

USOS FINAIS DE ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR RESIDENCIAL BRASILEIRO

Natália S. Fedrigo (1); EneDir Ghisi (2); Roberto Lamberts (3)

(1) Graduanda em Engenharia Civil, nataliasens@hotmail.com

(2) PhD, Professor do Departamento de Engenharia Civil, enedir@labeec.ufsc.br

(3) PhD, Professor do Departamento de Engenharia Civil, lamberts@ecv.ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Cx Postal 476, Florianópolis-SC, 88040-900, Tel.: (48) 3721 5184

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal estimar os usos finais de energia elétrica no setor residencial das cinco regiões geográficas brasileiras, considerando consumos no ano de 2005. O projeto tem como base o banco de dados elaborado e cedido pela Eletrobrás/PROCEL, onde foram obtidas informações de 284 cidades brasileiras, distribuídas em 18 estados, abrangendo 5625 domicílios. O consumo médio residencial brasileiro por mês atingiu o valor de 143 kWh no verão e 161 kWh no inverno, mas há grande variação no país. Os usos finais médios ficaram distribuídos em 7% para iluminação, 42% para refrigerador e freezer, 19% para chuveiro elétrico, 2% para aparelho de ar condicionado, 12% para televisor e 18% para os demais aparelhos. Os usos finais referentes a chuveiro elétrico e ar condicionado são os que apresentaram maior variação entre as regiões. Para o chuveiro elétrico, o intervalo de uso final encontrado foi de 0% a 43% do consumo total de uma residência no inverno; e para o aparelho de ar condicionado o intervalo foi de 0% a 5% no verão. Os resultados obtidos mostraram que os diferentes climas, rendas familiares e aspectos culturais no território brasileiro influenciam diretamente no consumo de energia elétrica do setor residencial, principalmente, por meio do uso final de chuveiro elétrico.

Palavras-chave: uso final de energia elétrica, consumo de energia elétrica, setor residencial.

ABSTRACT

The objective of this paper is to estimate the electricity end-uses in the residential sector of Brazil for different geographic regions over 2005. The project is based on a database organised by Eletrobrás/PROCEL, enclosing a total of 5,625 dwellings over 18 states in Brazil. The average monthly electricity consumption in dwellings in Brazil reached 143 kWh over summer and 161 kWh over winter, but the results are different all over the country. The average electricity end-uses were estimated to be 7% for lighting, 42% for refrigerator and freezer, 19% for electric shower, 2% for air conditioning, 12% for television and 18% for other household appliances together. Electricity end-uses for electric shower and air conditioning showed more variation amongst the geographic regions. As for the electric shower, its end-use ranges from 0% to 43% of the total electricity consumption in dwellings over winter; and for air conditioning end-use, it ranges from 0% to 5% over summer. Results indicate that climate, income and cultural aspects affect the electricity consumption in the residential sector, mainly due to electric shower end-use.

Keywords: electricity end-use, electricity consumption, residential sector.

1. INTRODUÇÃO

Para que a sustentabilidade faça parte de uma visão tradicional e global é necessário não somente valorizar as componentes ambientais, mas também outras variáveis sócio-econômicas que compõem uma moradia (TRIANA, 2005). As variáveis que serão estudadas neste artigo são os consumos e os usos finais de energia elétrica no setor residencial do Brasil, abrangendo análises diferenciadas para cada região geográfica brasileira.

A Figura 1 apresenta a proporção entre população, área e consumo de energia elétrica para cada uma das regiões. A região Norte compreende 45% do território nacional, em contra partida a população nortista representa apenas 8% (IBGE, 2008) e o consumo de energia elétrica residencial no verão é de apenas 5%. A

região Sudeste apresenta dados diferenciados, com 11% da área total, 43% da população e 52% da energia elétrica destinada ao setor residencial no inverno.

O uso final de energia é assunto de várias pesquisas, onde cada nação apresenta características próprias que variam de acordo com o clima, a renda familiar e a cultura da região. Como alguns exemplos, podem-se mencionar Ghisi et al. (2007) no Brasil, Parker (2003) nos Estados Unidos e IEA (2003) nos países membros da *International Energy Agency*.

O uso final de energia elétrica no setor residencial do Brasil foi primeiramente relatado por Jannuzzi e Schipper (1991) e abrangeu apenas algumas localidades no estado de São Paulo. Dez anos mais tarde, Almeida et al. (2001), baseados em um questionário realizado em 1989 e patrocinado pela Companhia Brasileira de Eletricidade (ELETROBRAS) e pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), relataram sobre os usos finais de eletricidade no setor residencial para as cinco regiões geográficas brasileiras. Um estudo semelhante foi realizado por Ghisi et al. (2007) com uma base de dados de 1997 a 1999, fornecida pela Eletrobrás e PROCEL.

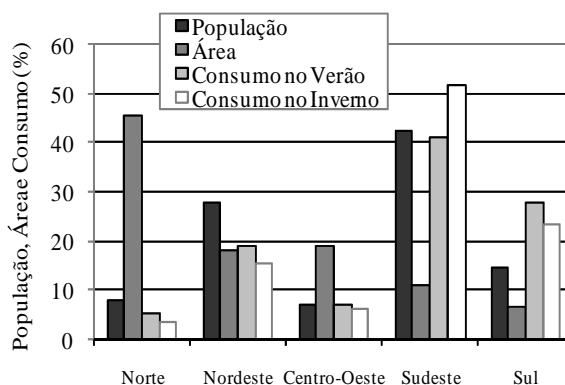


Figura 1 - Porcentagem de área territorial, população e consumo de energia por região geográfica do Brasil.

Fonte: IBGE (2008) e Eletrobrás / PROCEL (2007).

