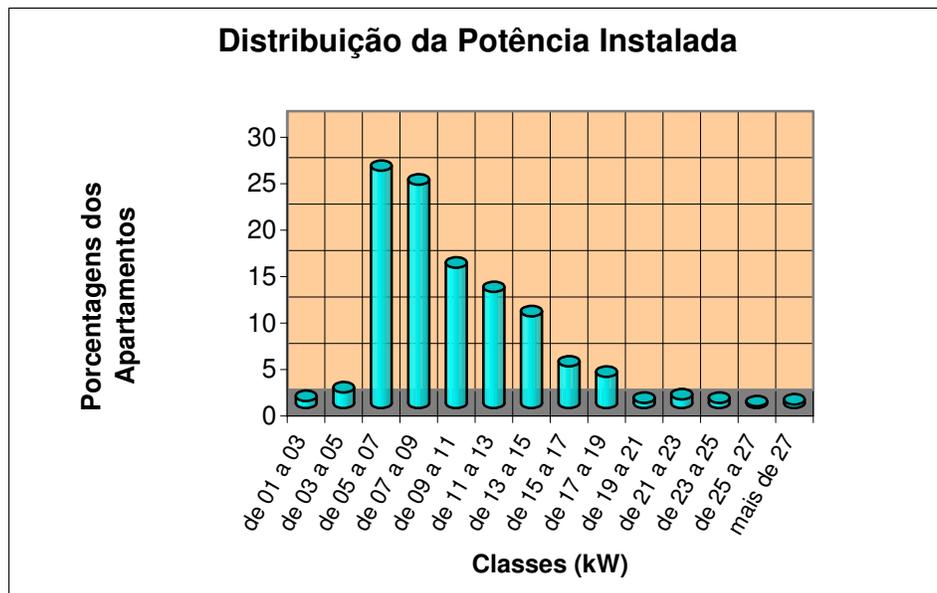


Figura 31 – Histograma das potências instaladas na amostra

Pela análise do gráfico, considerando potências de até 11kW, tem-se cerca de 68% da amostra.

Considerando os métodos apresentados no capítulo 3 para previsão de carga, em que se apontam densidades de carga mínima de 30 W/m², e considerando que a maioria dos apartamentos tem área entre 50 e 100 m², haveria uma expectativa de potência instalada entre 1,5 e 3,0 kW, valores muito abaixo da média encontrada de 9,8 kW (ou seja, densidades de carga variando entre 98 e 196 W/m²).

5.7.4. Fator de demanda esperado na amostra

Assumindo o valor médio de 9,83 kW como sendo o valor das potências instaladas (que é o valor médio corrigido sem os dados extremos), é apresentado na tabela 7 do capítulo 3, o fator de demanda de 0,27 (27%), o que indicaria uma demanda máxima de 2,65 kW. Esse método é apresentado por Creder (2002, p. 81).

Já considerando a posse dos aparelhos, usando a fórmula que já foi apresentada no item 3.2, temos:

$$D = d_1 + d_2 + 1,5 \times d_3 + d_4 + d_5 + d_6$$

$$D = 2,65 + 3,500 \times 1 + 1,5 \times 0 + 0 + 0 + 0 = 6,15kW$$

Desta forma, tem-se o fato de demanda total de 0,63, ou seja, no máximo, 63% das potências dos aparelhos são usadas simultaneamente.

Por último, a comparação para verificação da demanda e do fator de demanda, seguirá as formulações mais atuais para Campinas, em que a CPFL apresenta uma curva de carga característica para residências, divididas por extratos de consumo, como apresentado na figura 32.

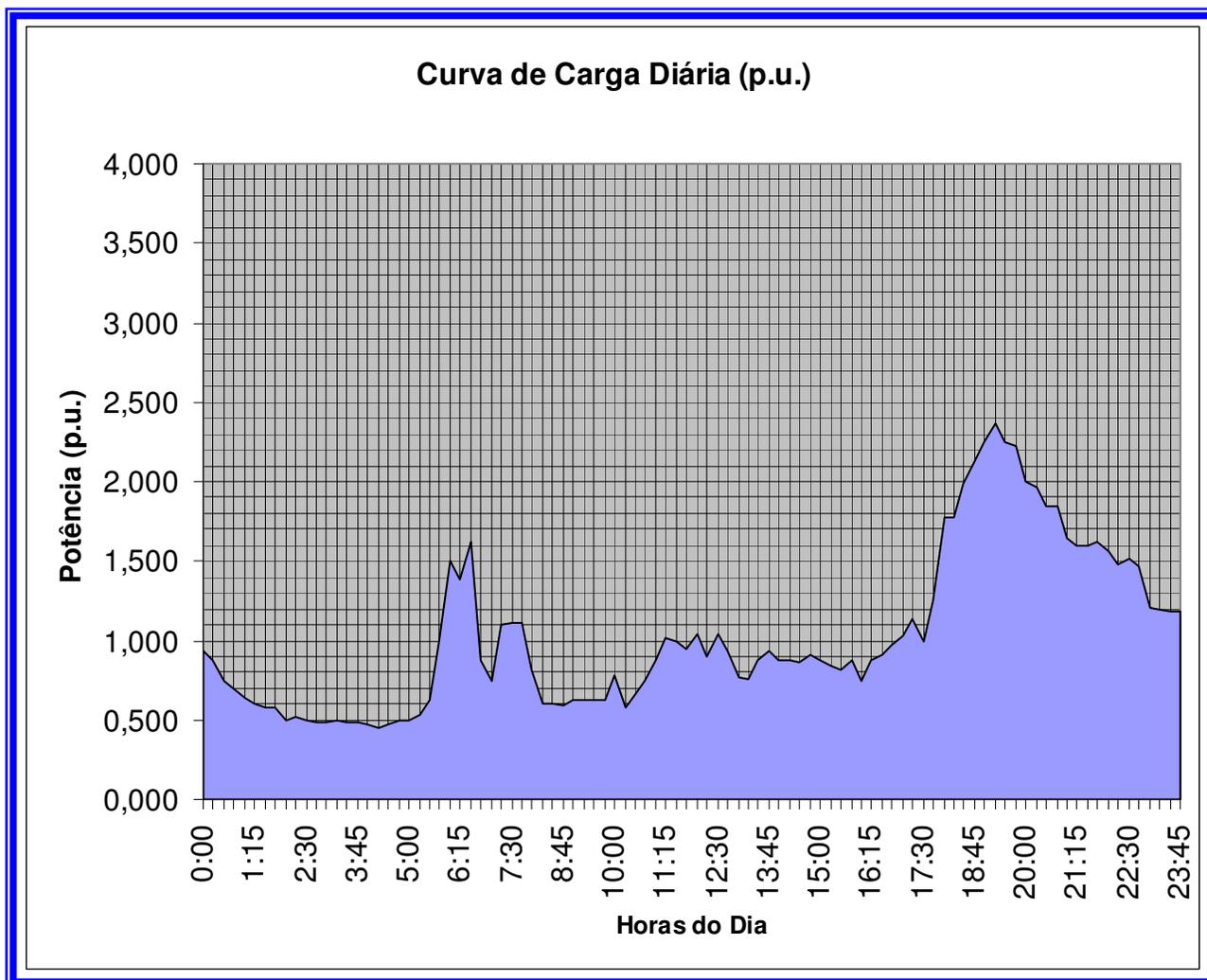


Figura 32 – Curva de carga diária para amostra residencial – extrato 100-200 kWh/mês
 Fonte: Jardine e Casolari, 2006.

Os dados para montagem da figura estão normalizados em P.U. (potência unitária), tomando-se como fator de divisão as potências médias horárias¹³.

Nota-se o aumento do consumo no horário da “ponta de carga” se dá na medição de 19:15, atingindo o valor em p.u. de 2,363 (adimensional, devido à divisão da potência real, dada em kW pela potência de base, que também é medida em kWh).

¹³ Conceitualmente, seria a potência média e constante que mantida em uso durante todo o dia, levaria a uma energia consumida igual à energia real medida. Esse artifício é usado para facilitar comparações.

Para consideração desta curva de carga como verdadeira para a amostra de apartamentos, se fez necessário considerar essas medições que geraram essa curva característica e ainda seus desvios padrões, que são apresentados na figura 33.

