



COPPE/UFRJ

ANÁLISE DE DECOMPOSIÇÃO DAS VARIAÇÕES NO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR RESIDENCIAL BRASILEIRO

Carla da Costa Lopes Achão

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Planejamento Energético.

Orientador: Roberto Schaeffer

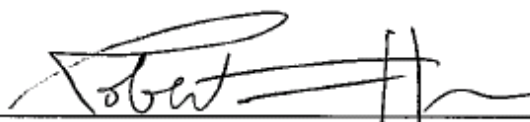
Rio de Janeiro
Setembro de 2009

ANÁLISE DE DECOMPOSIÇÃO DAS VARIAÇÕES NO CONSUMO DE ENERGIA
ELÉTRICA NO SETOR RESIDENCIAL BRASILEIRO

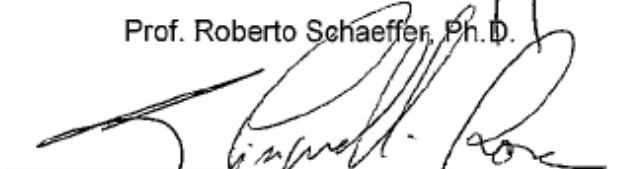
Carla da Costa Lopes Achão

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM
PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

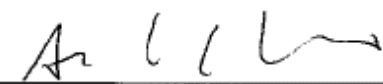
Aprovada por:



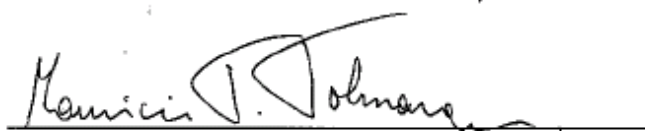
Prof. Roberto Schaeffer, Ph.D.



Prof. Luiz Pinguelli Rosa, D.Sc.



Prof. Alexandre Salem Szklo, D.Sc.



Prof. Maurício Tiomno Tomasquin, D.Sc.



Dr. Giovani Vitória Machado, D.Sc.



Dr. Amaro Olímpio Pereira Júnior, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
SETEMBRO DE 2009

Achão, Carla da Costa Lopes

Análise de Decomposição das Variações no
Consumo de Energia Elétrica no Setor Residencial
Brasileiro / Carla da Costa Lopes Achão – Rio de Janeiro:
UFRJ/COPPE, 2009.

XV, 151 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Roberto Schaeffer

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de
Planejamento Energético, 2009.

Referencias Bibliográficas: p. 108-124.

1. Técnica de decomposição. 2. Setor residencial. 3.
Consumo de energia elétrica. I. Schaeffer, Roberto. II.
Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE,
Programa de Planejamento Energético. III. Título.

Para meus tesouros,
Arthur e Matheus.

*Não existe felicidade pronta, como uma riqueza
guardada por piratas em algum esconderijo.
A felicidade está nos passos de uma conquista, no
caminhar de uma busca.
Se os pais não podem seguir os mesmos passos
dos filhos, tampouco os filhos devem repousar nas
conquistas dos pais.
Os filhos partem de onde os pais chegaram para
novas descobertas e aventuras.
Os filhos superam os pais.
Assim caminha a civilização!*

Içami Tiba

Agradecimentos

"If I have seen further it is by standing on the shoulders of Giants."

Isaac Newton (1643-1727)

Ao Prof. Dr. Roberto Schaeffer, pelo incentivo e pela confiança depositados neste trabalho, mesmo quando parecia que eu não conseguiria finalizá-lo, pelas valiosas sugestões e críticas que o aprimoraram, pela oportunidade de participar de importantes projetos de pesquisa, pela paciência e pelo apoio, fundamentais desde o final da minha graduação em Engenharia Elétrica, e, sobretudo, pela orientação competente e pelos ensinamentos nesses dez anos de convívio, ao longo de meus cursos de mestrado e doutorado.

Ao Dr. Giovani Vitória Machado, pelos conhecimentos compartilhados desde o tempo em que fui sua aluna na COPPE, por sua generosidade, ao ter dedicado parte de seu precioso tempo nas discussões frutíferas que deram origem a este estudo, e, principalmente, por ter me dado o apoio certo na hora certa, me incentivando a não desistir desta empreitada, demonstrado, assim, o verdadeiro valor da amizade.

Ao Prof. Dr. Alexandre Szklo, pelos conhecimentos transmitidos dentro e fora de sala de aula, pelos desafios concedidos durante os projetos de pesquisa, por todo o apoio e incentivo recebidos ao longo do meu doutorado.

Ao Prof. Dr. Manfred Lenzen, da Universidade de Sydney, por sua contribuição durante as discussões que antecederam a elaboração deste estudo.

Aos ilustres membros da Banca, por terem aceitado o convite para compô-la e pelos valiosos comentários que contribuíram para o aprimoramento da tese.

Ao CNPq pelo apoio financeiro durante os primeiros anos do doutorado.

Agradeço à Empresa de Pesquisa Energética (EPE), especialmente a James Bolívar e a Luiz Cláudio Orleans, pela oportunidade de ter tido acesso aos dados que culminaram na elaboração deste estudo. Nesse sentido, sou imensamente grata ao Luiz Cláudio, pela valiosa ajuda na tabulação dos dados, pelo conhecimento compartilhado, pelo carinho e respeito sempre dispensados a mim e ao meu trabalho.

Ao meu querido marido, Nélío, por ter me incentivado a ingressar no curso de doutorado, por todo o apoio, paciência e companheirismo que vem me dedicando, especialmente neste último ano, compartilhando o sacrifício e o prazer que é escrever uma tese.

Aos meus amados filhos Arthur e Matheus – primeiros frutos do meu doutoramento, por tornarem o exercício de elaboração desta tese muito mais divertido e, principalmente, por terem compreendido prematuramente as ausências da mãe, que durante inúmeras noites e longos finais de semana, deu lugar à profissional.

Aos meus queridos pais, exemplos de vida e de amor pelo estudo, pelo respeito às minhas escolhas, pelo amor incondicional e por todos os valores transmitidos que me permitiram chegar até aqui.

Aos meus irmãos Francisco, Cristina e Rafael Cardoso, pelo incentivo e pela paciência com que sempre me ouvem, contribuindo para o alívio de minhas angústias.

Aos anjos da guarda da minha família: Dulcilene Nascimento e Lucélia Santos, pelo desvelo com que cuidaram dos meus filhos e da minha casa, pela relação de confiança e de respeito que se estabeleceu entre nós.

Às minhas amigas de todas as horas: Alessandra Oliveira e Francislene Máximo, pelas incansáveis palavras de incentivo e pelo carinho com que sempre me acolhem.

Aos colegas e amigos da Superintendência de Estudos Econômicos e Energéticos da EPE, pelos ensinamentos transmitidos nesses quase quatro anos de convivência – tão importantes para o meu amadurecimento profissional. Agradeço a todos nas pessoas de Inah Hollanda, José Manuel David e Cláudio Velloso – sem a convivência tão agradável e divertida de vocês teria sido muito mais difícil chegar até aqui.

Agradeço especialmente aos amigos da EPE: Amanda Aragão, Raymundo Aragão Neto, Emílio Matsumura, Amaro Pereira Junior, Natália Moraes, Kriseida Alekseev e Jeferson Soares, pela paciência com que se dispuseram a me ouvir falar da tese, compartilhando minha ansiedade, pelas contribuições e troca de idéias.

Aos amigos que me incentivaram e me apoiaram (muitas vezes à distância), desde os nossos tempos na COPPE, contribuindo, certamente, para esta vitória:

Fernanda Delgado, Jacqueline Mariano, Patrícia Mannarino, Janaína Sala, Mauro Almeida, Agenor Garcia e Juliana Marreco.

A todos os professores do PPE/COPPE, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos funcionários do PPE/COPPE, pela cordialidade e ajuda sempre oportuna: Simone, Paulo, Fernando, Mônica, Rita e, principalmente, à querida Sandra, pelo apoio recebido nos momentos mais difíceis do doutorado.

A todos àqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para o meu êxito.

Finalmente, agradeço Àquele que tornou tudo isto possível. Sinto-me profundamente grata a Deus, especialmente por ter me concedido o dom da Perseverança, que me impulsionou e me fez chegar até aqui.