Este artigo baseia-se em pesquisa de campo sobre posse de equipamentos elétricos e hábitos de consumo no setor residencial brasileiro realizada em 2005 (ELETROBRÁS/PROCEL, 2007).

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é comparar o consumo médio mensal e estimar os usos finais de energia elétrica no setor residencial das cinco regiões geográficas brasileiras.

3. MÉTODO

O banco de dados utilizado neste trabalho, para estimar os usos finais de energia, foi elaborado e cedido pela Eletrobrás/PROCEL. O projeto teve como objetivo determinar a posse e obter o grau de utilização de equipamentos elétricos no ano de 2005, através de uma pesquisa de campo. O levantamento de dados foi realizado através de um questionário aplicado em todo o território brasileiro. No questionário, foram introduzidos quesitos relativos às condições sócio-econômicas, grau de utilização e características dos equipamentos eletrônicos, qualidade do fornecimento da energia elétrica, medidas adotadas no racionamento, previsão de aquisição de eletrodomésticos, entre outros (ELETROBRÁS/PROCEL, 2007).

3.1. Banco de dados

O levantamento foi realizado em 284 cidades brasileiras distribuídas em 18 estados (Figura 2), administradas por 21 concessionárias, abrangendo 5625 residências. Os questionários foram separados por regiões geográficas brasileiras (Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Norte e Nordeste).

A pesquisa envolveu levantamentos sobre o padrão de uso dos seguintes equipamentos: refrigerador, freezer, aparelho de ar condicionado, chuveiro elétrico, televisor, iluminação, aparelho de som, micro computador, ferro elétrico, máquina de lavar roupa, máquina de lavar louça, secadora de roupa, forno microondas, forno elétrico e torneira elétrica.

O banco contém informações tais como: tipo (casa, apartamento ou outros), área construída, quantidade de moradores e tipos de aquecimentos de água. Os dados pessoais apresentados na pesquisa para cada morador são: sexo, idade, salário, grau de instrução e período de permanência no domicílio.

As informações referentes ao tempo de uso diário de cada equipamento foram fornecidas através da indicação das horas do dia na qual o equipamento esteve ligado. O grau de utilização mensal de cada equipamento foi fornecido pelo banco de dados em intervalo de tempo (marcado em semana ou em dias por mês). O banco de dados apresenta, ainda, informações sobre o hábito de uso dos equipamentos em *standby*, ou seja, quando o aparelho encontra-se em repouso (pronto a trabalhar), porém consumindo energia elétrica (EDP, 2008).

O banco de dados forneceu as potências apenas de chuveiros, aparelhos de ar condicionado e das lâmpadas. Para os demais aparelhos eletrônicos, as respectivas potências foram obtidas através de pesquisa nos sites dos fabricantes, tendo em vista que o questionário descreve a marca e o modelo de tais aparelhos.

O padrão de uso de aparelhos de ar condicionado e chuveiro elétrico foram obtidos separadamente para verão e inverno. Para os demais aparelhos eletrônicos, o levantamento obteve um padrão de uso médio ao longo do ano.

O banco de dados apresentou, também, as residências classificadas em intervalo de consumo de energia elétrica real com base em informações cedidas pelas concessionárias.

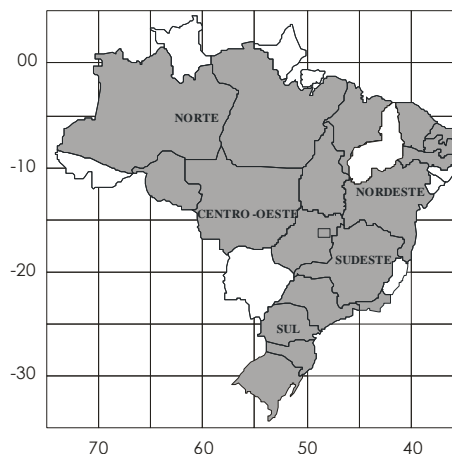


Figura 2 - Mapa do Brasil com indicação dos dezoito estados considerados na pesquisa.

3.2. Estimativa do consumo de energia elétrica

O consumo de energia elétrica de cada aparelho foi estimado para todas as regiões geográficas brasileiras separadamente por meio da Equação 1. O consumo total para cada residência foi obtido somando-se o consumo individual de cada aparelho.

$$C = P \times t \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

C é o consumo do aparelho [kWh];

P é a potência do aparelho [kW];

t é o tempo de utilização do aparelho [h].

O consumo de energia elétrica dos aparelhos em *standby* também foi considerado. O seu cálculo foi realizado também por meio da Equação 1 considerando o tempo de permanência em *standby*. A potência de cada aparelho em *standby* não está especificada na base de dados e foi obtida em FURNAS (2008).

O consumo de energia elétrica foi analisado e comparado entre cada região geográfica a fim de apontar as diferenças existentes. Também serão comparados esses valores com a posse de equipamentos, a renda familiar, tipo de aquecimento de água de banho e número de moradores por residências buscando explicações para os resultados obtidos.

Esta pesquisa realizou a separação das residências nos seguintes intervalos de consumo de energia elétrica: 0-50 kWh/mês, 51-100 kWh/mês, 101-200 kWh/mês, 201-300 kWh/mês, 301-500 kWh/mês e mais de 500 kWh/mês. Estas separações serviram para comparar a porcentagem de residências dentro de cada intervalo determinado pela estimativa desta pesquisa e os intervalos de consumo real cedidos pelas concessionárias.