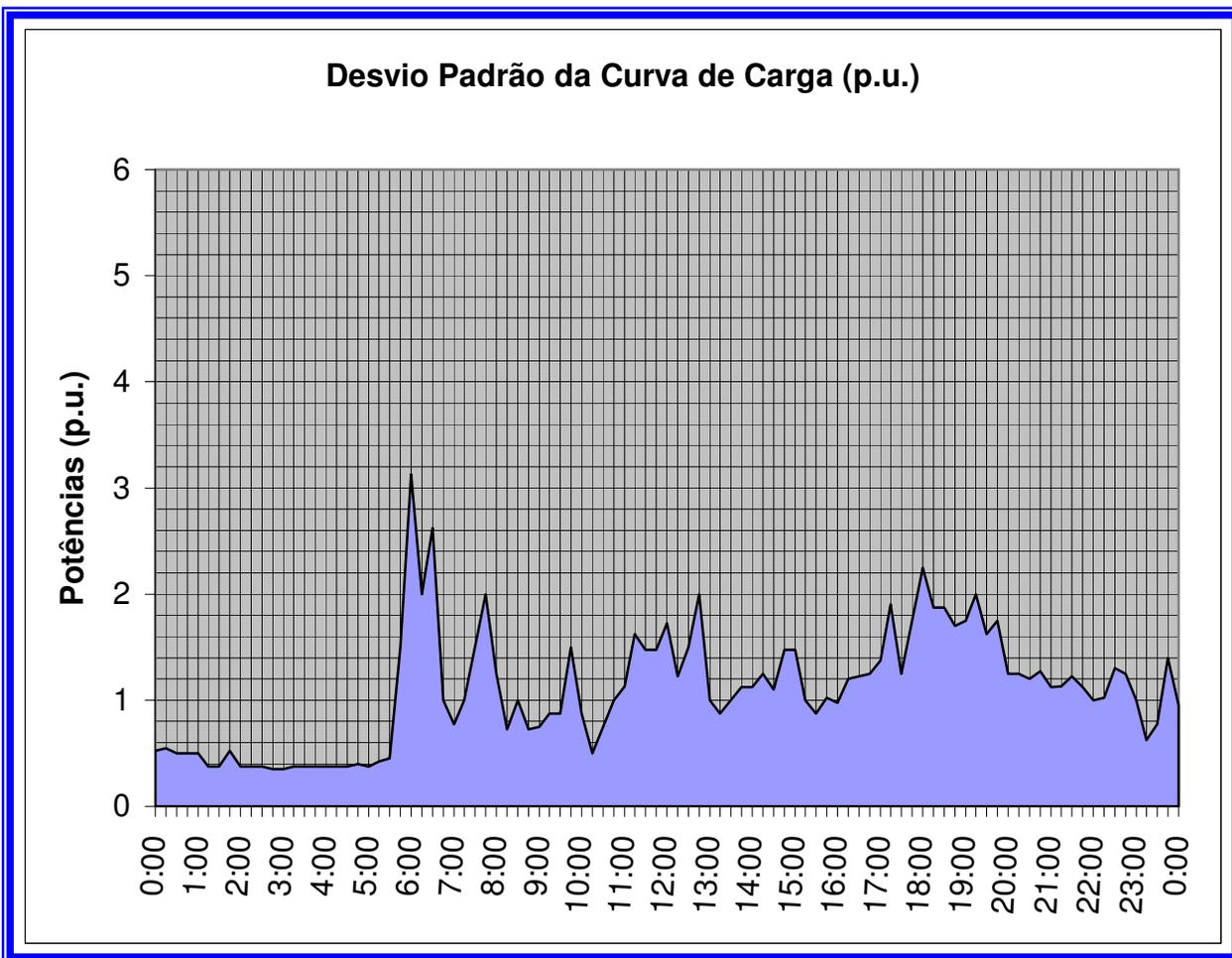


Figura 33 – Desvios padrões horários das potências horárias (p.u.).
Fonte: Jardine e Casolari, 2006.

Desta forma, o trabalho em que estas curvas são apresentadas, aproxima as curvas de cargas também pela distribuição normal, gerando assim a tabela 33, em que apresenta os valores esperados, considerando-se a curva de carga e o desvio padrão, em função do intervalo de confiança que se deseja obter.

K	1,0	1,3	1,96	2,0	3,0
%	84,0	90,0	35,0	98,0	99,9

Tabela 33 – Fator K e intervalo de confiança usado nos desvios padrões.
 Fonte: Jardine e Casolari, 2006.

Considerando as transformações necessárias para adaptação à amostra deste trabalho, foram calculados os consumos diários, a potência média para cada apartamento e a potência de base. De maneira geral, considerando o consumo calculado médio de 163 kWh/mês, tem-se o gráfico apresentado na figura 34. .

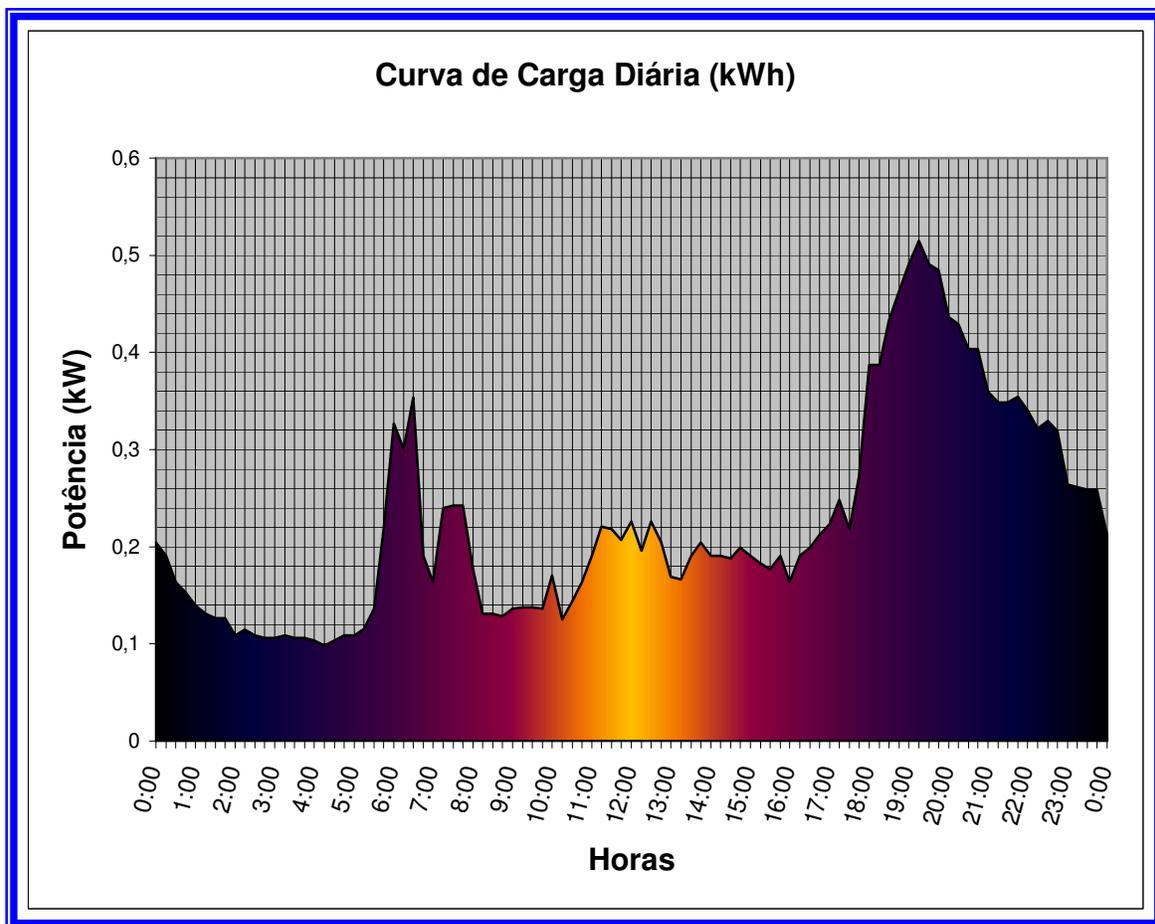


Figura 34 – Curva de carga característica para os apartamentos da amostra pesquisada em Campinas.

Não foi necessário montar um gráfico para cada apartamento, bastando considerar os valores relacionados aos dados do horário de pico. Assim, do gráfico

da curva dada em p.u., tirou-se o valor máximo (2,363) associado ao valor do desvio padrão no mesmo horário de ponte (valor de 3,125 às 19:15 hs). Já a potência de base foi calculada para cada apartamento, dividindo-se o consumo por 30 e depois por 24, obtendo-se assim o consumo médio horário.

A fórmula final de cálculo da demanda máxima para cada apartamento, foi obtida finalmente pela fórmula 3:

$$D_{max} = (D_{1915} + k \times S_{1915}) \times P_{base} \quad (3)$$

onde: D_{max} : demanda máxima procurada para cada apartamento;

D_{1915} : demanda em p.u do horário das 19:15;

K: operador de ajuste - tirado da tabela 31;

S_{1915} : desvio padrão em p.u do horário das 19:15;

P_{base} : potência de base, calculada para cada apartamento.

Registrando-se os valores para cada apartamento, foi possível verificar-se a demanda máxima e comparando com a potência instalada, calculou-se o fator de demanda para cada apartamento. Os resultados são apresentados na tabela 34.

Fator de demanda Médio (%)	89,64
Desvio Padrão	181,0519
Valor Mínimo	16,5606
Q1	54,3977
Mediana	76,2266
Q3	99,8440
Valor Máximo	4033,8867

Tabela 34 – Dados Estatísticos do Fator de demanda.

Foram encontrados registros em que o fator de demanda era superior a 100 %. Isso pode ter ocorrido por duas possibilidades: ou a opção pela manutenção do

intervalo de confiança em 95% no desvio padrão fez com que a demanda máxima fosse alta ao considerar os desvios padrões e outra possibilidade, foi a de que alguns consumidores possam ter ocultado alguns equipamentos, por não saber ou pressa no preenchimento dos formulários.

De qualquer forma, fator de demanda acima de 100 % significaria que se usa no pico, potência maior que a instalada no apartamento. Obviamente esses dados foram expurgados e recalculados os valores apresentados na tabela 35.

Fator de demanda Médio (%)	65,59
Desvio Padrão	18,7014
Valor Mínimo	16,5606
Q1	51,0201
Mediana	64,4768
Q3	80,3715
Valor Máximo	99,8854

Tabela 35 – Dados Estatísticos do Fator de demanda corrigido.

Com as correções feitas, os dados se apresentam muito mais nítidos e coerentes, com variações plausíveis (cerca de 15% dos dados para cada faixa) e seguindo valores bem distribuídos, como apresentado na figura 35.

No gráfico, pode-se afirmar que os dados seguem a proporcionalidade, tendo como valores centrais tanto a média quando a mediana, que estão próximas (65,6 e 64,5, respectivamente).

Considerando essa média, serão encontradas demandas por áreas variando entre 2,06 e 40,56, com média de 12,83 W/m², como apresentados na tabela 36.