*Ninguém pode construir em teu lugar,
as pontes que precisarás passar,
para atravessar o rio da vida.
Ninguém, exceto tu, só tu.
Existem, por certo, atalhos sem números,
e pontes, e semideuses que se oferecerão
para levar-te além do rio,
mas isso te custaria a tua própria pessoa;
tu te hipotecarias e te perderias.
Existe no mundo um único caminho por onde só tu podes passar.
Onde leva? Não perguntes, segue-o!*

Friedrich Nietzsche (1844-1900)

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.).

ANÁLISE DE DECOMPOSIÇÃO DAS VARIAÇÕES NO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR RESIDENCIAL BRASILEIRO

Carla da Costa Lopes Achão

Setembro/2009

Orientador: Roberto Schaeffer

Programa: Planejamento Energético

Introduzidas no final da década de 1970 para estudar os impactos de mudanças estruturais no consumo de energia na indústria, as técnicas de decomposição (*index decomposition analyses*) tiveram seu uso estendido para várias outras áreas, como instrumento de apoio na elaboração de políticas energéticas, notadamente em países desenvolvidos. No Brasil, os pouquíssimos estudos existentes estão voltados para o setor industrial.

Neste trabalho, a técnica de decomposição *Logarithmic Mean Divisia Index* (LMDI) é aplicada ao consumo de energia elétrica do setor residencial brasileiro para o período 1980-2007, com o objetivo de explicar sua evolução em termos dos efeitos atividade, estrutura e intensidade. Os resultados obtidos numa primeira análise evidenciam, de forma geral, que as variações observadas no consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro decorrem principalmente do aumento no número de consumidores e de alterações no consumo específico de energia elétrica nos domicílios. Numa segunda análise empreendida, quando a estrutura é dada pela participação dos consumidores em categorias de consumo (Baixa Renda e Convencional) no total, embora os efeitos atividade e intensidade sejam os principais fatores explicativos das variações do consumo, o efeito estrutura se destaca no período imediatamente após o racionamento de 2001, como reflexo de alterações nos critérios de enquadramento na categoria Baixa Renda, especialmente no Nordeste.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a part fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.).

DECOMPOSITION ANALYSIS OF THE VARIATIONS IN HOUSEHOLD ELECTRICITY CONSUMPTION IN BRAZIL

Carla da Costa Lopes Achão

September/2009

Advisor: Roberto Schaeffer

Department: Energy Planning

Introduced at the end of the 1970s to study the impacts of structural changes on electricity consumption by industry, index decomposition analysis techniques have been extended to various other areas to help in the formulation of energy policies, notably in developed countries. However, few authors have applied these techniques to study the evolution of energy consumption in developing countries. In Brazil, the few available studies have focused only on the industrial sector.

In this thesis, we apply the decomposition technique called the logarithmic mean Divisia index (LMDI) to electricity consumption of the Brazilian residential sector, to explain its evolution in terms of the activity, structure and intensity affects, over the period from 1980 to 2007. The results obtained in a preliminary analysis point out, in a general way, that the observed variables in electricity consumption in the Brazilian residential sector are, mainly, the product of the increase in the number of consumers and the changes in the specific consumption of electricity in households. In a further analysis, carried out when the structure is given through consumers participation in consumption categories (Low Income and Conventional) taken from an overall point of view, although the intensity and activity effects may be considered the main explaining factors in consumption variation, the structure effect stands out in the period immediately after the 2001 rationing, as a reflect of the changes in the inclusion criteria in the Low Income category, specifically in the Northeast.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
2	EVOLUÇÃO DO CONSUMO RESIDENCIAL DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL	14
2.1	Introdução	14
2.2	Consumo de Energia Elétrica	14
2.3	Indicadores Seleccionados	18
3	MÉTODOS DE DECOMPOSIÇÃO DO USO DA ENERGIA	35
3.1	Introdução	35
3.2	Áreas de Aplicação	37
3.3	Aspectos Teóricos e Abordagens Básicas	42
3.4	Métodos Recomendados	47
3.4.1	Métodos ligados ao Divisia Index	51
3.4.1.1	Método Divisia de média logarítmica (LMDI I)	51
3.4.1.2	Método Divisia de média aritmética (AMDI)	52
3.4.2	Métodos ligados ao índice de Laspeyres	53
3.4.2.1	Método ideal de Fisher	54
3.4.2.2	Métodos de Shapley/Sun e de Marshall-Edgeworth	54
3.5	Seleção do Método	55
4	ANÁLISE DOS EFEITOS EXPLICATIVOS DAS VARIAÇÕES DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR RESIDENCIAL	59
4.1	Introdução	59
4.2	Fontes de Dados e Método de Análise	62
4.3	Análise dos Resultados	68
4.3.1	Análise do impacto de dinâmicas regionais no consumo residencial	68

4.3.2	Análise do impacto da evolução das categorias de consumo	84
4.3.3	Análise da evolução de variáveis sócio-demográficas selecionadas	98
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
5.1	Recomendações para Trabalhos Futuros	104
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
ANEXO I: DECOMPOSIÇÃO DAS VARIAÇÕES DO CONSUMO RESIDENCIAL DE ELETRICIDADE (ESTRUTURA = % CONSUMIDORES POR REGIÃO)		125
ANEXO II: DECOMPOSIÇÃO DAS VARIAÇÕES DO CONSUMO RESIDENCIAL DE ELETRICIDADE (ESTRUTURA = % CONSUMIDORES POR CATEGORIA DE CONSUMO)		133

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Evolução do consumo residencial médio em países selecionados, 1980-2005 (kWh/domicílio/mês)	4
Tabela 2 – Crianças que freqüentavam a creche ou pré-escola por região geográfica: 2003-2006 (%)	25
Tabela 3 - Evolução do número de domicílios particulares permanentes ¹ por classes de rendimento mensal domiciliar segundo as regiões geográficas (% das classes em relação ao total de domicílios de cada região): 2001-2006.....	29
Tabela 4 - Evolução dos domicílios particulares permanentes ¹ com bens duráveis por região geográfica, 2000-2007 (%)	32
Tabela 5 - Evolução dos domicílios particulares permanentes ¹ com bens duráveis por classe de rendimento médio mensal domiciliar, Brasil: 2001-2007 (%)	33
Tabela 6 – Consumo residencial médio estimado por comunidade e subgrupo (classe): área de concessão da Light, 2008 (kWh/domicílio/mês)	61
Tabela 7 – Renda média, por grupo de consumo: área de concessão da Light (R\$ [2007]).....	61
Tabela 8 – População urbana por região geográfica, 1970-2007 (%)	71
Tabela 9 – Domicílios particulares permanentes com acesso à energia elétrica por região geografia e situação, 1985-2007 (%).....	72
Tabela 10 – Taxa de crescimento do número de consumidores por região, 1980-2007 (% a.a.)	73
Tabela 11 – Consumo residencial médio por região para o período 1980-2007 (kWh/consumidor/mês)	74
Tabela 12 – Evolução dos domicílios com bens duráveis por região metropolitana, 1987 e 1996 (%)	76
Tabela 13 – Comparação entre a evolução real das tarifas residenciais de energia elétrica no Brasil e em países selecionados: 1989-1997	77
Tabela 14 – Descontos aplicados sobre as tarifas da classe residencial no período anterior a 1995.....	78
Tabela 15 – Descontos aplicados sobre a tarifa da subclasse Residencial Baixa Renda no período pós-1995.....	79
Tabela 16 – Pessoas de 60 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência por região geográfica: 2001-2007(%)	101