3.3. Usos finais de energia elétrica

Os usos finais foram obtidos comparando-se o consumo de cada aparelho com o consumo total de energia de cada residência. A Equação 2 representa o cálculo de obtenção do uso final residencial para cada aparelho eletrônico. Após este cálculo foi realizada a média dos usos finais para cada aparelho de todas as residências dentro de cada região brasileira.

$$\text{Uso Final}_{(equip1)} = \frac{C_{(equip1)}}{C_{(total)}} \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

Uso Final_(equip1) é o uso final de um determinado equipamento em cada residência de cada região geográfica [%];

C_(equip1) é o consumo de um determinado equipamento em cada residência de cada região geográfica [kWh];

C_(total) é o consumo total de todos os aparelhos eletrônicos incluindo *standby* em cada residência de cada região geográfica [kWh].

Foi realizado o mesmo cálculo de uso final para residências dentro de cada intervalo de consumo de energia elétrica estimado por esta pesquisa. Os intervalos são: 0-50 kWh/mês, 51-100 kWh/mês, 101-200 kWh/mês, 201-300 kWh/mês, 301-500 kWh/mês e mais de 500 kWh/mês.

3.4. Correlações

Será analisada a correlação da média do consumo de energia elétrica e usos finais de cada cidade envolvida na pesquisa com as variáveis que de alguma forma influenciam nestes valores. Essas variáveis são: número de pessoas por residência, renda familiar e latitude. Portanto, nos gráficos, cada ponto representa uma cidade incluída neste trabalho, com exceção da latitude, pois quando encontrada mais de uma cidade com a mesma latitude, foi feita a média aritmética.

4. RESULTADOS

4.1. Informações sócio-econômicas

Para começar a avaliar o mercado consumidor de energia elétrica e seus hábitos de consumo, antes serão analisados os componentes econômicos e sociais de cada região. Características como renda familiar, número médio de moradores por residência e tipo de residência influenciam no consumo, de acordo com Yohanis et al. (2007). Com base neste conhecimento, este item apresentará estas variáveis detalhadamente.

A Figura 3 mostra a comparação entre renda média familiar, número de moradores e consumo de energia no verão e no inverno por residência. Nota-se que a região Sul, a partir da base de dados, é a região que mais consome energia elétrica por residência tanto no verão quanto no inverno, mesmo sendo a região com menos moradores por residência, cuja média é de 2,9. Por outro lado, a região Norte apresenta o menor consumo de energia por residência, apesar de possuir uma média de 3,8 moradores por residência (a maior do Brasil). A justificativa destes valores não homogêneos, para as duas regiões ressaltadas, é o da renda familiar. Enquanto na região Sul encontram-se as maiores rendas familiares, a região Norte é marcada pelas menores médias salariais por residência.

De acordo com a base de dados, a maioria das residências é do tipo casa, passando de 80% em todo o Brasil. A maior parte dos edifícios residenciais localiza-se nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, sendo 19%, 17% e 16%, respectivamente, como mostra a Figura 4.

A maioria das residências tem área construída entre 51m² e 75m², como mostra a Figura 5. As residências com menos de 50m² de área construída estão mais presentes nas regiões Sudeste e Norte.

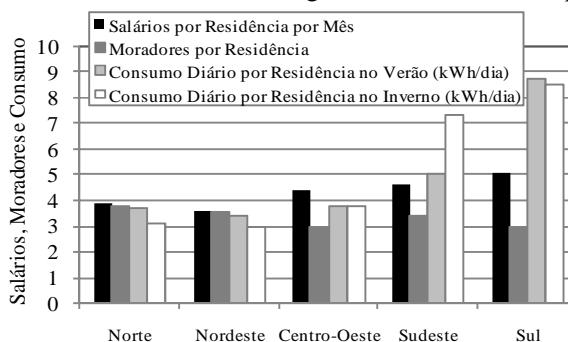


Figura 3 - Média mensal de renda familiar, número de moradores por residência e consumo de energia por residência em cada região geográfica.

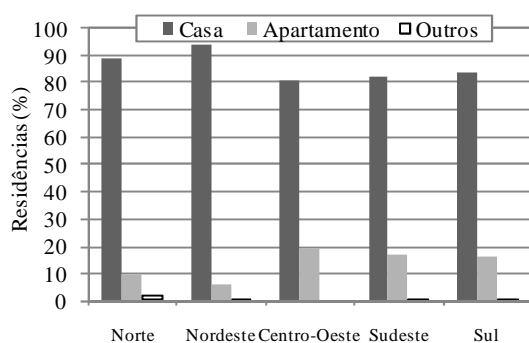


Figura 4 - Porcentagem de tipo de residências de acordo com a região geográfica.

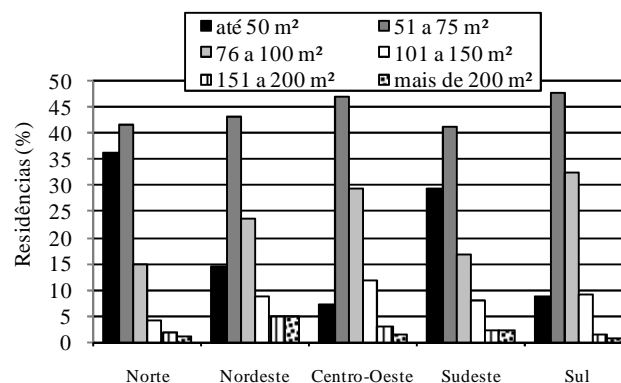


Figura 5 - Distribuição de área construída das residências de acordo com a região geográfica.