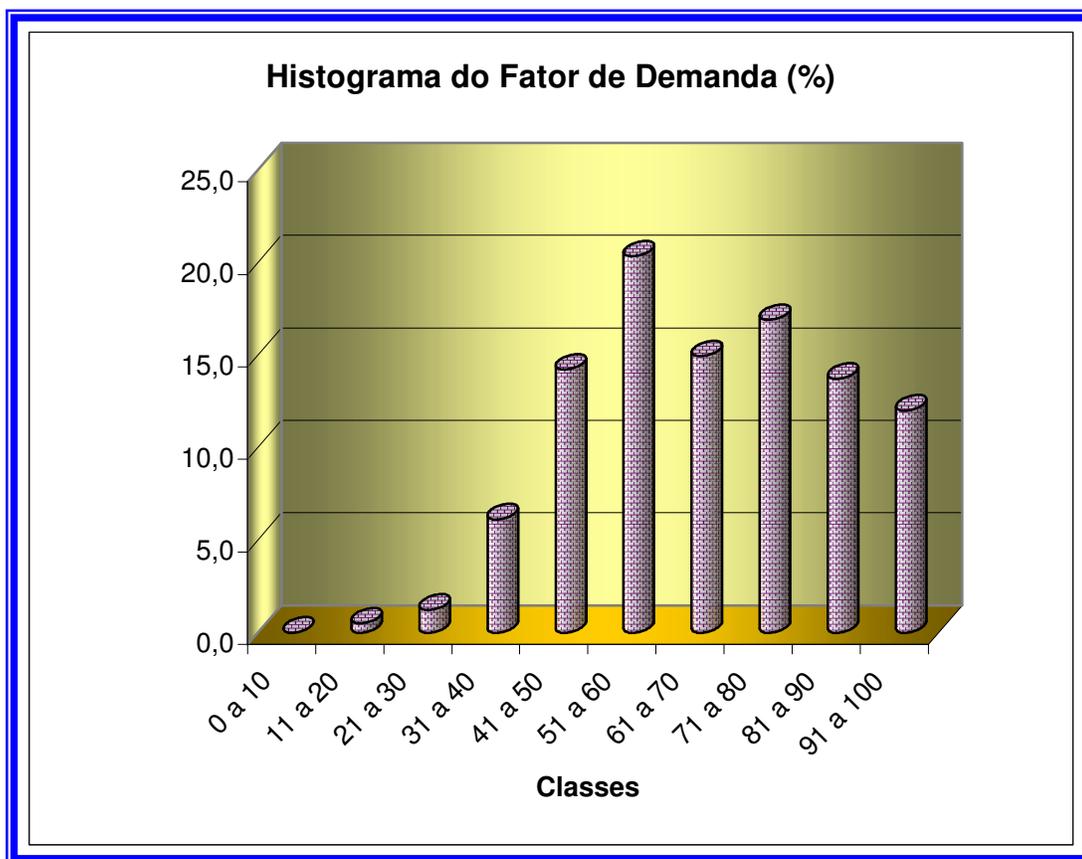


Figura 35 – Histograma do fator de demanda corrigido

Demandas máximas por área (W/m²)	12,83
Desvio Padrão	5,7199
Valor Mínimo	2,0611
Q1	9,1830
Mediana	12,011
Q3	15,3909
Valor Máximo	40,5597

Tabela 36 – Dados Estatísticos das demandas máximas por área.

Mais uma vez, os dados da pesquisa atual mostram que os valores clássicos se mostraram fora da realidade da amostra pesquisada. Reforça-se que para estes últimos cálculos, foi considerada área de 50 m² por apartamento, por acreditar-se

que de maneira geral, os apartamentos de Campinas estão com valores de área muito mais próximos de 50 m² que 100 m², em média. No capítulo seguinte, serão verificadas as variáveis mais importantes nas indicações do consumo, por análise de regressão múltipla.

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA DE REGRESSÃO LINEAR DAS VARIÁVEIS SIGNIFICANTES PARA EXPLICAR O CONSUMO DE ENERGIA E COMPARAÇÕES COM CONSUMO ESPERADO

6.1. Análise de regressão múltipla com todas as variáveis

Para análise das variáveis mais significantes¹³, foram feitas algumas simplificações e codificações no banco de dados para facilitar os trabalhos.

Foi criado um modelo (fórmula matemática da regressão) para que este explicasse a variável “consumo mensal de energia” e assim fazer um estudo das variáveis que são realmente significantes para explicar o consumo mensal de energia nos apartamentos estudados.

As variáveis usadas nos cálculos foram:

CM : Raiz quadrada do consumo médio mensal de energia - essa é a variável que está sendo estudada. Foi originada no consumo e transformada para possibilitar a normalização dos resíduos dos erros e assim, satisfazer as condições necessárias.

Moradores: Número de moradores por apartamento.

¹³ Em estatística usa-se muito este termo para reforçar se uma determinada variável tem importância na análise. A idéia é a mesma conceitual se fosse usado o termo “significativa” ao invés de significante.

Faixa Etária: Faixa etária média do apartamento. Foi feita uma média ponderada da faixa etária por apartamento, sendo codificado e classificado em 4 níveis:

- 1) 0 a 10 anos
- 2) 11 a 20 anos
- 3) 21 a 40 anos
- 4) Mais de 40 anos

Escolaridade: foi feita uma média ponderada da escolaridade por apartamento, sendo classificados em 6 níveis:

- 1) 1º Grau Incompleto
- 2) 1º Grau Completo
- 3) 2º Grau Incompleto
- 4) 2º Grau Completo
- 5) 3º Grau Incompleto
- 6) 3º Grau Completo

Área: Área do apartamento, dividida em 3 níveis:

- 1) Menor que 50m²
- 2) Entre 50 e 100m²
- 3) Maior do que 100m²

Número de Cômodos: Quantidade de cômodos que o apartamento possui, dividido em 3 níveis:

- 1) Menos que 5
- 2) Entre 5 e 10

3) Mais do que 10

Renda: Renda média mensal do apartamento, dividido em 6 níveis:

- 1) Abaixo de R\$500,00
- 2) De R\$501,00 a R\$1000,00
- 3) De R\$1001,00 a R\$2000,00
- 4) De R\$2001,00 a R\$3000,00
- 5) De R\$3001,00 a R\$5000,00
- 6) Acima de R\$5000,00

Região¹⁴: A região em Campinas onde o apartamento se situa, dividida em 5 níveis:

- 1) Leste
- 2) Noroeste
- 3) Norte
- 4) Sudeste
- 5) Sul

Regional: a regional onde o apartamento se situa, dividida em 17 (14 Administrações Regionais da Prefeitura e mais 03 Distritos) níveis, sendo, conforme apresentado no capítulo 3.

N° de aparelhos: O número de aparelhos no apartamento.

Menos de 5 anos: Número de aparelhos com menos de 5 anos de uso.

¹⁴ Esta variável ainda não havia sido comentada anteriormente, mas partiu-se do pressuposto que existem grandes diferenças nas características sócio-econômicas nas diferentes regionais, mas que possam estar agrupadas por região. Usou-se o cadastro oficial da cidade para dividir os formulários recebidos em regiões oficiais. Esta variável mostrou-se ser também importante no estudo.

Agora são mostrados os resultados da regressão com todas as variáveis:

A equação da regressão encontrada é dada por:

$$CM = 3,50 + 1,03 \text{ Moradores} + 0,655 \text{ Faixa Etária} + 0,0644 \text{ Escolaridade} - 0,130 \text{ area} - 0,202 \text{ comodoss} + 0,252 \text{ Renda} + 0,0759 \text{ Região} + 0,162 \text{ N}^\circ \text{ de apar. elétricos} - 0,0612 \text{ menos de 5 anos} + 0,0145 \text{ Regional} \quad (4)$$

Os dados calculados estão apresentados na tabela 37.

Predição	Coef.	SE Coef.	T	P
Constante	3,502	1,024	3,42	0,001
Moradores	1,0335	0,1041	9,93	0,000
Faixa Etária	0,6547	0,1919	3,41	0,001
Escolaridade	0,06439	0,09393	0,69	0,493
Área	-0,1302	0,2299	-0,57	0,571
Cômodos	-0,2016	0,3912	-0,52	0,607
Renda	0,2525	0,1127	2,24	0,026
Região	0,07589	0,06766	1,12	0,263
N° de aparelhos elétricos	0,16222	0,01694	9,58	0,000
Menos de 5 anos	-0,06123	0,02042	-3,00	0,003
Regional	0,01450	0,03430	0,42	0,673
Análise do Resíduo				
S = 2,32424		R-Sq = 39,1%		R-Sq(adj) = 37,9%

Tabela 37 dados de cálculos da regressão múltipla, considerando todas as variáveis.

Os significados das colunas são:

- Coef: Coeficiente estimado;

- SE Coef: Desvio padrão do coeficiente estimado;
- T (Teste T): é um teste de significância das variáveis;
- P: O menor valor ao qual se rejeita a hipótese nula (a variável não é importante);
- S: Desvio padrão da regressão.
- R-Sq (R^2): é uma medida que testa a adequação do modelo aos dados;
- R-Sq(adj) (R^2): ajustado é uma outra medida que testa a adequação do modelo.

A análise dos resíduos mostra que, ajustando-se os dados à nuvem de pontos pela curva da regressão apresentada, se encaixam na curva perto de 39% dos resultados.

Analisando-se a variância¹⁵, tem-se a tabela 38.

Fonte	GL	SQ	QM	F	P
Regressão	10	1794,31	179,43	33,22	0,000
Resíduo do Erro	518	2798,27	5,40		
Total	528	4592,58			

Tabela 38 - Análise da variância do Consumo, considerando-se todas as variáveis.

Neste caso, os significados das letras são:

- GL: Graus de liberdade;
- SQ: Soma dos quadrados;
- QM: Quadrado médio;

¹⁵ Grandeza estatística dada por σ^2 (desvio padrão elevado ao quadrado) e que dá uma melhor de quanto de variação existe na amostra.

- F: Teste F
- P: O menor valor ao qual se rejeita a hipótese nula (p-valor).

Foi feito o teste de hipóteses considerando como hipótese nula a afirmação de que o modelo não é adequado aos dados (é usual colocar-se como hipótese nula a idéia contrária às expectativas). A hipótese alternativa é que o modelo é adequado aos dados e para medir isso foi feito o teste F (de Fisher, que mede a diferença entre variâncias) e é medido o p-valor (que é o menor valor ao qual se rejeita a hipótese nula). Quanto mais próximo de zero, mais evidências se tem de rejeição da hipótese nula e quanto mais perto de 1, mais evidência a favor de hipótese nula. Em geral utiliza-se rejeitar a hipótese nula se o seu p-valor é menor do que 0,05. Neste caso, se diz estar fazendo o teste a um nível de significância de 5%.

Em primeiro lugar observa-se a adequação do modelo na análise de variância, com “p-valor = 0”, o que significa que o modelo é altamente adequado.

O “p-valor” dado a cada variável mede a importância dessa variável para explicar a variável “consumo médio mensal de energia”; se o p-valor está abaixo de 0,05, ele é significativo para a regressão e em caso contrário, ele não é significativo.

Então se pode observar que as variáveis “moradores”, “faixa etária”, “renda”, “n. de aparelho” e “menos de 5 anos” são variáveis significantes para o modelo e as demais não o são.

6.2. Análise da variável “Área” e sua importância como indicadora do consumo.

Como no princípio do trabalho, questionava-se ser a área do apartamento uma boa indicadora do consumo de energia elétrica, tentou-se analisar sua importância.