Índice de Figuras

Figura 1 – Evolução do consumo residencial, número de consumidores residenciais e consumo residencial médio – Brasil, 1990 – 2007 (Base 100 em 1990).....	8
Figura 2 – Evolução do consumo residencial de energia elétrica (GWh) e da taxa média anual de variação do consumo residencial (%), Brasil: 1980-2007	15
Figura 3 – Evolução do consumo residencial médio (kWh/consumidor/mês) e do número de consumidores residenciais (mil unidades), Brasil: 1980-2007	16
Figura 4 – Evolução do consumo residencial médio, rendimento médio do trabalho e tarifa residencial média, Brasil: 1982-2007.....	17
Figura 5 – Evolução da renda domiciliar <i>per capita</i> mensal, Brasil: 1980-2007 (em R\$ [2000]).....	18
Figura 6 – Evolução da proporção de pobres e indigentes, Brasil: 1981-2000 (% em relação à população total)	19
Figura 7 – Evolução da proporção de pobres em áreas urbanas e rurais, Brasil: 1981-2000 (% em relação à população urbana e rural).....	20
Figura 8 – Evolução da proporção de pobres por região geográfica, 1981-2000 (% em relação à população total de cada região).....	21
Figura 9 – Evolução do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), Brasil: 1975-2000	22
Figura 10 – Evolução do percentual da população que frequenta a escola, por faixa de idade (% em relação à população total em cada faixa de idade) , Brasil: 1992-1999.....	23
Figura 11 – Evolução da taxa de frequência bruta à estabelecimento de ensino da população residente com idade entre 0 e 6 anos, Brasil e Regiões: 1995-2005..	24
Figura 12 – Evolução da taxa de frequência bruta à estabelecimento de ensino da população residente com idade entre 0 e 3 anos, Brasil e Regiões: 1995-2005..	24
Figura 13 – Evolução da taxa de frequência bruta à estabelecimento de ensino da população residente com idade entre 4 e 6 anos, Brasil e Regiões: 1995-2005..	25
Figura 14 – Evolução da parcela de mulheres entre 15 e 39 anos de idade ocupadas na semana de referência, Brasil e Regiões: 1995-2005	26
Figura 15 – Evolução do número de trabalhadores domésticos (mil pessoas e % em relação ao total de pessoas ocupadas), Brasil: 2001-2007	27
Figura 16 - Evolução do Índice de Gini da distribuição do rendimento mensal dos domicílios, Brasil e Regiões: 1995-2006	28
Figura 17 – Evolução da intensidade elétrica domiciliar (kWh/R\$), Brasil: 1982-2007	30

Figura 18 – Métodos recomendados para análise de decomposição do uso da energia	49
Figura 19 – Evolução do consumo residencial de energia elétrica em baixa tensão por região geográfica, 1980-2007 (GWh)	68
Figura 20 – Evolução do número de consumidores residenciais de energia elétrica em baixa tensão por região geográfica, 1980-2007 (mil unidades)	69
Figura 21 – Decomposição das variações do consumo residencial de energia elétrica (estrutura = regiões), Brasil: 1980-2007 (GWh).....	70
Figura 22 – Evolução da estrutura de consumidores residenciais em baixa tensão por região geográfica, 1980-2007 (%)	73
Figura 23 – Evolução do consumo residencial médio por região para o período 1980-2007 (kWh/consumidor/mês)	74
Figura 24 – Evolução do consumo residencial de energia elétrica por categoria de consumo, Brasil: 1997-2007 (GWh)	84
Figura 25 – Decomposição das variações do consumo residencial de energia elétrica (estrutura = categorias de consumo), Brasil: 1997-2007 (GWh).....	85
Figura 26 - Decomposição das variações do consumo residencial de energia elétrica por região geográfica, segundo o período (estrutura = categorias de consumo), 1997-2007 (%)	86
Figura 27 - Evolução do consumo residencial médio de energia elétrica por categoria de consumo, Brasil: 1997-2007 (kWh/consumidor/mês)	87
Figura 28 - Evolução do consumo residencial médio de energia elétrica por categoria de consumo, segundo as Regiões: 1997-2007 (kWh/consumidor/mês)	88
Figura 29 - Evolução da participação das categorias Baixa Renda e Convencional no total de consumidores residenciais, Brasil e Regiões: 1997-2007 (%).....	91

1 Introdução

As desigualdades de renda existentes entre países há muito têm despertado interesse de investigação, se constituindo tema recorrente na literatura (Barro, 2000; Dollar e Kraay, 2002; Deininger and Squire, 1996; De Ferranti, 2004; Lopez e Servén, 2006). De modo semelhante, as desigualdades nacionais de renda, dentro de um mesmo país, especialmente no Brasil, têm motivado inúmeros estudos sócio-econômicos (Barros et al., 2001 e 2007; Ferreira et al., 2006; Hoffmann, 2005 e 2007; Langoni, 2005; Levy et al., 2006; Peliano, 2006; Soares, 2006).

De uma forma geral, estudos sobre as desigualdades de renda envolvem duas temáticas centrais, conforme elucidado por Rocha (1998). A primeira diz respeito à desigualdade entre as pessoas, associada aos níveis de qualidade de vida e de bem-estar da população, normalmente mensurados pela variável renda. Neste sentido, o rendimento médio do trabalho auferido pelas pessoas tem sido usado como um indicador e coloca o Brasil no conjunto de países de renda média. A investigação de como a renda está distribuída, no entanto, revela grandes desigualdades. De acordo com IBGE (2008a), no ano de 2007, o rendimento médio de todos os trabalhos¹ das pessoas² foi de cerca de US\$ [2000] 3.245,00³, sendo que 58% das pessoas pertencentes às classes de renda mais baixas (que recebem até 2 salários mínimos),

¹ De acordo com Hoffmann (2005 e 2007), o rendimento de todos os trabalhos é um dos seis componentes do rendimento domiciliar. Os outros cinco são: aposentadorias e pensões oficiais; rendimentos de doações; rendimentos de aluguel; e juros, dividendos e transferências oriundas de programas oficiais como o Bolsa Família, entre outros rendimentos. Vale notar que, segundo Rocha (1998), a desigualdade de renda no Brasil é muito elevada qualquer que seja a variável considerada para mensurá-la (por exemplo: salários, rendimentos do trabalho, renda familiar ou renda familiar *per capita*).

² Rendimento referente a todos os trabalhos das pessoas ocupadas de 10 anos ou mais de idade, na semana de referência, com rendimento de trabalho.

³ R\$ 10.260,00 (R\$ 855,00 mensais) ou US\$ 5.268,00 (US\$ 439,00 mensais) em valores correntes de 2007.

detendo 28% da renda total do trabalho, participação muito próxima da dos 3% mais ricos (que recebem mais de 10 salários mínimos), detentores de 25% da renda total.

A segunda temática é a desigualdade inter-regional, que diz respeito às diferenças existentes entre as regiões, a despeito de políticas governamentais elaboradas com a finalidade de reduzi-las. Em relação à partição regional da renda no Brasil, segundo IBGE (2008a), considerando ainda a renda total do trabalho, no ano de 2007, verifica-se que a região Sudeste, onde estão 43% das pessoas ocupadas, detém 52% desta renda, ao passo que a região Nordeste se apropria de 15% da renda total do trabalho, apesar de conter 26% das pessoas ocupadas. Os rendimentos médios dos trabalhos nas regiões Sudeste e Nordeste, referentes ao ano de 2007, são US\$ [2000] 3.970,00 e US\$ [2000] 1.871,00, respectivamente.⁴

Do ponto de vista energético, de forma análoga à renda, o consumo domiciliar de eletricidade é um dos indicadores utilizados para mensurar o nível de conforto e bem-estar das famílias⁵. A análise dos dados divulgados em MME/EPE (2008) e EPE (2008a) mostra a evolução significativa ocorrida no período 1980-2007 no consumo residencial de energia elétrica, que passou de 23 TWh para 90 TWh, crescendo a uma taxa média anual de 5,1%.

Este crescimento, no entanto, se deu de forma desigual ao longo do período analisado, tanto em nível regional (agregado) quanto entre domicílios pertencentes a diferentes classes de renda. De acordo com EPE (2008a), a região Nordeste, por exemplo, onde estavam 25% dos consumidores residenciais no ano de 2007, foi responsável por 16% do consumo residencial de energia elétrica, ao passo que a

⁴ Em valores correntes de 2007, R\$ 12.552,00 (R\$ 1.046,00 mensais) ou US\$ 6.445,00 (US\$ 537,00 mensais) referentes à região Sudeste e R\$ 5.916,00 (R\$ 493,00 mensais) ou US\$ 3.037,00 (US\$ 215,00 mensais) referentes à região Nordeste.

⁵ Nota-se que as desigualdades verificadas no consumo de domicílios pertencentes a diferentes classes de renda e regiões do país vêm motivando a elaboração de estudos relevantes sobre o tema, dentre os quais destacam-se: Cohen *et al.* (2005), Lenzen e Schaeffer (2004), Schaeffer *et al.* (2003) e Achão (2003).

região Sudeste, onde se localizam 48% dos consumidores residenciais naquele mesmo ano, respondeu por 54% do total consumido no setor residencial.