4.2. Consumo Residencial

4.2.1. Classificação por região e por faixa de consumo

Antes de analisar o uso final, será apresentado o consumo residencial médio de energia para cada região a fim de conhecer um pouco mais do mercado consumidor brasileiro. A Tabela 1 apresenta o consumo residencial para as cinco regiões. O Sul é a região que apresenta o maior consumo, o que pode ser justificado por ser uma região de clima mais frio onde se utiliza maior quantidade de aparelhos para aquecer a água de

banho. O alto consumo de chuveiro elétrico é justificado pela análise do banco de dados: mesmo no verão, muitos entrevistados responderam que utilizam o chuveiro com a chave de ajuste de temperatura na posição “inverno”, ressaltando ainda um aumento no consumo de ar condicionado pelo clima quente da estação.

O menor consumo médio por residência encontra-se na região Norte, associado ao baixo índice de uso de equipamentos eletrônicos para aquecimento de água de banho. Apenas 4% dos entrevistados utilizam o chuveiro elétrico para aquecer a água de banho. O aumento do consumo no verão se dá devido ao crescimento no uso do aparelho de ar condicionado.

O refrigerador apresenta uma das menores variações entre as regiões com médias muito próximas variando entre 36 kWh/mês e 40 kWh/mês.

Tabela 1 - Consumo médio mensal de energia elétrica estimado para cada equipamento e por região geográfica.

Equipamentos	Consumo médio mensal por residência (kWh/mês)					
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	
Iluminação	6,83	3,96	6,87	11,84	8,61	
Refrigerador	36,74	36,11	36,41	39,81	38,92	
Freezer	6,99	8,66	6,83	8,23	21,39	
Chuveiro elétrico	Verão	1,89	11,22	15,75	20,13	124,04
	Inverno	0,64	13,02	25,23	90,48	129,16
Ar Condicionado	Verão	18,56	13,99	9,42	7,39	17,05
	Inverno	4,33	2,18	1,95	0,03	0,10
Televisor	11,08	11,49	10,57	15,69	17,28	
Aparelho de Som	2,26	3,01	3,73	5,20	4,73	
Computador	1,16	0,99	2,90	2,99	2,64	
Ferro Elétrico	6,77	6,66	6,74	10,30	9,16	
Máquina de lavar roupa	2,25	1,01	2,29	3,39	3,03	
Máquina de lavar louça	0,07	0,04	0,22	0,45	5,35	
Secadora	0,00	0,78	0,14	0,37	6,32	
Forno Microondas	0,86	1,19	3,81	7,67	6,10	
Forno Elétrico	0,01	0,14	0,39	1,20	1,30	
Torneira elétrica	0,00	0,00	0,00	1,50	1,13	
Standby	1,04	2,80	1,84	2,19	6,04	
Total no Verão	96,49	102,05	107,91	138,35	273,09	
Total no Inverno	81,02	92,04	109,92	201,34	261,26	

A Tabela 2 apresenta uma comparação entre o consumo de energia elétrica no ano de 2005 estimado pelo IBGE (2008), referente a 142.471 amostras, e o consumo obtido por esta pesquisa referente ao banco de dados da Eletrobrás/PROCEL (2007). Verifica-se que os consumos ficaram próximos somente nas regiões Nordeste e Sudeste. Conforme já relatado em Ghisi et al. (2007), os consumos estimados por meio de levantamentos, sem comparação com consumos medidos, podem conduzir a resultados super ou subestimados, como se percebe novamente neste trabalho.

Tabela 2 - Consumo mensal médio por residência em cada região geográfica em 2005.

Fonte	Consumo de energia elétrica por residência (kWh/mês)				
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
IBGE (2008)	109,2	97,1	153,8	159,9	162,0
Eletrobrás/PROCEL (2007)	88,8	97,0	108,9	169,8	267,2
Diferença (%)	-18,7	-0,10	-29,2	6,2	64,9

A Figura 6 apresenta a distribuição das residências por faixas de consumo de energia elétrica (consumo estimado por esta pesquisa). Observa-se que a maioria, precisamente 33%, das residências consome de 51 a 100 kWh/mês.

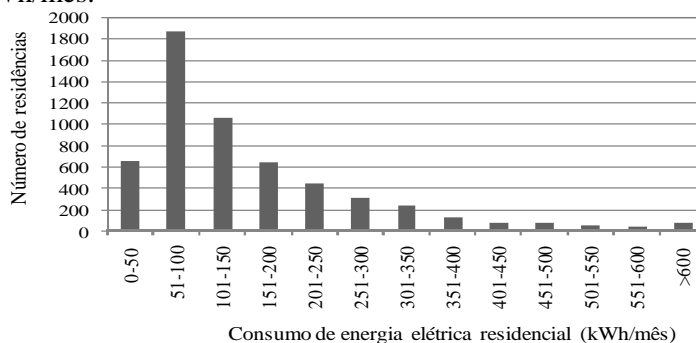


Figura 6 - Distribuição das residências por faixa de consumo de energia elétrica.

4.2.2. Posse de equipamentos por região e por faixa de consumo

A Tabela 3 mostra a posse dos principais equipamentos por residência para as cinco regiões brasileiras. Nota-se que os aparelhos eletrônicos residenciais mais comuns são a televisão e o refrigerador, pois estão presentes em aproximadamente 97% e 96% das residências, respectivamente. Observa-se que a região Sul apresenta a maior posse por residência dos equipamentos abordados na pesquisa. Destaca-se também a posse de aparelhos de ar condicionado da região Norte, que se iguala à da Sul, ou seja, se encontra presente em 16% das residências pesquisadas.

Tabela 3 - Posse de equipamentos por região geográfica.