Esta variável pode ser importante, mas como ela deve estar altamente correlacionada a outra variável, essa outra variável pode ser suficiente para explicar as duas. Para mostrar isso, ajustou-se um modelo com somente a variável “Área”, que apresentou o resultado como visto na fórmula 5 e tabela 39:

$$CM = 10,7 + 0,950 * \text{Área} \quad (5)$$

Predição	Coef	SE Coef.	T	P
Constante	10,7331	0,4493	23,89	0,000
Área	0,9499	0,2424	3,92	0,000
Análise do Resíduo				
S = 2,89018		R-Sq = 2,8%		R-Sq(adj) = 2,6%

Tabela 39 - Resultados do Consumo por “Área”.

Esta nova variável apresentou como análise de variância o disposto na tabela 40.

Fonte	GL	SQ	QM	F	P
Regressão	1	128,34	128,34	15,36	0,000
Resíduo do Erro	538	4494,00	8,35		
Total	539	4622,33			

Tabela 40 - Análise da variância do Consumo por “Área”

Vê-se que a área realmente tem influência no consumo de energia, quando considerada sozinha, mas está altamente correlacionada com outra variável que por ela só já explica as duas, como visto na tabela 29. Por exemplo, ao se testar mais uma regressão, agora adicionando a variável “n° de aparelhos”, descobriu-se que a variável “Área” já pode ser descartada.

Desta forma, a equação da regressão ficou como mostrado na equação 6 e na tabela 41.

$$CM = 8,54 - 0,128 * area + 0,189 * N^{\circ} deAparelhos \quad (6)$$

Predição	Coef	SE Coef.	T	P
Constante	8,5352	0,4387	19,46	0,000
Área	-0,1280	0,2330	-0,55	0,583
N° Apare.	0,18869	0,01565	12,05	0,000
Análise do Resíduo				
S = 2,56640		R-Sq = 23,5%		R-Sq(adj) = 23,2%

Tabela 41 - Resultados do consumo por Área e por Número de Aparelhos elétricos.

Esta nova consideração apresentou como variância os resultados mostrados na tabela 42.

Fonte	GL	SQ	QM	F	P
Regressão	2	1085,44	542,72	82,4	0,000
Resíduo do Erro	537	3536,89	6,59		
Total	539	4622,33			

Tabela 42 – Análise da variância por Área e por Número de Aparelhos elétricos.

Pode-se ver que o número de aparelhos é altamente significativo, mas a “área” já não o é mais, pois a variável “número de aparelhos” por si só já explica as duas.

6.3. Análise das variáveis mais importantes para o cálculo do consumo

Na análise do resíduo, o valor de “R-Sq” indica o quanto da variável resposta, que no caso estudado se refere ao consumo de energia, pode ser explicado pelas demais variáveis. Na primeira regressão feita, o valor de 39,1 significa que essas variáveis explicam 39,1% da variável consumo médio mensal de energia.

Fazendo uma regressão somente com as variáveis que apresentaram melhor resposta, tem-se a formulação e os dados apresentados na tabela 43 e na fórmula 7.

Predição	Coef.	SE Coef.	T	P
Constante	3,9078	0,7614	5,13	0,000
Moradores	1,01217	0,09548	10,60	0,000
Faixa Etária	0,5942	0,1863	3,19	0,002
Renda	0,27907	0,09890	2,82	0,005
Nº de aparelhos elétricos	0,15207	0,01563	9,73	0,000
Menos de 5 anos	-0,05952	0,0195563	-3,04	0,002
Análise do Resíduo				
S = 2,31394	R-Sq = 38,1%		R-Sq(adj) = 37,6%	

Tabela 43 dados dos cálculos da regressão múltipla, considerando as variáveis que mais representam o consumo.

$$CM = 3,91 + 1,01 \times \text{Moradores} + 0,594 \times \text{Faixa Etária} + 0,279 \times \text{Renda} + 0,153 \times \text{Número de Aparelhos} - 0,595 \times \text{Menos de 5 anos} \quad (7)$$

Os dados da tabela 43 apresentam, na análise da variância, os valores constantes na tabela 44.

Fonte	GL	SQ	QM	F	P
Regressão	5	1763,14	352,63	65,86	0,000
Resíduo do Erro	534	2859	5,35		
Total	539	4622,33			

Tabela 44 - Análise da variância por Área e por Número de Aparelhos elétricos.

Pode-se ver que o modelo continua adequado, (p -valor da regressão = 0), e agora todos os coeficientes são altamente significativos para a regressão. O valor de “R-Sq” não caiu muito mesmo tirando as demais variáveis. Pode-se ver também que essa diferença ajustada, dada por “R-Sq(adj)”, está próximo de “R-Sq” o que mostra que este último é um bom indicador.

Assim, essas variáveis explicam 38,1% da variável “consumo médio mensal de energia”, portanto existem mais variáveis que explicam o consumo médio mensal, sendo essas mais difíceis de serem contabilizadas e como já foi apontado anteriormente, estão associadas ao comportamento dos usuários, e que realmente são difíceis de explicar matematicamente.

Tem-se então que as variáveis escolhidas são indicadoras do comportamento com relação ao consumo e uma relação mais forte que as formulações anteriores, por englobar mais variáveis.

6.4. Análise final dos Resíduos

Ainda como garantia das verificações estatísticas que foram feitas, analisaram-se os resíduos.

Apresenta-se na figura 36, que os resíduos respeitam a suposição de normalidade, e que estão todos próximos da média zero.

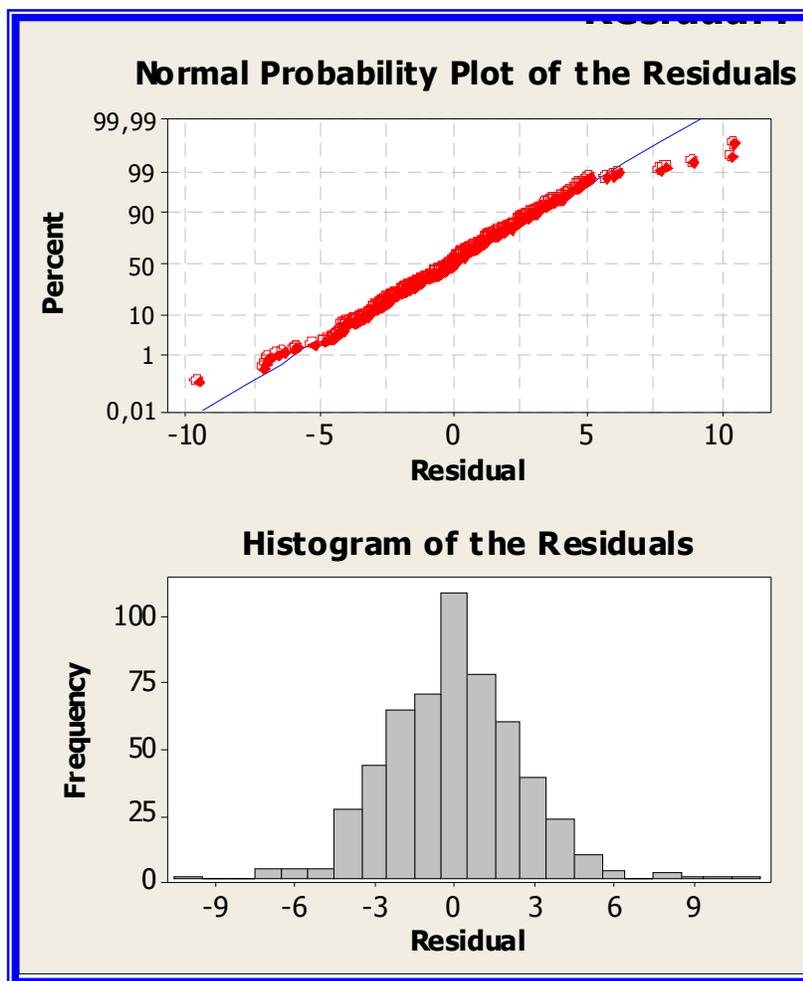


Figura 36 – Análise dos resíduos quanto à normalidade.

Na figura 37 são apresentados os resíduos e é reforçada a idéia que os mesmos estão distribuídos ao redor da média de valor nulo.

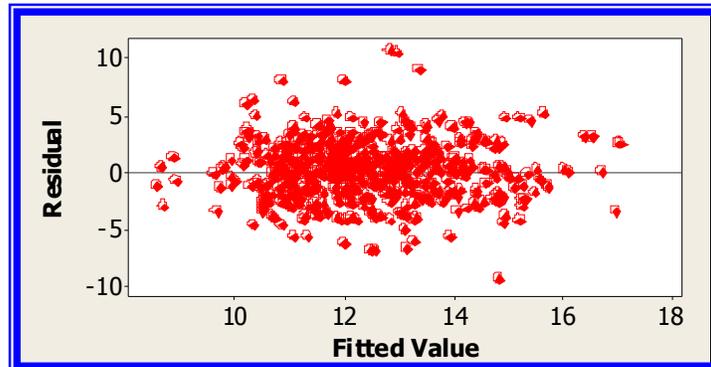


Figura 37 - Espalhamento dos resíduos ao redor do valor nulo.

Na figura 38, é mostrado que os resíduos não têm nenhuma tendência definida, portanto são independentes.

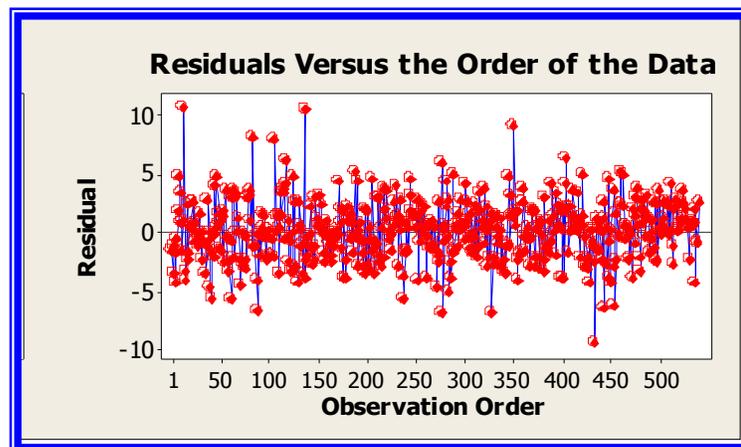


Figura 38 - Análise dos resíduos ordenados.

Desta maneira, a regressão linear múltipla serviu aos seus objetivos, montando uma equação para o consumo na amostra pretendida, e com dispersão dos resíduos compatíveis com o modelo matemático.