As desigualdades em relação ao acesso e uso da energia ficam mais evidentes ao se examinar o consumo de energia elétrica em domicílios pertencentes a classes de renda distintas. A partir da análise das informações contidas em EPE (2008b), verificou-se que os domicílios classificados como sendo de baixa renda pelas concessionárias de energia elétrica⁶, denominados consumidores de baixa renda, representavam cerca de 34% do total de consumidores residenciais em baixa tensão (BT) no ano de 2007 e consumiram 15% do consumo residencial em BT naquele ano. Já os domicílios que não pertencem às classes de mais baixa renda, classificados pelas concessionárias como consumidores convencionais, representaram 66% dos consumidores residenciais em BT em 2006 e consumiram o equivalente a 85% do consumo residencial em BT.

O consumo residencial médio, ou consumo por domicílio, é outro indicador comumente utilizado para mensurar o nível de conforto e bem-estar das famílias em seus domicílios. No Brasil, o consumo residencial médio passou de 132 kWh/domicílio/mês para 145 kWh/domicílio/mês entre 1980 e 2007, respectivamente (EPE, 2008b) – valor

⁶ A Resolução ANEEL nº 246/2002 (Aneel, 2002a) estabelece as condições para o enquadramento na subclasse Residencial de Baixa Renda de unidades consumidoras com consumo médio mensal inferior a 80 kWh, quais sejam: 1) seja atendida por circuito monofásico ou o equivalente bifásico a dois condutores; 2) tenha consumo mensal inferior a 80 kWh, calculado com base na média móvel dos últimos 12 (doze) meses; 3) não apresente dois registros de consumo superior a 120 kWh no período a que se refere o inciso anterior; e 4) seja de responsabilidade de consumidor pessoa física.

A Resolução ANEEL nº 485/2002 (Aneel, 2002b), estabelece as seguintes diretrizes para classificação na subclasse Residencial Baixa Renda de unidade consumidora com consumo mensal entre 80 e 220 kWh: 1) seja atendida por circuito monofásico ou equivalente; 2) tenha consumo mensal entre 80 e 220 kWh, calculado com base na média dos últimos 12 (doze) meses, e 3) seja habitada por unidade familiar cujo responsável esteja apto a receber os benefícios financeiros do Programa Bolsa Família, do Governo Federal.

À subclasse Residencial Baixa Renda é concedido desconto referente à aplicação da tarifa social (redução de 10 a 65% nas tarifas de energia elétrica) e isenções de pagamento do encargo de capacidade emergencial, do encargo de aquisição de energia emergencial e da recomposição tarifária extraordinária.

ainda bastante inferior ao observado na maioria dos países apresentados na Tabela 1, superando apenas Índia, China e México.

Tabela 1 - Evolução do consumo residencial médio em países selecionados, 1980-2005 (kWh/domicílio/mês)

País / Região	1980	1990	2000	2005
Alemanha	n.d.	n.d.	282	302
Áustria	274	341	396	437
Brasil	132	151	173	141
Canadá	793	1.081	861	1.070
China	5	16	40	65
Espanha	161	217	270	365
Estados Unidos	729	819	945	993
França	267	373	447	506
Índia	7	17	33	41
Inglaterra	352	353	384	391
Itália	172	222	229	262
Japão	284	377	459	472
México	69	97	118	131
Portugal	104	170	251	289
Rússia	n.d.	n.d.	238	254
Venezuela	n.d.	200	240	264
África	n.d.	40	46	56
América do Norte	n.d.	845	937	1.000
América Latina	n.d.	107	139	149
Europa	n.d.	290	323	354
Oriente Médio	n.d.	288	362	442
União Européia	n.d.	304	329	362

Fonte: Elaboração própria a partir de Enerdata (2008) e EPE (2008b).

Importa notar que os valores referentes ao consumo residencial médio brasileiro apresentados na Tabela 1 foram calculados a partir de dados de faturamento das concessionárias de energia elétrica, não contemplando, portanto, a parcela do consumo advinda de consumidores em situação irregular, denominada perda não-técnica ou perda comercial⁷. Sabe-se, no entanto, que a parcela de tais perdas sobre

⁷ De acordo com Araújo (2007), as perdas não-técnicas ou comerciais são definidas como a diferença entre as perdas totais e as perdas técnicas (montante dissipado durante a transmissão da energia, entre a fonte de suprimento e o ponto de entrega). As perdas comerciais decorrem de desvios de energia, fraude e erro nos processos de faturamento associados à gestão comercial da concessionária de distribuição. Dada sua magnitude, tal questão constitui grande preocupação por parte das concessionárias de energia elétrica e da própria ANEEL, que vêm buscando estimá-las de forma adequada e propor soluções para seu

o consumo total em baixa tensão é bastante significativa no Brasil, chegando a atingir índices superiores a 50% em algumas concessionárias da região Nordeste (como nos casos da CEAL e da CEPISA – índices de 62% e 51%, respectivamente), e mesmo em algumas regiões de maior renda *per capita*, mas que apresentam elevada taxa de favelização, como é o caso da região atendida pela Light, onde estas perdas atingem o patamar de 42% (Santana e Pederneiras, 2009)⁸. Embora não seja possível identificar a contribuição do setor residencial no montante total de perdas comerciais, alguns estudos realizados em comunidades de baixa renda⁹, evidenciam que há grande distorção entre o consumo médio real e o consumo médio faturado¹⁰. Há, portanto, parcela do consumo residencial de energia elétrica, especialmente naquelas regiões onde se verificam maiores níveis de perdas comerciais, que não foi analisada neste trabalho pelo fato de não constar nas séries obtidas em EPE (2008b) para o período 1980-2007, que se referem a dados de faturamento.

No que tange à evolução do consumo residencial médio brasileiro, ressalta-se que este indicador chegou a atingir o patamar de 179 kWh/domicílio/mês no ano de 1998 – como resultado da estabilização de preços alcançada pelo Plano Real a partir de 1994, que facilitou o acesso a financiamentos e transferência de renda, propiciando um expressivo incremento na aquisição de aparelhos eletroeletrônicos que, por sua vez, acarretou um aumento no uso de energia elétrica nos domicílios (EPE, 2005).

combate. Nesse sentido foram estabelecidos pela Associação Brasileira de Distribuidores de Energia (ABRADEE), por meio do Comitê de Distribuição (CODI), métodos de quantificação de perdas, de acordo com as origens, se técnicas ou comerciais, e segundo as causas de ocorrência. No entanto, a própria ABRADEE ressalta a dificuldade do cálculo do valor das perdas comerciais, sendo que na maior parte dos casos é impossível saber onde elas ocorrem e identificar qual a parcela atribuída ao setor residencial. Para aprofundamentos acerca deste tema, consultar: Araújo (2007).

⁸ Tais níveis de perdas foram apurados durante o segundo ciclo de revisões tarifárias periódicas, iniciado no ano de 2007.

⁹ Dentre os quais citam-se os realizados na área de concessão de Light, no Rio de Janeiro: Silva (2003), Oliveira *et al.* (2005) e Schaeffer *et al.* (2008).

¹⁰ O estudo realizado por Silva (2003) na comunidade do Complexo da Maré (RJ), por exemplo, revelou uma média de consumo mensal de 338 kWh por domicílio, enquanto que os dados de faturamento da Light indicam um consumo médio mensal de 96 kWh por domicílio para esta mesma região.

Neste período, a taxa anual de crescimento do consumo residencial atingiu um ápice de 9,1% em média nos quatro anos (EPE, 2008b).

Este processo de crescimento, no entanto, foi interrompido no ano de 2001 quando o país enfrentou séria crise no fornecimento de energia elétrica, obrigando um racionamento¹¹ no consumo do setor residencial até o início de 2002, dentre outros segmentos. Com isto, o consumo residencial em 2002 registrou uma redução de 13% comparados aos resultados do ano 2000, retornando aos níveis verificados em 1997, de 74 TWh (EPE, 2008b).

A questão das tarifas de energia elétrica e, mais especificamente, as políticas tarifárias voltadas ao setor residencial, também se inserem num contexto de desigualdades regionais e sociais. A prática de uma única tarifa residencial em todo o território nacional associada a um sistema de subsídios cruzados (entre regiões e entre faixas de consumo), que vigorou desde a década de 1970 até o ano de 1993, possibilitou o acesso de famílias pertencentes a diferentes classes de renda e regiões do país ao serviço de energia elétrica, a despeito das condições de pagamento distintas. A partir do ano de 1993, as tarifas de energia elétrica aos usuários finais passaram a ser fixadas por área de concessão, alteração justificada pela necessidade de as concessionárias adequarem suas tarifas ao mercado que atendiam, de modo a atingir um patamar satisfatório de rentabilidade (Dieese, 1998). As tarifas passaram, então, a sofrer reajustes periódicos, o que acabou por acarretar decréscimo no uso da eletricidade nos domicílios.