Equipamentos	Posse de Equipamentos por Região Geográfica (%)					
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Média
Refrigerador	93	93	97	96	99	96
Freezer	16	17	16	21	45	24
Ar Condicionado	16	12	11	7	16	12
Televisor	95	97	95	97	99	97
Aparelho de som	46	73	57	60	87	74
Computador	12	17	23	22	27	23
Lava Roupa	55	35	72	74	77	77

A Tabela 4 apresenta a posse de equipamento por faixa de consumo de energia elétrica na residência (consumo estimado por esta pesquisa). Observa-se que a posse de equipamentos nas residências cujo consumo é elevado, é bem maior do que nas residências com baixo consumo. No entanto, no caso de aparelhos de televisor e de refrigerador, a posse é elevada em todas as faixas de consumo.

Tabela 4 - Posse de equipamentos por faixa de consumo.

Equipamentos	Posse de equipamentos por faixa de consumo (%)					
	0-50 kWh/mês	51-100 kWh/mês	101-200 kWh/mês	201-300 kWh/mês	301-500 kWh/mês	>500 kWh/mês
Refrigerador	76	98	99	99	100	99
Freezer	18	20	34	47	69	90
Chuveiro elétrico	34	48	85	92	94	96
Ar Condicionado	1	4	11	18	26	59
Televisor	88	97	98	100	100	100
Aparelho de som	38	60	72	84	95	96
Computador	3	9	22	34	50	73
Lava Roupa	29	50	70	88	93	96

4.3. Aquecimento de água para banho

O aquecimento de água para banho é uma importante fonte de consumo de energia elétrica e é determinante na variação do consumo entre regiões. Portanto, a Figura 9 mostra os tipos de aquecimento de água para banho e suas porcentagens de uso em cada região. Verifica-se que nas regiões Norte e Nordeste a porcentagem de residências que não possuem aquecimento de água para banho é muito alta, 52% e 93%, respectivamente.

Para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul a utilização do chuveiro elétrico é muito intensa, pois 87%, 91% e 79% da população utiliza este equipamento para banho, respectivamente. A utilização de aquecimento a gás é baixa, mas na região Nordeste e Sudeste, respectivamente, cerca de 17% e 4% das residências utilizam este sistema para aquecer a água para banho. O aquecimento solar ainda é pouco utilizado em todo o país.

A Figura 10 mostra o tipo de aquecimento de água utilizada durante o banho para as quatro regiões incluídas na pesquisa de Ghisi et al. (2007) realizada com base de dados dos anos de 1997 a 1999. Nota-se que no Nordeste houve uma redução significativa na porcentagem de residências que não tinham nenhum tipo de aquecimento para água de banho comparando-se os resultados deste artigo aos de Ghisi et al. (2007). O aquecimento solar ainda é pouco utilizado no Brasil, contudo houve um aumento de aproximadamente 4% nesta forma de aquecimento na região Sudeste de 1997 a 1999 para 2005.

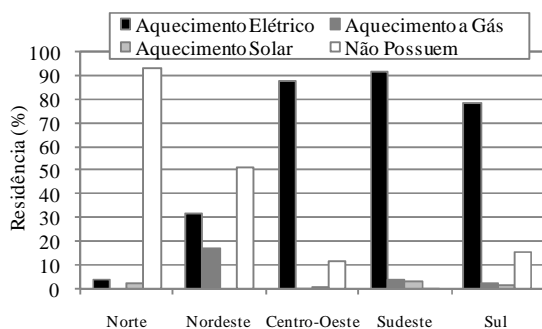


Figura 7 - Porcentagem de tipo de aquecimento de água para banho de acordo com a região geográfica.

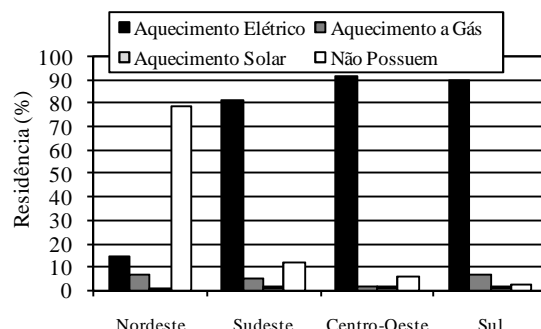


Figura 8 - Porcentagem de tipo de aquecimento de água para banho de doze estados brasileiros de 1997 a 1999.

Fonte: Ghisi et al. (2007)

4.4. Usos finais de energia elétrica por região e por faixa de consumo

Os usos finais de energia elétrica no Brasil estão distribuídos como mostra a Figura 9. Os usos finais dos equipamentos eletrônicos ficam distribuídos em 42% para refrigerador e freezer, 19% para chuveiro elétrico, 12% para televisor, 7% para iluminação, 2% para aparelho de ar condicionado, e 18% para os demais equipamentos. As Figuras 10 e 11 apresentam os usos finais do Brasil para as estações de verão e inverno, respectivamente. Verifica-se grande variação no consumo de energia elétrica correspondente a 13% do total no verão e 24% no inverno para os chuveiros elétricos.

Os usos finais de energia elétrica obtidos neste artigo (ano base 2005) são diferentes dos apresentados em Ghisi et al. (2007), entre os anos de 1997 e 1999. Em Ghisi et al. (2007) os usos finais ficaram distribuídos em: 11% para iluminação, 42% para refrigerador e freezer, 20% para chuveiros elétricos, 10% para aparelhos de ar condicionado e 17% para os demais equipamentos eletrônicos. Comparando os resultados deste artigo com os de Ghisi et al. (2007), o uso final de ar condicionado variou consideravelmente apresentando um decréscimo de 8%. Os demais equipamentos apresentaram percentuais parecidos. O refrigerador e o freezer mantiveram o mesmo uso final.