6.5. Análise dos consumos observados e comparações com as expectativas do PROCEL

Foi feita uma comparação entre os dados observados do consumo (média do consumo verificado na amostra) e os dados calculados em função dos aparelhos eletrodomésticos, de acordo com as potências e os tempos de utilização sugeridos pelo PROCEL. Chamaram-se esses últimos de “dados esperados”.

Na tabela 45, apresentam-se os valores de cálculo sugerido pelo PROCEL.

Dois erros de cálculo foram encontrados na tabela do PROCEL, em que os valores apresentados na planilha não correspondem às contas corretas. Esses valores como sugeridos estão destacados em cor amarela na tabela e se fossem corrigidos, seriam de 348 kWh por mês para o condicionador de ar e de 1 kWh por mês para o aspirador de pó. Para esses encontrar esses valores, seguiu-se unicamente a operação matemática de multiplicação do tempo de uso pela potência sugerida.

Já para os cálculos e comparações com os dados observados, adotou-se os valores de 174 e 1 kWh, respectivamente por acreditar que 30 dias de uso do condicionador de ar seja fora da realidade de Campinas e que o uso do aspirador de pó deva realmente ser corrigido para os cálculos.

Foi calculado então, em função de cada registro do banco de dados, qual seria o consumo esperado de cada apartamento, em função dos aparelhos que os moradores afirmaram possuir e, posteriormente foram comparados com o consumo apresentado.

APARELHOS ELÉTRICOS	POTÊNCIA MÉDIA (WATTS)	DIAS ESTIMADOS USO/MÊS	MÉDIA UTILIZAÇÃO/DIA	CONSUMO MÉDIO MENSAL
Aparelho de Som	80	20	3 h	4.8
Aquecedor de Ambiente	1550	15	8 h	186
Ar-Condicionado 12.000 Btu	1450	30	8 h	174
Aspirador de Pó	100	30	20 min	10
Batedeira	120	8	30 h	0.48
Cafeteira Elétrica	600	30	1 h	18
Churrasqueira	3800	5	4 h	76
Chuveiro Elétrico	3500	30	40 min	70
Circulador Ar Pequeno/Médio	90	30	8 h	21.6
Espremedor de Frutas	65	20	10 min	0.22
Exaustor Fogão	170	30	4 h	20.4
Ferro Elétrico Automático	1000	12	1 h	12
Fogão Elétrico	9120	30	4 h	1094.4
Forno a Resist. Grande	1500	30	1 h	45
Forno a Resist. Pequeno	800	20	1 h	16
Forno Microondas	1200	30	20 min	12
Freezer	130	30	-	50
Geladeira 1 Porta	90	30	-	30
Geladeira 02 Portas	130	30	-	55
Lâmpada Fluo. Compacta (15W)	15	30	5 h	2.2
Lâmpada Incand. - 60 W	60	30	5 h	9
Lâmpada Incand.-100 W	100	30	5 h	15
Lavadora de Louças	1500	30	40 min	30
Lavadora de Roupas	500	12	1 h	6
Liquidificador	300	15	15 min	1.1
Microcomputador	120	30	3 h	10.8
Multiprocessador	420	20	1 h	8.4
Rádio Relógio	5	30	24 h	3.6
Secador de Cabelo Grande	1400	30	10 min	7
Secadora de Roupa Grande	3500	12	1 h	42
Torneira Elétrica	3500	30	30 min	52.5
Tv Em Cores - 14 "	60	30	5 h	9
Tv Em Cores - 20"	90	30	5 h	13.5
Tv Em Cores - 29"	110	30	5 h	16.5
Ventilador De Teto	120	30	8 h	28.8
Videocassete	10	8	2 h	0.16

Tabela 45 – Dados de potência, tempo de uso e consumo.
Fonte PROCEL, 2006.

Os resultados estatísticos dos valores esperados, que foram calculados em função das posses dos equipamentos eletrodomésticos, são apresentados na tabela 46.

Consumo Médio (kWh)	327,5681
Desvio Padrão	161,5542
Consumo Mínimo	20,2500
Q1	224,2850
Mediana	297,5217
Q3	387,1983
Consumo Máximo	1642,3933

Tabela 46 – Cálculos estatísticos dos valores esperados.

Havia a expectativa que os dados “esperados” fossem menores que os observados, por entender que a tabela de potência do PROCEL estaria de certa forma otimista com relação à eficiência energética dos eletrodomésticos. Porém os resultados se mostraram contrários a essas expectativas.

Dos 540 registros, apenas 28 (5,2%) apresentaram valores “observados” maiores que os “esperados” e o restante apresentou valores menores.

Calculou-se então, em cada apartamento, a diferença entre os valores de consumo dos dados esperados e observados. Apresenta-se na tabela 47, os resultados desta diferença.

Diferença do Consumo (kWh)	164,0681
Desvio Padrão	148,1639
Diferença Mínima	-160,785
Q1	84,9417
Mediana	137,9817
Q3	212,6533
Diferença Máxima	1463,0600

Tabela 47 – Cálculos estatísticos da diferença entre os valores esperados e observados do consumo.

Portanto em média o valor esperado supera o observado em perto de 164 kWh, o que representa cerca de 100% do valor médio do consumo observado (162,95 kWh).

Apenas com esses dados já se pode ver que os dados esperados superestimam os valores observados.

Ressalta-se que foram consultados 10 moradores que afirmaram possuir fogão elétrico. Havia dúvidas se os mesmos funcionavam com resistência elétrica para cozinhar ou se consideravam como elétrico devido ao fato de terem conexão com eletricidade para alimentar os acendedores e lâmpadas de forno. Constatou-se que os 10 responderam que usavam eletricidade somente para acendimento e iluminação, não sendo, portanto caracterizado com fogão elétrico como proposto pelo PROCEL.

Assumiu-se que este equívoco aconteceu para todos os 248 registros que afirmavam ter fogão elétrico (01 registro possuía 02 fogões e 247 registros que possuíam 01 fogão elétrico).

Se não tivesse sido feita essa correção nos fogões, ter-se-ia uma diferença média de 672,4 kWh entre os valores esperados e observados, aumentando-se ainda mais a distância entre os dados do PROCEL e os dados da amostra verificada.

7. DISCUSSÕES SOBRE OS DADOS ENCONTRADOS

A eletricidade, em pouco mais de um século, se transformou em uma das mais importantes formas de energia no contexto mundial, sendo sua oferta e acesso considerados como sinônimo de desenvolvimento.

O desenvolvimento da eletricidade só foi reforçado no final do século XIX, com o advento de equipamentos e tecnologia que viabilizaram este uso. Aos poucos, já no início do século XX, deixamos de simplesmente ter contato com este tipo de energia, para hoje nos tornarmos quase dependentes da mesma em todos os seguimentos da sociedade. Esta forma de energia viabilizou toda a industrialização, sendo considerada como vetor da segunda revolução industrial e é responsável por investimentos enormes em todo contexto mundial.

No Brasil, seu uso foi se interiorizando aos poucos e teve um salto na época do milagre econômico da década de 70. Hoje apresenta crescimento em seu uso residencial na ordem de 5% ao ano, sendo por isso necessários planejamentos de longo prazo para garantia de suprimento às gerações futuras.

O uso da eletricidade se amplia cada vez mais em quantidade, seguindo o uso e a diversidade dos equipamentos eletrodomésticos. Para garantia da ampliação de seu volume, são exigidos investimentos cada vez maiores de maneira a tentar se conseguir um equilíbrio entre oferta e demanda.

Para minimizar os investimentos e os impactos ambientais causados na disponibilização cada vez maior desta forma de energia, são feitos estudos para promoção de eficiência energética.

Neste trabalho aqui apresentado, foi feita uma análise de como a energia elétrica está sendo usada nos apartamentos residenciais da cidade de Campinas. Foram verificados, nas fórmulas usuais, que esses estudos precisam de atualização e desenvolvimentos constantes, para poderem auxiliar as previsões de necessidades de energia elétrica.

Em comparação com outros países, o uso brasileiro para fins residenciais se destaca na refrigeração de alimentos.

Como os usos de energia elétrica nas residências estão ligados ao comportamento dos usuários, procuraram-se entre variáveis fáceis se serem mensuradas, aquelas que poderiam ser mais indicativas do consumo de energia elétrica mensal. Foram escolhidas variáveis que agruparam os ocupantes das edificações, como distribuição por sexo, faixa etária e grau de instrução. Também foram escolhidas variáveis que agruparam características comuns das edificações como área, número de cômodos, renda familiar e posse de equipamentos eletrodomésticos.

Para isso, foram feitos levantamento com uma amostra de 540 formulários válidos distribuídos em apartamentos da cidade, mantendo uma correlação de 95% com a distribuição prevista para as várias regionais.

Na amostra pesquisada, foram encontrados 1503 moradores, sendo 54% mulheres, 71% dos moradores tendo mais de 20 anos, com distribuição por

escolaridade de 39% com primeiro grau, 35% com o segundo grau e 26% com terceiro. Os apartamentos em sua maioria têm entre 2 e 3 moradores.

Uma pequena diferença no número de mulheres parece indicar uma preferência por apartamentos. Vários fatores, entre eles a segurança pode facilitar a preferência por este tipo de moradia, mas isso não foi estudo nesta pesquisa. Nos dados do censo do IBGE, existia uma proporção de 52% de mulheres para 48 % de homens no censo de 2000.

Os dados de idade e de escolaridade do IBGE se apresentam de outra maneira (anos de estudo e outras faixas de idade).

Uma outra característica interessante encontrada foi que enquanto a média de pessoas por unidade habitacional em Campinas está na faixa de 3,8 pessoas, nos apartamentos essa relação é um pouco mais baixa: 2,78 pessoas por apartamento.

Com relação à renda familiar, 58% dos apartamentos apresentaram valores menor ou igual a 6 salários mínimos mensais. Dos apartamentos, 68,8% têm área até 100 m² e com 90.4 % tendo entre 5 e 10 cômodos.

Foi também encontrado que cerca de 25% dos apartamentos indicaram que os ocupantes não estavam contentes com o número de tomadas dos apartamentos.

Os apartamentos apresentaram consumo médio de 163 kWh por mês, e após análise de distribuição normal, verificou-se que os dados se distribuem de forma concentrada ao redor da mediana, que foi de perto de 154 kWh por mês.

É importante frisar que o consumo de energia dos apartamentos difere das casas, devido à parcela de energia gasta pelo uso comum, contabilizada nas contas dos condomínios.