Assim, no caso do setor residencial, as tarifas de energia elétrica definem a condição de acesso das famílias a este serviço essencial, na medida em que a população

¹¹ Devido ao fato de as chuvas terem se concentrado na região sul do Brasil na primeira metade do ano de 2001, resultando num baixo nível de água nos reservatórios localizados nas demais regiões do país, associado a um nível insuficiente de investimentos em expansão da oferta (usinas) e ampliações e reforços na Rede Básica (linhas de transmissão), tendo em vista a produção de energia elétrica essencialmente hídrica brasileira e falta de interconexão de transmissão, em níveis suficientes, entre os sub-sistemas Sul e Norte, o abastecimento nacional ficou demasiadamente prejudicado, culminando em racionamento do consumo.

necessita deste serviço a preços compatíveis com sua capacidade de pagamento (Dieese, 1998; Santana e Pederneiras, 2009).

É interessante notar que, a despeito do aumento da renda média e da melhoria na sua distribuição verificada desde o ano de 2002, conjugados à redução nos níveis das tarifas residenciais médias de energia elétrica e ao aumento na aquisição de equipamentos,¹² não se tem verificado o esperado incremento no consumo médio de energia elétrica nos domicílios brasileiros, especialmente num período que se sucedeu a um severo racionamento. Como pode ser observado na Figura 1, a evolução do consumo residencial parece ser explicada em sua maior parte pela expansão do número de consumidores residenciais no período 2002-2007. De fato, desde o ano de 2003, com o Programa Luz para Todos¹³, vem se intensificando o atendimento à demanda reprimida por meio de novas ligações em regiões de mais baixa renda, especialmente em áreas rurais no Nordeste do país. De acordo com MME (2009), mais de dez milhões de pessoas já foram atendidas pelo Programa, contribuindo para a elevação no percentual de domicílios brasileiros com acesso à energia elétrica, de 97% no ano de 2003 para 98,2% em 2007. O percentual de domicílios rurais atendidos na região Nordeste passou de 72,5% para 85,2%, no mesmo período. (IBGE, 2009b).

¹² Para mais detalhes sobre como consumo residencial de energia elétrica, rendimentos e tarifas de energia elétrica se relacionam consultar, por exemplo: Modiano (1984), Andrade e Lobão (1997), e Schmidt e Lima (2002). Nestes dois últimos estudos, utilizou-se um modelo econométrico que estima a quantidade demandada de energia elétrica por residência em função não apenas da tarifa deste serviço e da renda, mas também em função do preço dos equipamentos eletrodomésticos. Desta forma, a elasticidade-renda da demanda capta não apenas o efeito direto que a renda tem sobre o uso desse serviço, mas também o seu efeito indireto via impacto sobre a quantidade de eletrodomésticos. Por outro lado, foi também estimado o efeito do preço destes produtos sobre a demanda de eletricidade residencial, o qual reflete implicitamente a relação entre este preço e o estoque de eletrodomésticos e a pressão que o estoque tem sobre a quantidade demandada de energia.

¹³ Com o objetivo de levar energia elétrica para a população residente em áreas rurais, em novembro de 2003 o governo brasileiro deu início ao Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - Luz para Todos. A ligação é gratuita para o beneficiário e busca, sobretudo, favorecer comunidades de baixa renda, contribuindo para o seu desenvolvimento social e econômico. De acordo com MME (2009), as famílias sem acesso à energia estão localizadas majoritariamente nas áreas de menor Índice de Desenvolvimento Humano. Cerca de 90% destas famílias têm renda inferior a três salários-mínimos e 80% estão no meio rural. O fornecimento de energia elétrica é obtido a partir de extensão da rede elétrica, sistemas de geração descentralizada com redes isoladas ou sistemas de geração Individuais, que incluem utilização de energia solar fotovoltaica. (MME, 2009)

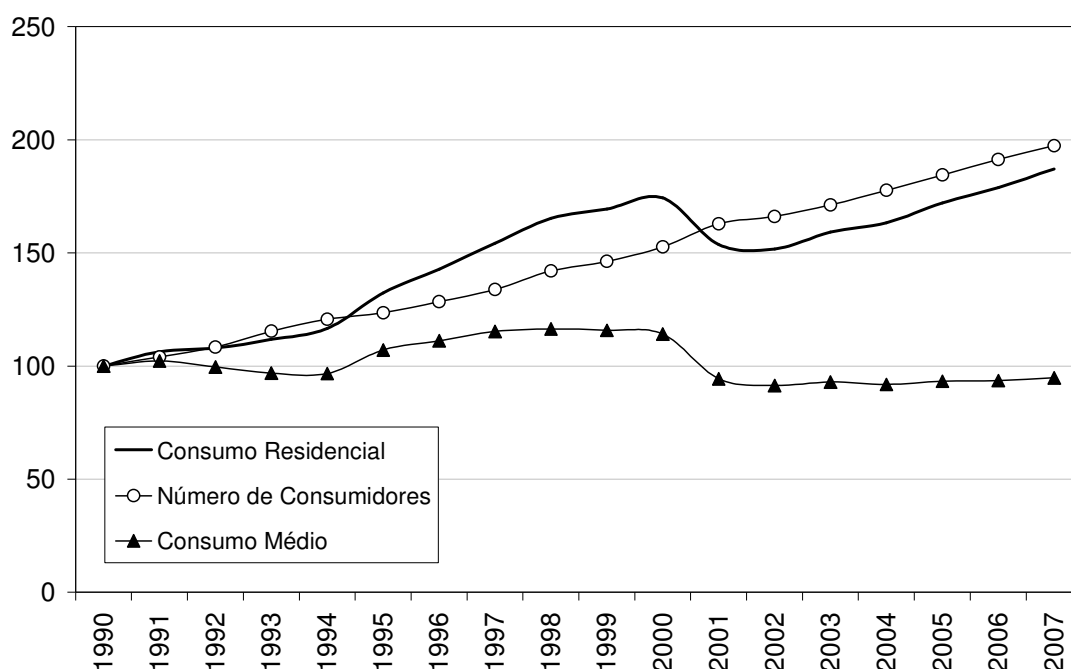


Figura 1 – Evolução do consumo residencial, número de consumidores residenciais e consumo residencial médio – Brasil, 1990 – 2007 (Base 100 em 1990)

Fonte: Elaboração própria a partir de MME/EPE (2008)

Por outro lado, o que se nota é que, de uma forma geral, tanto as informações sobre o consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro quanto as análises empreendidas sobre sua evolução ao longo do tempo têm se mostrado bastante agregadas, e, embora apontem algumas evidências quanto aos fatores explicativos das mudanças ocorridas, são insuficientes para responder a questões relacionadas a:

- Influência da tarifa e da renda no consumo residencial de energia elétrica.
- Em que medida programas sociais do Governo vêm favorecendo regiões menos desenvolvidas do país e domicílios de mais baixa renda e qual o impacto sobre o consumo residencial de energia elétrica.

Para responder a tais perguntas é necessária a adoção de uma abordagem mais sistemática e desagregada.

O objetivo deste trabalho é, portanto, desenvolver uma metodologia que permita examinar a evolução do consumo residencial de energia elétrica no Brasil a partir de seus efeitos explicativos, combinando as duas temáticas mencionadas anteriormente.

Para tanto, buscou-se adaptar o método de decomposição Divisia index de média logarítmica (*Logarithmic Mean Divisia Index I – LMDI I* (Ang, 2004)) aos dados disponíveis no Brasil referentes ao consumo e ao número de consumidores residenciais de energia elétrica desagregados por região geográfica e classes de renda – conforme classificação definida pela Agência Nacional de Energia Elétrica, que divide estes consumidores em duas grandes categorias: baixa renda e convencionais. A referida técnica permite que as variações no uso da energia sejam desagregadas em três efeitos explicativos (atividade, estrutura e intensidade), ajudando, dessa forma, a identificar os principais determinantes das mudanças ocorridas no período compreendido entre 1980 e 2007.