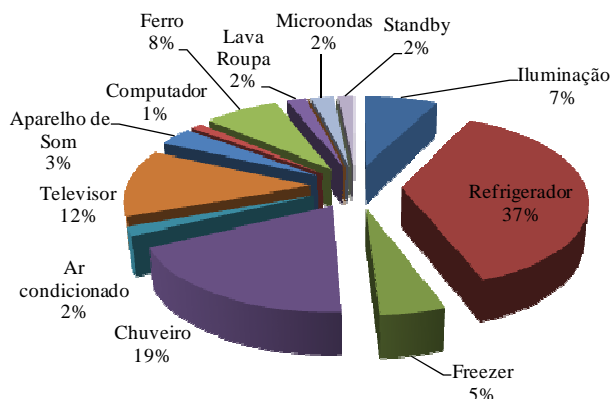


Figura 9 - Usos finais médios de energia elétrica no Brasil.

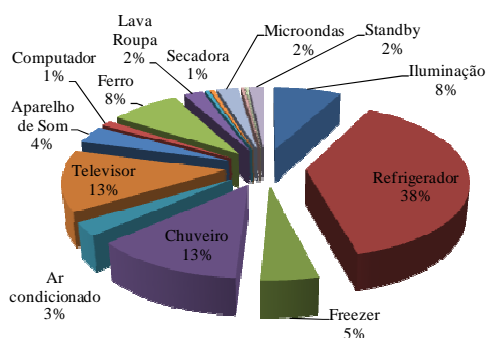


Figura 10 - Usos finais médios de energia elétrica no Brasil no verão.

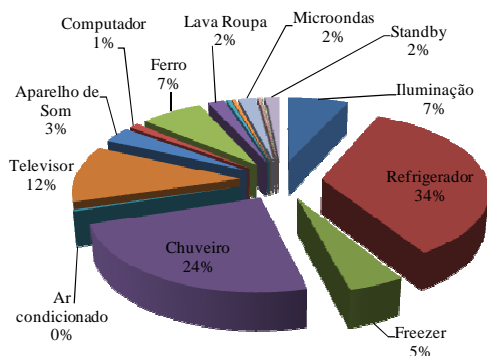


Figura 11 - Usos finais médios de energia elétrica no Brasil no inverno.

As Tabelas 5 e 6 apresentam os usos finais de energia elétrica para as regiões geográficas brasileiras no verão e inverno, respectivamente. No verão, o uso final de chuveiro foi o que mais apresentou variação, atingindo o valor de 0,4% do consumo total de energia elétrica de uma residência na região Norte e 39,4% do consumo total na região Sul. Devido ao elevado uso final de chuveiro elétrico, a região Sul foi a que apresentou resultados mais diferenciados em relação às outras regiões. Por exemplo, o refrigerador na região Sul é responsável por 21,3% enquanto nas demais regiões ele varia entre 37,3% e 49,0%. O aparelho de ar condicionado também apresentou variação. Na região Norte este aparelho representou o valor de 4,7% do total do consumo residencial enquanto na região Centro-Oeste foi responsável por 0,5% do uso final.

Os usos finais de chuveiro elétrico também foram os que apresentaram a maior variação nos usos finais no inverno. O chuveiro elétrico apresentou um crescimento de acordo com a localização das regiões. Na região Norte (predomínio de temperaturas elevadas), o chuveiro elétrico teve uma participação de 0,2% do consumo de energia elétrica. A região Nordeste já apresentou 6,9% de uso final deste aparelho. Seguindo a média das latitudes encontram-se as regiões Centro-Oeste, Sudeste e por último - com as maiores latitudes do Brasil - a região Sul com usos finais de 8,9%, 35,6% e 43,3%, respectivamente.

O consumo de energia elétrica dos equipamentos em *standby*, segundo esta pesquisa, encontra-se entre 0,1% e 3,3% do consumo total de uma residência. O valor deste consumo ficou relativamente baixo, devido à pequena quantidade de equipamentos, na base de dados, que apresentaram o hábito de uso em *standby*.

Tabela 5 - Usos finais de energia elétrica no verão para as regiões brasileiras.

Equipamentos	Usos finais de energia elétrica (%)				
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
Iluminação	9,3	6,8	7,2	10,0	4,0
Refrigerador	49,0	45,0	42,1	37,3	21,3
Freezer	4,6	5,0	4,1	3,9	7,1
Chuveiro elétrico	0,4	6,9	13,1	8,3	39,4
Ar condicionado	4,7	3,6	0,5	1,7	2,7
Televisor	15,6	15,0	11,3	13,4	8,7
Aparelho de som	3,1	3,8	4,3	4,2	2,3
Computador	0,8	0,6	2,1	1,6	0,9
Ferro elétrico	7,9	8,3	7,8	9,2	5,0
Máquina de lavar roupa	2,8	0,8	2,6	2,9	1,5
Máquina de lavar louça	0,1	0,0	0,1	0,2	2,0
Secadora	0,0	0,3	0,0	0,2	2,0
Forno microondas	0,5	0,7	2,5	4,3	2,1
Forno elétrico	0,0	0,1	0,3	0,6	0,5
Torneira elétrica	0,0	0,0	0,0	0,5	0,3
<i>Standby</i>	1,2	3,1	2,0	1,7	0,1
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabela 6 - Usos finais de energia elétrica no inverno para as regiões brasileiras.