Alguns cálculos tradicionais apresentarem a variável “área” como indicadora da demanda, porém encontramos que sua importância é relativamente pequena para a indicação do consumo, principalmente se houver outra variável que possa ser usada.

Muitas vezes uso da área dos apartamentos pode se apresentar como uma forma fácil de cálculo para os projetistas, devido à incerteza quanto à ocupação do imóvel, porém na amostra verificada, provou-se que se deve procurar por novos indicadores desse consumo e por conseqüência, da demanda.

Outros métodos, principalmente de avaliação da demanda, exigem dos projetistas conhecimentos exatos dos aparelhos eletrodomésticos e também de suas potências, sem referência nenhuma a variáveis não tão difíceis de serem mensuradas ou estipuladas, e que podem representar o comportamento dos usuários com relação ao consumo de energia elétrica.

O trabalho apresentado montou um padrão dos apartamentos de Campinas, com relação às variáveis estudadas e uma formulação que pode ser utilizada nas situações semelhantes.

Como a cidade de Campinas segue o modelo de desenvolvimento das grandes capitais brasileiras, os resultados deste trabalho também servem para outras cidades que sigam as mesmas trajetórias de desenvolvimento, e principalmente no interior do Estado de São Paulo, onde as características são extremamente semelhantes.

Para uma comparação e análise da possibilidade de seu uso, colocou-se no anexo 3 algumas características de Campinas e da região metropolitana em que ela se encontra inserida.

7.1. Propostas de estudos futuros

Sempre que se faz um estudo, consegue-se ver uma ampliação das possibilidades de direcionamento, ou de oportunidades de pesquisas futuras.

Primeiramente, seria interessante comentar que as dificuldades em conseguir o número de formulários poderiam ter comprometido seriamente toda a pesquisa.

Vislumbrou-se a possibilidade de se fechar parcerias com empresas que também tem interesse em saber quais são os eletrodomésticos, acrescentando nos formulários algumas perguntas direcionadas ao mercado, como por exemplo, quais tipos de eletrodoméstico os consumidores pretendiam adquirir em futuro próximo, etc. Assim poder-se-ia desde o início contratar uma empresa especializada em pesquisa a custos baixos.

Encontrou-se também que muitos cursos de faculdades têm interesse em fazer esse tipo de pesquisa, apresentando-se nesse caminho boas oportunidades de parcerias.

Com relação ao consumo de energia, aos apartamentos também podem ser computas as parcelas referentes aos condomínios (bombas, elevadores, iluminação de áreas comuns, etc.). Desta maneira, as parcelas referentes aos condomínios também merecem uma atenção especial nas verificações das variáveis.

De maneira geral, se forem feitas pesquisas em residências tipo casas, a comparação com os apartamentos pode indicar se existe ganho de escala também no consumo de energia elétrica para fins residenciais. Assim seria interessante fazer

comparações entre os consumos de casas e apartamentos, considerando as mesmas características.

Muitas outras possibilidades de estudos nas particularidades também podem ser exploradas, como:

- Verificar diferenças de consumo entre os apartamentos que usam lâmpadas incandescentes e os que usam lâmpadas compactas, para ver se realmente chegam a apresentar economia significativa;
- Pesquisas de opinião e desempenho, onde se verifique a satisfação dos moradores quanto aos locais das tomadas de energia elétrica;
- Pesquisar o porquê da diferença do número de mulheres nos apartamentos.
- Pesquisar o porquê da diferença do número de pessoas por unidade habitacional entre apartamentos e moradias tipo casa;
- Verificação dos estados gerais das instalações, condições de manutenção das mesmas, e proposições de melhorias e comparações com as normas atuais.

8. CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos, pode-se concluir que o número de moradores, a renda média desses moradores, a distribuição desses moradores por faixa etária e o número de aparelhos que eles têm em seus apartamentos, influenciaram, aumentando o consumo médio mensal de energia. Já a posse de aparelhos elétricos com menos de 5 anos, mostra uma relação menos acentuada com o aumento desse consumo, devido talvez ao ganho de eficiência energética dos mesmos (seu coeficiente na regressão é negativo).

As variáveis “regiões” e “regionais” não influenciaram no consumo médio mensal de energia elétrica, mostrando uma grande diversidade de padrões habitacionais.

Algumas variáveis estudadas e que foram descartadas, influenciam no consumo médio mensal de energia, mas outras variáveis, que estão altamente correlacionadas com elas, podem explicar a influência das duas, como no caso de número de aparelhos e área.

Também observamos no estudo que o consumo de energia elétrica esperado pela tabela do PROCEL, em que se considera potências e tempos de usos, superestimam os valores observados na amostra, tendo uma diferença média entre as duas de 164 kWh/mês ou algo perto de 100% acima do valor observado.

Além dessas análises, também se verificou que cerca de 25% dos moradores dos apartamentos acreditam ter um número insuficiente de tomadas em seus apartamentos, sendo necessário rever as necessidades atuais.

Com intervalo de confiança de 95%, pode-se dizer que o consumo médio mensal de energia elétrica dos apartamentos amostrados na pesquisa varia de 43,30 kWh a 333,79 kWh mensais, com média de 163 kWh e mediana de 154 kWh/mês.

A tendência geral encontrada indica que quanto maior for o número de moradores, quanto maior a faixa etária, maior a renda média dos apartamentos, quanto mais aparelhos elétricos tiverem na casa, também maior será o consumo de energia elétrica.

Confirmou-se a hipótese de que somente a “área” não seria a melhor variável para indicação do consumo de energia elétrica na amostra verificada, o que leva a propor novas formulações atualizadas para o planejamento dos projetistas e usuários finais.

Finalizando, reforça-se que o conhecimento do uso da energia elétrica deve balizar as políticas públicas, tanto no planejamento quanto na regulamentação, na fiscalização dos preços e principalmente na garantia da acessibilidade a esta forma de energia e a todos os benefícios que ela proporciona, que é um papel primordial para a garantia da cidadania de todos nós.

REFERÊNCIAS

ACHÃO, C. C. L. Análise da estrutura de consumo de energia pelo setor residencial brasileiro. 2003. 122 f. Tese (Mestrado em Planejamento Energético) - Departamento de Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

ALMEIDA, M. A.; SCHAEFFER, R; LA ROVERE, E. L. The potential for Electricity conservation and peak load reduction in the residential sector of Brazil. Energy, Rio de Janeiro, v. 26, p.413-429, abr. 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR: 5410: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: Norma Técnica, 1997. 128 p.

BADANHAN, L. F. Indicadores e padrões de qualidade ambiental na construção de dutovias para o transporte de gás natural. 2001. 222 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Unicamp, Campinas, 2001.

BODANIS, D. $E=mc^2$: uma biografia da equação que mudou o mundo e o que ela significa. 3. ed. Rio de Janeiro: Ediouro Publicações, 2000. 328 p.

BOUCHELLE, M. P. et al. Factor's influencing space heat pump efficiency from a large-scale residential monitoring study: IN.. Proceedings Of The 2000 Summer Study On Energy Efficiency In Buildings: American Council for an Energy Efficient Economy, Washington, Dc, n. 1, p.39, 2000.

BUCCI, E. Televisão – o Brasil não é uma aldeia, mas é global. Disponível em <<http://www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/comunica/tv/apresent.htm>>. Acesso em: 11 jun. 2006.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Programa luz para todos. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/progrms_display.do?chn=682>. Acesso em: 11 jun. 2005.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Plano Decenal de Expansão: Sumário executivo 2003-2012. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/site/search.do;jsessionid=0A2BFE7FA89A95F4688A5F3A0582EF26?query=2003-2012>>. Acesso em: 20 out. 2005.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica: 2006-2015. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/site/search.do;jsessionid=0A2BFE7FA89A95F4688A5F3A0582EF26?query=2006-2015>>. Acesso em: 01 set. 2006.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética: Balanço energético Nacional. Resultados preliminares/ BEN 2006 anos base 2005. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/site/search.do;jsessionid=0A2BFE7FA89A95F4688A5F3A0582EF26?query=2003-2012>>. Acesso em: 10 jul. 2005.

COIMBRA, L. Valor Econômico. Elétricas fornecem mais ao comércio e residências. São Paulo, abr. 2005.

COMITÊ DE DISTRIBUIÇÃO. RTD 27: Critério para cálculo de demanda em edifícios residências de uso coletivo: recomendação técnica de distribuição. Recomendação técnica de distribuição. Rio de Janeiro, 1990.

COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ. Fornecimento de energia elétrica a edifícios de uso coletivo. Campinas: Norma Técnica, 2004. 222 p.

CREDER, Hélio. Instalações Elétricas. 14. Ed. Rio de Janeiro: S. A., 2002. 480 p.

DUKERT, J. A. Energy History of the United States. Washington, Dc: Edison Electric Institute, 1980. 230 p.

ECONOMIA & ENERGIA. Matriz Energética e de Emissões: Setor Residencial. No 30-jan-fev 2002. Disponível em: <http://ecen.com/eee30/s_resid8.htm>. Acesso em: 21 fev. 2004.

ECONOMIA & ENERGIA. Matriz Energética e de emissões. No. 30, jan-fev 2002. Disponível em: <http://www.ecen.com/eee30/ecen_30.htm>. Acesso em: 20 fev. 2004.

ECONOMIA & ENERGIA. Setor energético brasileiro - destaques em 2000 e oportunidades de negócios. No 25 - mar-abr 2000. Disponível em <<http://ecen.com/eee25>>. Acesso em 02 mar 2003.

ELETROBRÁS. Programa Nacional de conservação de Energia. Resultados de 1998. Disponível em: <<http://www.eletrobras.gov.br/procel/1.htm>>. Acesso em: 04 jul. 2001.

FRIEDMANN, R. Latin American experiences with residential CFL projects. IN: Proceedins Aceee Summer Study On On Energy Efficiency In Buildings, Campinas, v. 2, p. 2103-2114, 2000.

GENJO, Kahori.; TANABE, Shin-Ichi; MATSUMOTO, Shin-Ichi.; HASEGAWA. Ken-Ichi; YOSHINO, Hiroshi. Relationship between possession of electric appliances and electricity for lighting and others in Japanese households. Energy and Buildings, v. 37, p. 259-272, 2005.