Cumprir notar que as técnicas de decomposição foram originalmente concebidas no final da década de 1970 para estudar os impactos de mudanças estruturais no consumo de energia na indústria, quando tiveram seu uso bastante difundido para análises relacionadas ao consumo de energia e emissões de CO₂ em países pertencentes à OCDE, mas pouco empregado para países não-OCDE. No Brasil, tais técnicas foram empregadas em um número limitado de estudos (Machado e Schaeffer, 2006; Wachsmann, 2005, Leon e Pessanha, 2005; Machado, 1996; Worrell *et al.*, 1997; Rosa e Tolmasquim, 1993; Motta e Araújo, 1989), concentrados em análises de decomposição de índice voltadas para o setor industrial – em que as variações no consumo energético deste setor foram desagregadas em três efeitos: efeito atividade (que explica as modificações no consumo industrial em termos de variações no nível do PIB), efeito estrutura (que explica as modificações no consumo industrial de energia em termos de variações na composição do PIB) e efeito intensidade (efeito

que explica as modificações no consumo industrial de energia em termos de variações na intensidade energética).

Identificaram-se apenas dois estudos onde são analisadas as modificações no consumo energético do setor residencial brasileiro empregando um método de decomposição de índice. Wachsmann (2005)¹⁴ e Leon e Pessanha (2005).

Em seu estudo, Wachsmann (2005), a partir da utilização de tabelas insumo-produto, realiza análise de decomposição para o consumo energético total da economia brasileira entre os anos de 1970 e 1996, em termos de oito efeitos explicativos (intensidade energética, dependências intersetoriais, composição e destinação da demanda final, PIB *per capita*, população e consumo residencial *per capita*, além de um fator adicional de composição da matriz energética no caso da decomposição das emissões de CO₂). empregando o método de Marshall-Edgeworth e o método Divisia index de média logarítmica (LMDI). A decomposição segundo os dois métodos matemáticos levou a resultados com a mesma tendência, mostrando que as alterações no consumo energético no período analisado foram causadas principalmente por mudanças no nível do PIB *per capita*, no número de habitantes e nas dependências intersetoriais. A contribuição de mudanças na intensidade energética, na composição da demanda final e na destinação da demanda se apresentou menos significativa.

Em seguida, numa análise mais detalhada, Wachsmann (2005) dividiu o período 1970-1996 em dez sub-períodos e, dentro de cada um deles, desagregada em sub-grupos, com o objetivo de quantificar a contribuição de cada efeito dentro de cada sub-grupo em todos os sub-períodos, enfocando os produtos e efeitos de maior contribuição positiva ou negativa. Com relação aos resultados obtidos para explicar o aumento de

¹⁴ O estudo realizado por Wachsmann (2005) deu origem ao *paper* Wachsmann *et al.* (2009).

31% no consumo energético direto¹⁵ no setor residencial entre 1970 e 1996, mudanças no consumo de energia *per capita* levaram a uma diminuição no consumo deste setor, que foram mais do que compensadas pelo crescimento populacional, de forma que no total, o consumo residencial de energia aumentou ao longo dos 26 anos. Wachsmann (2005) ressalta que a redução do consumo *per capita* não significa de fato que as famílias consumiram menos energia naquele período, mas que as mudanças na estrutura das fontes energéticas utilizadas levaram a uma maior eficiência do uso, como, por exemplo, aconteceu na substituição da lenha por GLP e a eletricidade. Ao final, Wachsmann (2005) apresenta os resultados da decomposição das mudanças nas emissões de CO₂ advindas do uso da energia.

No segundo estudo identificado, Leon e Pessanha (2005) aplicaram o método Divisia index de média logarítmica (LMDI I) para expressar a evolução do consumo de energia elétrica no setor residencial em função de três variáveis explicativas: a intensidade do consumo das unidades consumidoras (efeito intensidade), a estrutura de consumo por faixa de consumo (efeito estrutura ou migração) e a base de mercado (efeito atividade). Este estudo foi realizado somente em nível nacional (não são realizadas análises regionais) para o período 1980-2003.

A originalidade proposta nesta tese consiste na abordagem do denominado “efeito estrutura” para o setor residencial¹⁶ que, aqui, corresponde ao efeito que explica a variação do consumo residencial em termos da variação na participação do número de consumidores de cada região geográfica no total do país (primeira análise proposta) e

¹⁵ O consumo energético direto no setor residencial corresponde à parcela da energia utilizada diretamente nos equipamentos em seus domicílios. O consumo familiar de energia, no entanto, vai além desta parcela, como evidenciado por Cohen (2002), incluindo o gasto com energia indireta, que é aquela embutida nos bens e serviços, utilizada pelos setores produtivos da economia na obtenção e transformação da matéria-prima e distribuição do produto final aos consumidores.

¹⁶ Ressalta-se que nos estudos internacionais aplicados ao setor residencial, a estrutura normalmente é dada em termos da participação dos usos finais da energia no consumo residencial total (*End-Use Structure*), chegando, quando possível, no nível de equipamentos. Para mais detalhes, ver, por exemplo, Greening *et al.* (2001), Greening *et al.* (1997) e Office of Energy Efficiency of Canada (2004).

da variação na participação do número de consumidores de baixa renda e convencionais no total (segunda análise proposta).

Com tal sistemática pretende-se contribuir para o aprimoramento de análises sobre o setor residencial brasileiro, mais especificamente, para a investigação de desigualdades regionais no acesso e uso da energia elétrica pelas famílias em seus domicílios, e de desigualdades existentes entre o consumo de domicílios pertencentes a categorias de consumo distintas. Assim, torna-se possível, por exemplo, a mensuração do impacto de programas governamentais de transferência de renda e de universalização ao acesso à energia elétrica sobre as variações do consumo residencial de energia elétrica.

Com vistas a atingir estes objetivos, esta tese encontra-se dividida em cinco capítulos, incluindo este, de caráter introdutório.

No Capítulo 2 é apresentada a evolução do consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro a partir da análise de alguns indicadores agregados, buscando-se contextualizar o problema da escassez de dados mais desagregados e da ausência de abordagem sistemática e desagregada para identificar os efeitos explicativos das mudanças ocorridas.

No Capítulo 3 são descritas as técnicas de decomposição de índice (*Index Decomposition Analysis - IDA*) mais conhecidas, suas principais aplicações, vantagens e desvantagens, e os critérios para seleção da técnica mais apropriada ao problema tratado aqui.

No Capítulo 4 são apresentados os dados utilizados e a formalização da técnica de decomposição empregada neste estudo, bem como os resultados obtidos e sua discussão. Trata-se de investigar, inicialmente, a desigualdade entre regiões no que concerne ao acesso à energia elétrica, mais especificamente ao consumo de energia elétrica pelas famílias em seus domicílios. Esta análise é realizada para o período

compreendido entre 1980 e 2007. Posteriormente, a análise se estende para as desigualdades existentes entre o consumo de domicílios pertencentes a classes de renda distintas, ou seja, entre aqueles classificados como sendo de baixa renda pelas concessionárias de energia elétrica e os demais tratados como convencionais. Esta análise se refere ao período que vai de 1997 a 2007, uma vez que o critério de classificação dos domicílios em baixa renda só foi regulamentado a partir do ano de 1995¹⁷, sendo que só a partir de 1997 passou a haver regularidade no envio dos dados de consumo e número de consumidores residenciais desagregados como Baixa Renda por parte das concessionárias à Eletrobrás - empresa responsável pela coleta e análise naquela época¹⁸.

Finalmente, no Capítulo 5 são tecidas as principais conclusões deste estudo e apontadas recomendações para trabalhos futuros sobre o tema, de forma a complementar à análise aqui empreendida.

¹⁷ A Portaria nº 437/1995, publicada em 03 de novembro de 1995 pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) com o intuito de identificar os consumidores residenciais de baixo poder aquisitivo para, assim, focar a política de tarifa social, pela primeira vez definiu como “Residencial de Baixa Renda” as unidades de consumo que faziam parte de programas especiais de atendimentos mantidos pela concessionária de serviço público de energia elétrica, em sua área de concessão. A caracterização das unidades consumidoras ao serem enquadradas nesta subclasse deveriam ser submetida pelas concessionárias à prévia aprovação do DNAEE. Desde 1996, com a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (Lei nº 9.427/1996), a fim de estabelecer uma política tarifária unificada para a subclasse Residencial de Baixa Renda, cabe a este órgão definir critérios de classificação das unidades consumidoras nesta subclasse.