Equipamentos	Usos finais de energia elétrica (%)				
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
Iluminação	9,6	7,0	7,3	7,0	3,8
Refrigerador	50,6	46,3	43,1	27,1	20,4
Freezer	5,1	5,3	4,0	3,1	7,3
Chuveiro elétrico	0,2	6,9	8,9	35,6	43,3
Ar condicionado	1,1	0,7	3,3	0,0	0,0
Televisor	16,2	15,4	11,7	9,6	8,4
Aparelho de som	3,2	3,9	4,3	2,9	2,3
Computador	1,0	0,7	2,0	1,2	0,9
Ferro elétrico	8,3	8,6	8,0	6,5	4,8
Máquina de lavar roupa	2,9	0,8	2,6	1,9	1,5
Máquina de lavar louça	0,1	0,0	0,1	0,2	2,1
Secadora	0,0	0,3	0,0	0,1	2,0
Forno microondas	0,6	0,7	2,4	2,8	2,2
Forno elétrico	0,0	0,1	0,3	0,5	0,5
Torneira elétrica	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
<i>Standby</i>	1,3	3,3	2,0	1,2	0,1
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Esta pesquisa também analisou os usos finais para cada faixa de consumo de energia elétrica a fim de avaliar o perfil e as diferenças entre elas. A Tabela 7 apresenta os usos finais para residências com consumo de 0-50 kWh/mês, de 51-100 kWh/mês, de 101-200 kWh/mês, de 201-300 kWh/mês, de 301-500 kWh/mês e mais de 500 kWh/mês, respectivamente. Percebe-se que as residências com menor consumo de energia elétrica mensal apresentam um uso final de refrigerador muito maior. Nas residências com consumo de 0-50 kWh/mês, o uso final deste equipamento representa 53,8% enquanto nas moradias com consumo maior de 500 kWh/mês corresponde a apenas 8,1% do total. Isso se deve principalmente ao crescimento no uso final de chuveiros elétricos, que variou de 1,5% nas residências de menor consumo para 50,3% nas de maior

consumo. Além do chuveiro elétrico, o freezer também aumenta sua porcentagem de consumo à medida que as residências consomem mais energia elétrica.

É importante analisar que os equipamentos mais comuns em uma residência são o refrigerador e o televisor, sendo estes os principais consumidores de energia em residências com menor consumo. Já nas residências onde o consumo, a renda familiar e a posse de equipamentos eletrônicos são maiores, os equipamentos citados anteriormente representam uma parte menor da porcentagem de consumo visto que os outros equipamentos passam a ser mais usados.

Tabela 7- Usos finais de energia elétrica no inverno para as regiões brasileiras.

Equipamentos	Usos finais de energia elétrica (%)					
	0-50 kWh/mês	51-100 kWh/mês	101-200 kWh/mês	201-300 kWh/mês	301-500 kWh/mês	>500 kWh/mês
Iluminação	10,3	7,3	6,0	5,3	4,4	3,3
Refrigerador	53,8	50,6	28,5	18,8	12,9	8,1
Freezer	0,0	1,2	7,0	8,0	9,5	7,9
Chuveiro elétrico	1,5	7,8	27,7	35,2	40,8	50,3
Ar condicionado	0,0	0,2	2,6	4,3	7,0	10,7
Televisor	16,9	13,9	9,9	8,5	6,6	4,5
Aparelho de som	3,4	4,1	3,0	2,6	2,0	1,5
Computador	0,4	0,7	1,3	1,8	2,0	1,8
Ferro elétrico	9,1	8,9	6,7	4,9	3,7	2,1
Máquina de lavar	1,9	2,1	2,0	1,8	1,3	0,7
Máquina de lavar	0,0	0,1	0,6	1,0	0,9	1,6
Secadora	0,0	0,0	0,4	1,4	1,7	1,6
Forno microondas	0,2	0,8	2,6	4,2	4,8	3,1
Forno elétrico	0,2	0,1	0,4	0,7	0,6	0,8
Torneira elétrica	0,0	0,0	0,1	0,4	1,0	1,6
Standby	2,3	2,0	1,3	1,0	0,8	0,3
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

4.5. Correlações

Neste item serão apresentadas as correlações entre algumas variáveis mencionadas neste trabalho, visando determinar o grau de influência entre elas. A Figura 12 mostra a correlação entre o consumo diário de energia elétrica por pessoa com a quantidade de moradores por residência. Apesar do coeficiente de determinação ser baixo, a correlação revela que quanto maior a quantidade de moradores por residência menor o consumo de energia por pessoa causada pela utilização de aparelho de uso comum na residência (refrigerador e freezer, por exemplo). Nota-se que o coeficiente de determinação não possui uma variação significativa quando comparados os gráficos com consumo no verão ou inverno.

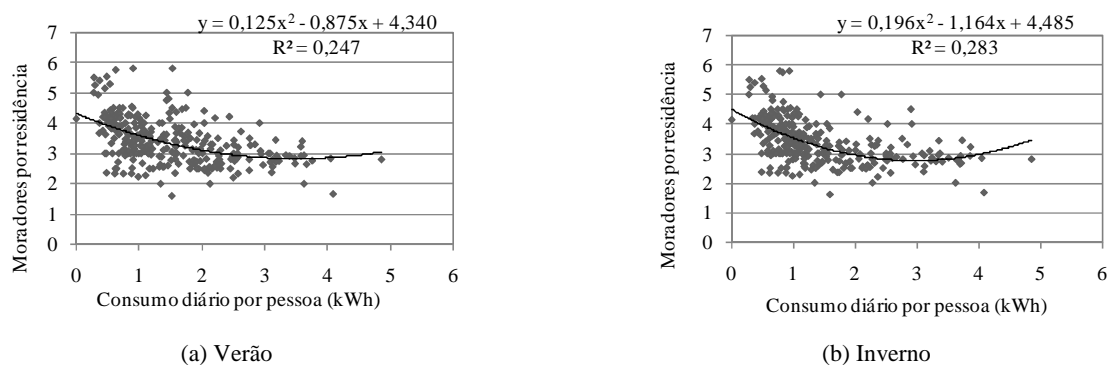


Figura 12 - Correlação entre número de moradores por residência e consumo diário por pessoa.