GIL, A. C. Como elaborar projeto de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

GRANDE ENCICLOPÉDIA LAROUSE CULTURAL. Eletricidade. Universo. v. 11, p 2088-2091, 1988.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. Tecnologia evita lançamento de mercúrio na atmosfera. 2005. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010125051007>>. Acesso em: 25 fev. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. Censo Demográfico 2000. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=2421>>. Acesso em: 10 out. 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA, IBGE: Censo demográfico 2000: O Brasil por municípios. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=2421>>. Acesso em 9 set. 2005.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Energy Policies of IEA Countries: Denmark 1998. Review. OECD/IEA, Paris. 1998
INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – Key World Energy Statistics – 2003.

JANNUZI, G. de M; SCHIPPER, L. The structure of electricity demand in the Brazilian household sector. Energy Policy, Campinas, v. 19, n. 9, p.879-891, 02 set. 1991.

MARIOTONI, C. A; SANTOS, P. R. Avaliação do cálculo da demanda de energia elétrica residencial sugerida pelas empresas de distribuição de energia elétrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 10. 2004. Rio de Janeiro. Anais... 2004: COPPE/UFRJ, 2004. CD-ROM.

MARIOTONI, C. A.; SANTOS, P. R. Comparação do consumo de energia elétrica residencial entre países escandinavos, região central da Flórida e Brasil. Em publicação, 2006.

MARIOTONI, C. A. SANTOS, P. R. Difusão de equipamentos eletrodomésticos e os impactos na demanda de energia elétrica residencial. In: CBE, 10. 2004, Anais... 2004. p. 615 - 622.

MARTINS, M. P. S. Inovação tecnológica. 1999. 45 f. Tese (Mestrado) - Curso de Monografia de Pós-graduação MBA em Energia Elétrica, Departamento de Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Rio de Janeiro, 1999.

MASIELLO, J. A.; S.PARKER, D. Factors influencing water heating energy use and peak demand in large scale monitoring study. Proceedings Of The 2002 Summer Study On Energy Efficiency In Buildings: American council for an energy efficient economy, Washington, Dc, p.01-157, 15 may 2002.

MIRANDA, A. Consumo residencial volta a crescer. Clipping CPFL. Disponível em: <<http://intranet/intranetreformulada/clippingonline/>>. Acesso em: 05 dez. 2005.

MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, Centro da Memória da Eletricidade: Caminhos da modernização – cronologia do setor de energia elétrica brasileiro – Rio de Janeiro- RJ – 1999.CD-ROM.

MULTIBRAS. Como nasceu a indústria dos eletrodomésticos no Brasil: os eletroportáteis. Você sabia? Institucional história. Disponível em: <<http://www.multibras.com.br/>>. Acesso em: 20 jun. 2006.

NAKAGAMI, H. Lifestyle change and energy use in Japan: household equipment and energy consumption. Energy, Tóquio, Japan, v. 21, p.1157-1167, 01 dez. 1996.

NISKIER, J; MACINTYRE, A. J. Instalações elétricas. 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. 550 p.

PARKER, D. S. Research from a large scale residential monitoring study in a hot climate. *Energy And Buildings*, v. 35, p.863-876. 2003.

PASCOAL FILHO, H. Energia: ensino e alternativas: PIB e consumo de energia: uma nova relação. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagem/2004/12/03.shtml>>. Acesso em: 31 maio 2006.

ROSA, L. P.; LOMARDO, L. L. B. The Brazilian energy crisis and a study to support building efficiency legislation. *Energy And Buildings*, v. 36, p.89-95, dez. 2004.

SOARES, P. Consumo de energia aumenta 4,6% - Folha On line: Alta no ano passado supera expansão de 2004. Disponível em: <<http://www.valeverde.org.br/html/c.php?id=4832&categoria=Energia>>. Acesso em: 31 de maio de 2006.

STOKES, M.; RYLATT, M.; LOMAS, K. A simple model of domestic lighting demand. *Energy and Buildings*, v. 36, p.103-116. 2004.

TATIETSE, T.T.;VILLENEUVE, Paul; NGUNDAM, John; KENFACK, Francois. Contribution to the analysis of urban residential electrical energy demand in developing countries *Energy*, v. 27, p. 591 - 606, 2002.

UNANDER, Fridtjof; ETTESTOL, Ingunn; TING, Mike, SCHIPPER, Lee. Residential energy use: An international perspective on long-term trends in Denmark., Norway and Sweden. *Energy Policy*, v. 32, p. 1395 - 1404, 2004.

UNITED STATES OF AMERICA., Department Of Energy. Energy Information Administration – U.S. Electric Utility Demand-Side Management. DOE/EIA-0589(96) UC 950. Washington, DC, Dec 1997. 103 p.

VALIM, M. A. A história da televisão: da sua invenção ao início das transmissões em cores. 1990. Disponível em: <<http://www.tudosobretv.com.br/historv/histomundi.htm>>. Acesso em: 12 maio de 2006.

Assinale na primeira coluna a quantidade dos equipamentos e com "X" os adquiridos a menos de 5 anos :

APARELHO	QUANTIDADE	ADQUIRIDO A MENOS DE 5 ANOS
APARELHO DE SOM		
AQUECEDOR DE AMBIENTE		
AR-CONDICIONADO		
ASPIRADOR DE PÓ		
BATEDEIRA		
CAFETEIRA ELÉTRICA		
CHURRASQUEIRA ELÉTRICA		
CHUVEIRO ELÉTRICO		
CIRCULADOR AR PEQUENO/MÉDIO		
ESPREMEDOR DE FRUTAS		
EXAUSTOR FOGÃO		
FERRO ELÉTRICO AUTOMÁTICO		
FOGÃO ELÉTRICO		
FORNO À RESISTÊNCIA GRANDE		
FORNO À RESISTÊNCIA PEQUENO		
FORNO MICROONDAS		
FREEZER		
GELADEIRA 1 PORTA		
GELADEIRA 2 PORTAS		
LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA		
LÂMPADA INCANDESCENTE - 60 W		
LÂMPADA INCANDESCENTE -100 W		
LAVADORA DE LOUÇAS		
LAVADORA DE ROUPAS		
LIQUIDIFICADOR		
MICROCOMPUTADOR		
MULTIPROCESSADOR		
RÁDIO RELÓGIO		
SECADOR DE CABELO GRANDE		
SECADORA DE ROUPA		
TORNEIRA ELÉTRICA		
TV EM CORES - 14"		
TV EM CORES - 20"		
TV EM CORES - 29"		
VENTILADOR DE TETO		
VÍDEOCASSETE		

Anexo 2 – Página disponibilizada em meio eletrônico.

PESQUISA CONSUMO DE ENERGIA EM APARTAMENTOS

- 1 - ENDEREÇO:
- 2 - NÚMERO:
- 3 - COMPLEMENTO:
- 4 - BAIRRO:
- 5 - CIDADE:

6 - Preencha conforme a quantidade de moradores do APARTAMENTO:

	SEXO	idade				ESCOLARIDADE									
		0 a 10 anos		10 a 20 anos		20 a 40 anos		mais de 40 anos		1º grau		2º grau		3º grau	
		completo	incompleto												
morador 1	<input type="radio"/> M <input type="radio"/> F	<input type="radio"/>													
morador 2	<input type="radio"/> M <input type="radio"/> F	<input type="radio"/>													
morador 3	<input type="radio"/> M <input type="radio"/> F	<input type="radio"/>													
morador 4	<input type="radio"/> M <input type="radio"/> F	<input type="radio"/>													
morador 5	<input type="radio"/> M <input type="radio"/> F	<input type="radio"/>													
morador 6	<input type="radio"/> M <input type="radio"/> F	<input type="radio"/>													
morador 7	<input type="radio"/> M <input type="radio"/> F	<input type="radio"/>													
morador 8	<input type="radio"/> M <input type="radio"/> F	<input type="radio"/>													

7 - Em que faixa se encontra a renda familiar (soma dos salários dos ocupantes):

- 1 - abaixo de R\$ 500,00
- 2 - de R\$ 500,00 a R\$ 1000,00
- 3 - de R\$ 1000,00 a R\$ 2000,00
- 4 - de R\$ 2000,00 a R\$ 3000,00
- 5 - acima de R\$ 3.000,00

8 - De maneira geral, os ocupantes acham ser suficiente o número de tomadas de energia elétrica no apartamento?

- 1 - sim
- 2 - não

9 - Qual é a área do apartamento (em metros quadrados)?

- 1 - Menor que 50
- 2 - Entre 50 e 100
- 3 - Maior que 100

10 - Qual é o número de cômodos do apartamento, incluindo os banheiros?

- 1 - Menor que 5 cômodos
- 2 - Entre 5 e 10 cômodos
- 3 - Maior que 10 cômodos

11 - Qual foi o consumo de energia elétrica nos últimos 6 meses? (Esses dados constam na conta de Luz)

- 11.1 -
- 11.2 -
- 11.3 -
- 11.4 -
- 11.5 -
- 11.6 -

Parte da página disponibilizada em meio eletrônico - continuação.

QTD	APARELHO	ADQUIRIDO A MENOS DE 5 ANOS
0	12.1 - APARELHO DE SOM	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.2 - AQUECEDOR DE AMBIENTE	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.3 - AR-CONDICIONADO	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.4 - ASPIRADOR DE PÓ	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.5 - BATEDEIRA	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.6 - CAFETEIRA ELÉTRICA	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.7 - CHURRASQUEIRA ELÉTRICA	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.8 - CHUVEIRO ELÉTRICO	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.9 - CIRCULADOR AR PEQUENO/MÉDIO	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.10 - ESPREMEDOR DE FRUTAS	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.11 - EXAUSTOR FOGÃO	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.12 - FERRO ELÉTRICO AUTOMÁTICO	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.13 - FOGÃO ELÉTRICO	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.14 - FORNO À RESISTÊNCIA GRANDE	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.15 - FORNO À RESISTÊNCIA PEQUENO	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.16 - FORNO MICROONDAS	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.17 - FREEZER	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.18 - GELADEIRA 1 PORTA	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.19 - GELADEIRA 2 PORTAS	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.20 - LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.21 - LÂMPADA INCANDESCENTE - 60 W	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.22 - LÂMPADA INCANDESCENTE -100 W	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.23 - LAVADORA DE LOUÇAS	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.24 - LAVADORA DE ROUPAS	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.25 - LIQUIDIFICADOR	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.26 - MICROCOMPUTADOR	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.27 - MULTIPROCESSADOR	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.28 - RÁDIO RELÓGIO	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.29 - SECADOR DE CABELO GRANDE	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.30 - SECADORA DE ROUPA	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.31 - TORNEIRA ELÉTRICA	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.32 - TV EM CORES - 14 pol	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.33 - TV EM CORES - 20 pol	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.34 - TV EM CORES - 29 pol	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.35 - VENTILADOR DE TETO	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
0	12.36 - VÍDEOCASSETE	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não

Anexo 3 – Dados sobre a cidade de Campinas

A cidade de Campinas conta com pouco mais de 260 anos de história oficial. Surgiu como um bairro rural da Vila de Jundiaí, como instalação de um pouso de tropeiros. Ganhou o nome de cidade em Campinas em 1842, período em que as plantações de café já suplantavam as lavouras de cana e dominavam a paisagem da região.