¹⁸ Desde a sua criação (Lei nº 10.847/2004 e Decreto nº 5.184/2004), a Empresa de Pesquisa Energética – EPE passou a desempenhar as tarefas de coletar dados e realizar análises de consistência dos mesmos junto aos agentes de consumo do sistema elétrico nacional, compreendendo consumidores livres, consumidores cativos e demais consumidores que utilizam a rede elétrica de transmissão e distribuição de energia.

2 Evolução do Consumo Residencial de Energia Elétrica no Brasil

2.1 Introdução

Neste capítulo é apresentada análise da evolução do consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro à luz dos principais eventos e indicadores sócio-econômicos que condicionaram sua expansão entre 1980 e 2007, na medida da disponibilidade de dados e informações para o período analisado.

Segundo esta forma agregada de análise, observa-se que, a despeito do aumento da renda média e da melhoria na sua distribuição verificada desde o ano de 2002, conjugados à redução nos níveis das tarifas residenciais médias de energia elétrica e ao aumento na aquisição de equipamentos, não se tem verificado o esperado incremento no consumo médio de energia elétrica nos domicílios brasileiros e da intensidade elétrica domiciliar, especialmente num período que se sucedeu a um severo racionamento.

2.2 Consumo de Energia Elétrica

No período compreendido entre 1980 e 2007, o consumo brasileiro de energia elétrica cresceu a uma taxa média anual de 4,5%, passando de 122,7 TWh para 412,6 TWh. O consumo de energia elétrica do setor residencial, porém, cresceu mais do que o consumo total, passando de 23,3 TWh em 1980 para 90,9 TWh em 2007, numa taxa média de 5,2%, como mostrado na Figura 2 (MME/EPE, 2008).

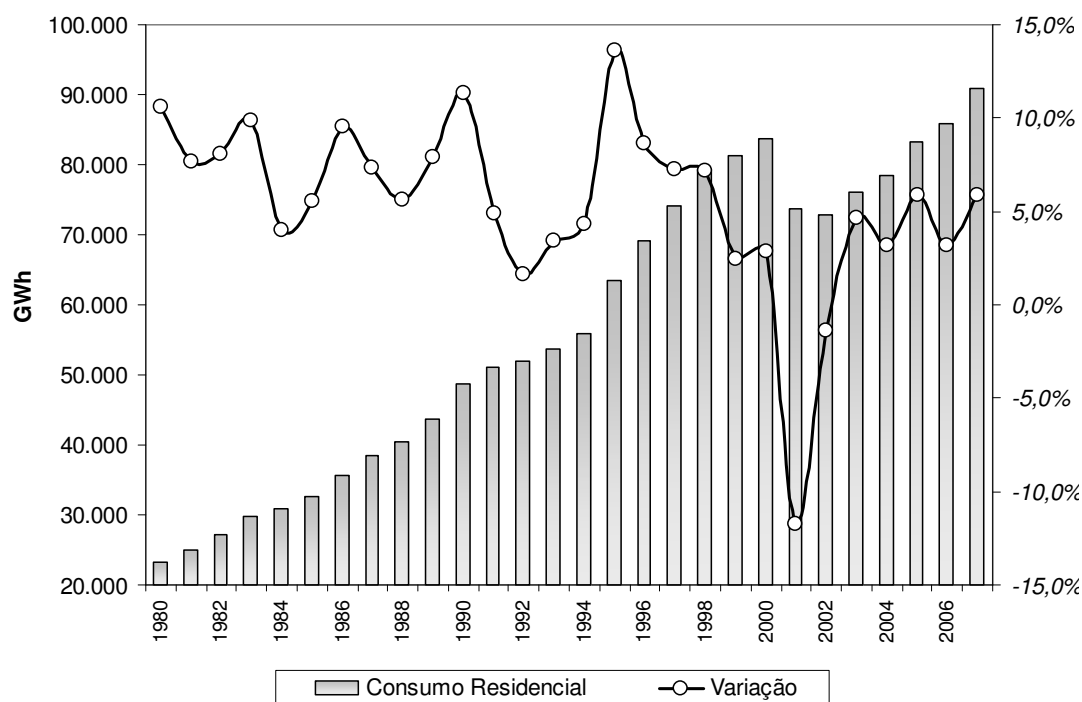


Figura 2 – Evolução do consumo residencial de energia elétrica (GWh) e da taxa média anual de variação do consumo residencial (%), Brasil: 1980-2007

Fonte: Elaboração própria a partir de MME/EPE (2008).

A participação do consumo do setor residencial no total de energia elétrica consumida no país, no entanto, aumentou somente 3 pontos percentuais, passando de 19% em 1980 para 22% em 2007. De fato, a séria crise de abastecimento de energia elétrica enfrentada pelo país entre os anos de 2001 e 2002 acarretou em um racionamento¹⁹, que reduziu o consumo residencial em cerca de 13% em relação ao ano de 2000, como ilustrado na Figura 2 (MME/EPE, 2008). A recuperação do consumo residencial do país se deu no ano de 2006, quando o nível verificado antes do racionamento foi retomado (EPE, 2008b; MME/EPE, 2008).

¹⁹ O programa de racionamento consistiu num conjunto de medidas definidas pelo governo federal, por intermédio da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE), com a finalidade de administrar um período que se antevia extremamente crítico no que diz respeito ao suprimento de energia elétrica nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. Vigorou no período de 01 de junho de 2001 até 28 de fevereiro de 2002 nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. Na Região Norte, o racionamento terminou no dia 1º de janeiro de 2002, tendo começado no dia 15 de agosto de 2001 para os grandes consumidores e no dia 20 de agosto para os demais consumidores. (Presidência da República, 2001; 2002).

No que tange ao consumo residencial médio, ou seja, o consumo por domicílio, no entanto, como mostrado na Figura 3, o nível verificado no ano de 2000, ano anterior ao racionamento, ainda não foi retomado, a despeito da estabilidade econômica experimentada pelo país nos últimos anos.

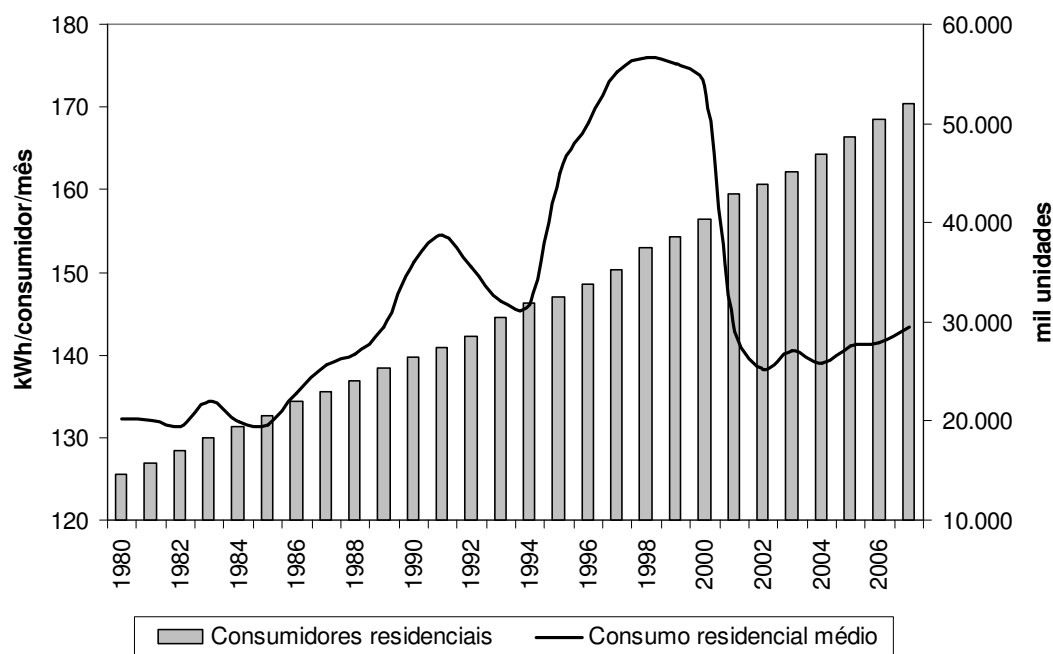


Figura 3 – Evolução do consumo residencial médio (kWh/consumidor/mês) e do número de consumidores residenciais (mil unidades), Brasil: 1980-2007

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2008b).