Ao correlacionar a latitude com o uso final de chuveiro elétrico nota-se que quanto menor a latitude (temperaturas mais baixas) maior o consumo de energia elétrica deste equipamento (Figura 13). A Figura 14 mostra a correlação apresentada por Ghisi et al. (2007), referente ao período 1997 a 1999. Nota-se que a correlação realizada neste artigo apresentou um menor coeficiente de determinação.

O aparelho de ar condicionado atuou inversamente, ou seja, quanto maior a latitude, maior o consumo (Figura 15), confirmando que em localidades com temperaturas predominantemente mais baixas utiliza-se menos o aparelho de ar condicionado. Comparando os resultados com Ghisi et al. (2007) verifica-se uma pequena diminuição na correlação, como mostra a Figura 16.

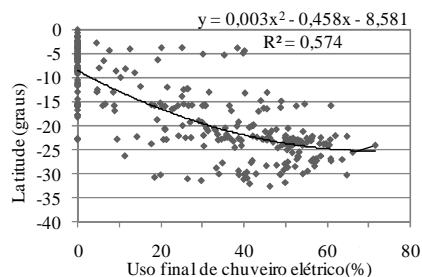


Figura 13 - Correlação entre latitude e uso final de chuveiro no inverno.

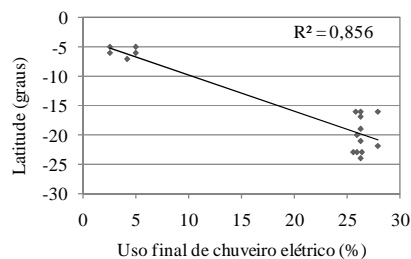


Figura 14 - Correlação entre latitude e o uso final de chuveiro elétrico no inverno. Fonte: Ghisi et al. (2007).

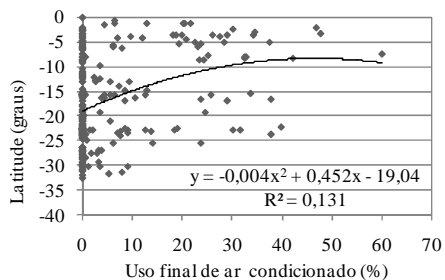


Figura 15 - Correlação entre latitude e uso final de ar condicionado no verão.

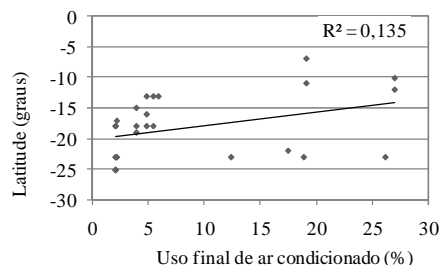


Figura 16 - Correlação entre latitude e o uso final de ar condicionado no verão. Fonte: Ghisi et al. (2007).

5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos é possível verificar a importância de se determinar os usos finais de energia em residências com objetivo de buscar novas estratégias e tecnologias para economia de energia elétrica. Este artigo avaliou as diferenças entre os usos finais e o consumo de energia elétrica das cinco regiões geográficas brasileiras, além de determinar os usos finais para as diferentes faixas de consumo estimadas por esta pesquisa. Concluiu-se que os diferentes climas do território brasileiro juntamente com a renda familiar são as principais influências do consumo de energia elétrica do setor residencial.

Este trabalho apontou um consumo de energia elétrica de chuveiro muito alto o que foi ocasionado por uma grande parte dos entrevistados responderem que utilizam chuveiro elétrico durante todas as estações do ano com a posição da chave de ajuste de temperatura na estação de inverno, o que eleva o consumo. Por isso, conclui-se que pode haver um erro nesta pesquisa, ou por parte da dificuldade do entrevistado em responder com precisão o verdadeiro hábito de uso deste equipamento, ou em relação à elevada potência utilizada para cálculo do consumo que foi informada no próprio relatório correspondente ao banco de dados.

6. REFERÊNCIAS

- 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**, v.26, n. 4, p. 413-29, 2001.
- EDP – Energias de Portugal. Disponível em: <<http://www.edp.pt/EDPI/Internet/PT/Group/Sustainability/EnergyEfficiency/HowToSave/>>. Acesso em dezembro de 2008.
- ELETOBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras S. A., PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Pesquisa de Posse de equipamentos e Hábitos de Uso - Ano base 2005 – Casse Residencial – Relatório Brasil. Rio de Janeiro, 2007.
- FURNAS Centrais Elétricas S.A. Disponível em: <www.furnas.com.br>. Acesso em setembro de 2008.
- GHISI, E., GOSCH, S., LAMBERTS, R. Electricity end-uses in the residential sector of Brazil. **Energy Policy**, v. 35, n. 8, p. 4107-4120, 2007.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>> em fevereiro de 2008.
- IEA - International Energy Agency. Cool Appliances Policy Strategies for Energy Efficient Homes. Paris, 2003.
- JANNUZZI, G.M., SCHIPPER, L. The structure of electricity demand in the Brazilian household sector. **Energy Policy**, v. 19, n. 9, p. 879-91, 1991.
- PARKER, D.S. Research highlights from a large scale residential monitoring study in a hot climate. **Energy and Buildings**, v.35, n. 9, p. 863-876, 2003.
- TRIANA M. A. **Diretrizes para incorporar conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- YOHANIS, Y. G.; MONDOL, J. D.; WRIGHT, A.; NORTON, B. Real-life energy use in the UK: How occupancy and dwelling characteristics affect domestic electricity use. **Energy and Buildings**, v. 40, n. 6, p.1053-1059, 2007.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à ELETOBRAS/PROCEL pela base de dados fornecida.