Os cafezais geraram os fatores econômicos e de mão de obra que viabilizaram a modernização e a industrialização e hoje é um dos maiores pólos tecnológicos do interior do Estado de São Paulo.

O modelo de desenvolvimento englobou a intensa urbanização (conta hoje com 98% de área urbana), desenvolvimento do parque industrial, adoção de política agro-exportadora e de institutos de pesquisa.

Destaca-se pela alta industrialização (a região concentra cerca de 15% da produção industrial do estado de São Paulo), pela diversidade de bens e serviços, que atrai cada vez mais investimentos. As indústrias que se destacam são de alta tecnologia (informática, eletrônica e de telecomunicações) e o parque metalúrgico.

A região metropolitana concentra 22 municípios, sendo Campinas a principal cidade, que, com cerca de 1 milhão de habitantes, é o segundo centro econômico, industrial e tecnológico do Estado de São Paulo. É cercada de rodovias, possui um dos maiores aeroportos de carga do país (Viracopos), várias faculdades e importantes universidades do Estado.

Em 1988, o aglomerado urbano de Campinas contava com 1.350.000 habitantes. A produção industrial da região só era superada pelo Estado de São Paulo, pela Grande São Paulo e pelo Estado do Rio de Janeiro, o que colocava Campinas na posição de segundo pólo de manufatura de São Paulo. Sua produção agropecuária era a segunda de São Paulo; seu movimento de exportações representava mais de 15% do total do Brasil.

É atualmente responsável por 9% do Produto Interno Bruto (PIB), sendo que a região está incluída no segundo maior mercado consumidor do Brasil, com um total de 14.550 lojas só no comércio varejista de Campinas e é a quinta maior praça bancária do País em valor de compensação de cheques (possui cerca de 55 instituições financeiras e 132 agências bancárias).

Quanto à ocupação, 65% da mão-de-obra campineira está alocada no Setor de Comércio e Serviços; 34% na Indústria e 1% na Agricultura.

A cidade também apresenta os mesmos problemas das capitais, com os fenômenos de conurbação, favelização, e todos os problemas sociais comuns aos grandes centros urbanos brasileiros.

Negativamente destaca-se pela maior área de invasão da América Latina, uma das maiores taxas de violência do país, maior taxa de roubo de veículos, contrastes sociais marcantes, enorme dificuldades em superação dos problemas de planejamento urbano, índices crescentes de tráfico de drogas,. Também sofre problemas de enchentes nas épocas das cheias, falta de saneamento básico em alguns bairros, perda de área agrícola, etc.

Seguem alguns dados tabulados, do censo de 2000, sobre indicadores que podem auxiliar a comparação de Campinas com outras cidades.

1. Domicílios	290.760
Domicílios particulares permanentes - abastecimento de água - rede geral	273.147
Domicílios particulares permanentes - com banheiro ou sanitário	282.455
Domicílios particulares permanentes - com banheiro ou sanitário - esgotamento sanitário - rio, lago ou mar	7.511
Domicílios particulares permanentes - destino do lixo - coletado	278.596
Domicílios particulares permanentes - destino do lixo - jogado em terreno baldio ou logradouro	1.543
Domicílios particulares permanentes - destino do lixo - outro destino	300

2. População	969,396
Pessoas residentes - alfabetizadas - 5 anos de idade ou mais	823.200
Homens residentes - alfabetizados - 5 anos de idade ou mais	401.493
Mulheres residentes - alfabetizadas - 5 anos de idade ou mais	421.707
Pessoas residentes - não alfabetizadas - 5 anos de idade ou mais	71.118
Homens residentes - não alfabetizados- 5 anos de idade ou mais	32.447
Densidade demográfica (hab/km ²)	1213
Taxa de crescimento populacional (%)	1.57

3. Dados Sociais	
Longevidade – homens (anos)	69,7
Longevidade – mulheres (anos)	72,2
Mortalidade infantil (%)	1,41
Media escolar (entre 7 e 14 anos) (%)	96,4
Renda média anual (US\$)	2.712
Pobreza (%)	10,2
Índice de Desenvolvimento Humano	0.852
Posição no ranking nacional em desenvolvimento humano	24

Anexo 4 – Considerações sobre as instalações elétricas e como fazer uma inspeção nas mesmas.

Nas entrevistas realizadas junto aos moradores, muitos faziam questão de mostrar as instalações elétricas e pediam que se tirasse dúvida sobre a utilização das mesmas. Percebeu-se que a eletricidade ainda é um mistério para muitas pessoas e que se faz necessário compartilhar as informações sobre as instalações elétricas prediais.

Não foram contabilizados, mas foram verificados cerca de 40 apartamentos e todos, sem exceção possuíam algum defeito, desde instalações precárias, como uso de benjamins ou réguas (sem a preocupação de quanto a tomada de energia que alimentava esses equipamentos poderiam suportar), até o desligamento de disjuntor diferencial residual (DR) em instalações novas, com a desculpa que o chuveiro usado não deixava esse disjuntor ligado.

Alguns apartamentos, de alta rotatividade e que geralmente são locados para estudantes, tinham tomadas de parede para ligação dos chuveiros. Como esse fato não é comum, sendo a ligação feita usualmente com conectores e, portanto, sem a tomada de parede, verificaram-se de perto as mesmas. Espantou o fato de utilizarem tomadas certificadas pelo INMETRO, com valores nominais de 15 A e até de 10 A. Essa corrente é insuficiente para todos os chuveiros elétricos, colocando em risco os usuários e toda a instalação.

Considerando que todos os apartamentos vistoriados apresentavam problemas, e considerando que estes tiveram projeto elétrico, o que não acontece na maioria das casas, estima-se que 95% das moradias devem ter problemas nas

instalações, principalmente devido à falta de manutenção e inadequação às tecnologias modernas.

Fica então mais uma sugestão de pesquisa e, como orientações para os leigos, seguem algumas dicas de como fazer uma inspeção nas instalações elétricas prediais:

No quadro de medidores:

1. Leia a conta de luz. Observe no histórico de consumo principalmente se existem grandes variações. Um aumento repentino pode representar um “vazamento” de energia.

2. Vá até o quadro de medidores, geralmente localizado no térreo e observe:

a) Se o número do medidor é o mesmo apresentado na conta. (Confirmar se o medidor cadastrado na conta realmente atende seu apartamento. Quando a construtora faz o prédio, deixa o número do apartamento no quadro de medidores para a empresa de energia fazer a ligação. Já houve casos de errarem essa numeração e assim um apartamento acaba pagando a conta de outro).

b) O estado geral da caixa. Deve estar limpa, não pode ter outros objetos que não pertençam às instalações. A madeira não pode estar podre e nem ter sinal de cupim.

3. Verifique o estado do disjuntor de seu apartamento. Deve ser fácil de operar, mas deve ter pressão. Verifique se os cabos se não têm sinal de aquecimento (capa escurecida perto das conexões e cobre esverdeado).

4. Faça o teste de fuga. Desligue todos os aparelhos das tomadas (inclusive freezer e geladeira). Observe se o disco do medidor para de girar em alguns minutos. Se ele continuar girando, pode ser uma indicação de que a instalação está com fuga de energia.

No apartamento

5. Localize o quadro de disjuntores dentro do apartamento. Ele deve estar livre de obstáculos, deve estar em lugar de fácil acesso (não pode estar em cômodo fechado, dentro de armários, escondido atrás de quadros, etc.) e deve ser de fácil abertura (se tiver chave, esta deve ficar ao lado do quadro).

6. Ainda no quadro de distribuição dentro do apartamento, verifique se o cabo azul é da mesma bitola (grossura) dos outros cabos (o cabo azul deve ser o condutor neutro). Teste um por um dos disjuntores, ligando e desligando os mesmos. Devem ser fácil de operar, mas devem ter uma pequena pressão. Quando danificados ficam moles demais. Aproveite para descobrir qual parte do apartamento cada disjuntor comanda. É muito importante em situação de emergência, saber onde desligar. Os circuitos devem estar identificados (ex.: disjuntor 1 – iluminação, etc.).

7. Equipamentos de muita potência precisam ter circuitos individuais (um disjuntor para comandar cada um deles), como:

- a. Chuveiro elétrico
- b. Torneira elétrica
- c. Condicionador de ar
- d. Secadora de roupas

8. Inspecione todo o apartamento. Verifique se os aparelhos eletrodomésticos são usados em locais próximos de onde estão localizadas as tomadas, se os interruptores têm pressão ao serem acionados, se não fazem barulho de estalos ao ligar (como barulho de fritura) e se estes se aquecem além do normal.

9. Não tenha dúvida. Edificações muito antigas vão precisar de reformas. Repita a inspeção a cada dois anos e se precisar, procure um profissional da área. Este tem informações que ajudará e estará a favor da sua segurança.

10. Evite a utilização de TE's, porque eles sobrecarregam as tomadas.

11. Extensões não devem conter emendas, e a bitola do cabo deve ser compatível com a potência do equipamento que será alimentado.

12. Caso o desarme do disjuntor seja freqüente, não o substitua por outro de amperagem maior, procure um profissional habilitado para verificar a causa correta.

Recomendações Adicionais

Ao comprar os equipamentos

- Verifique se o equipamento tem certificação do INMETRO.
- Dê preferência aos equipamentos com selo do PROCEL que tem melhor eficiência energética.
- Se for trocar o chuveiro, verifique se a potência é a mesma do chuveiro antigo. Os chuveiros mais velhos eram de 2500 W e hoje existe de até 8000W, e as fiações não estão preparadas para isso.
- Não faça adaptações. Cada componente tem sua maneira certa de uso.
- Não corram riscos desnecessários.
- Não faça quaisquer serviços com a rede ligada.