De fato, desde o ano de 1995, o controle da inflação obtido com o Plano Real²⁰ passou a implicar em forte correlação entre rendimento e consumo de energia elétrica nos domicílios, conforme apresentado na Figura 4. A queda dos rendimentos dos trabalhos a partir de 1998, conjugada a reajustes nas tarifas residenciais, que elevaram as

²⁰ Lançado no ano de 1994, durante o governo do presidente Itamar Franco, o Plano Real consistiu em um plano de estabilização da economia, adotado de forma gradual e sem congelamentos de preços, que atacou a inflação em três etapas: ajuste fiscal, indexação completa da economia através da Unidade Real de Valor (URV), e reforma monetária – que transformou a URV em Real. O controle inflacionário foi realizado mediante sistema de âncora monetária (controle da demanda e da expansão monetária que evitava repasse de custos para os preços através de taxas de juros elevadas e de valorização da taxa de câmbio) e de âncora cambial (com o objetivo de não pressionar a expansão monetária, o Banco Central do Brasil permitiu que o câmbio flutuasse, valorizando-o inicialmente através de uma taxa de câmbio fixa da nova moeda com o Dólar, e impedindo que os preços internos subissem em função da concorrência com os produtos importados).

despesas dos domicílios com energia elétrica, podem explicar, em boa medida, a redução observada no consumo residencial médio, que foi agravada pela crise no fornecimento de energia elétrica do período 2001-2002. A partir do ano 2004, a recuperação dos rendimentos associada a tarifas residenciais decrescentes parece contribuir para o processo de lenta retomada do consumo residencial médio.²¹

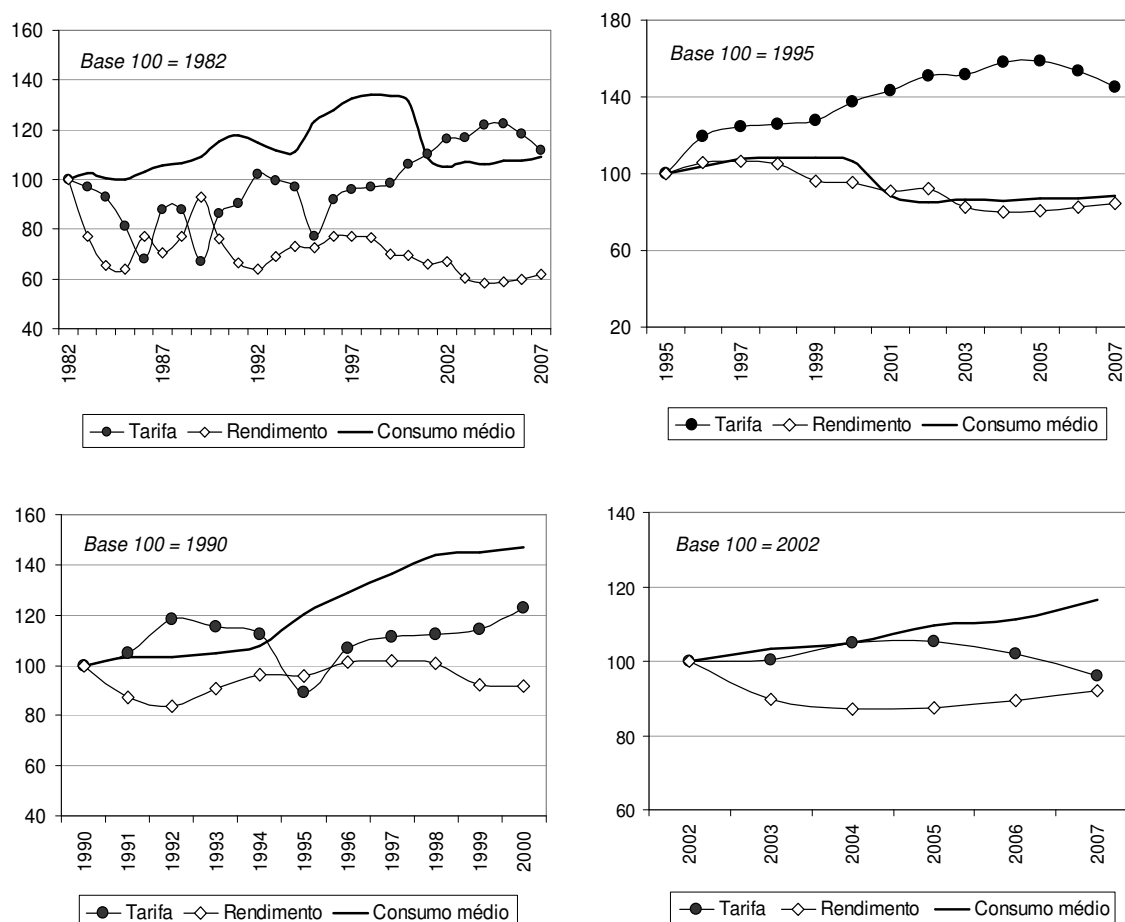


Figura 4 – Evolução do consumo residencial médio, rendimento médio do trabalho e tarifa residencial média, Brasil: 1982-2007

Notas: 1. Tomou-se por base os valores de rendimento médio mensal do trabalho principal das pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência, em R\$ [2000] (IBGE, 2008b).

2. Tomou-se por base os valores de tarifa média residencial referentes ao mês de dezembro, sem a incidência de impostos e outros tributos, em R\$ [2000]/MWh (ANEEL, 2008).

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2008b), IBGE (2008b) e ANEEL (2008).

²¹ Ver Nota 12

2.3 Indicadores Seleccionados

Desde o ano de 1995, como resultado da estabilidade econômica e controle da inflação, vem se verificado uma melhora geral nos indicadores sócio-econômicos do país, dentre eles, a renda domiciliar *per capita*, que reflete o bem-estar material das famílias e cuja evolução pode ser observada na Figura 5. A renda domiciliar *per capita* média no período 1995-2000 foi cerca de 25% superior à média no período 1990-1994 (MPOG/IPEA, 2001).

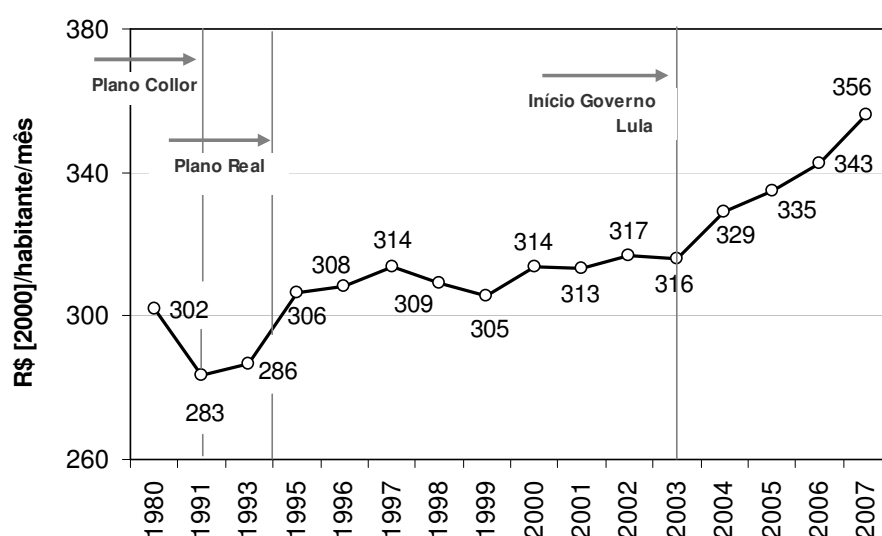


Figura 5 – Evolução da renda domiciliar *per capita* mensal, Brasil: 1980-2007 (em R\$ [2000])

*Notas: 1. Para o cálculo da renda domiciliar *per capita* partiram-se dos dados de PIB divulgados em BCB (2008) (convertidos para valores constantes de 2000), de população e de número de domicílios divulgados em IPEA (2009) (obtidos dos Censos e de microdados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)/IBGE).*

Fonte: Elaboração própria a partir de BCB (2008) e IPEA (2009).

Com o aumento da renda domiciliar *per capita*, especialmente no período que sucedeu à implantação do Plano Real, houve uma redução sustentada no percentual de pobres²² e de indigentes²³, como mostrado na Figura 6. De acordo com MPOG/IPEA

²² O percentual de indivíduos pobres foi obtido a partir da razão entre o número de pessoas situadas abaixo da linha de pobreza e a população total. O percentual de indigentes

(2001), a proporção de indivíduos pobres sobre a população total caiu do nível médio de 42% (ou 63 milhões), no período 1990-1994, para a média de 33% (ou 54 milhões), em 1995-2000.

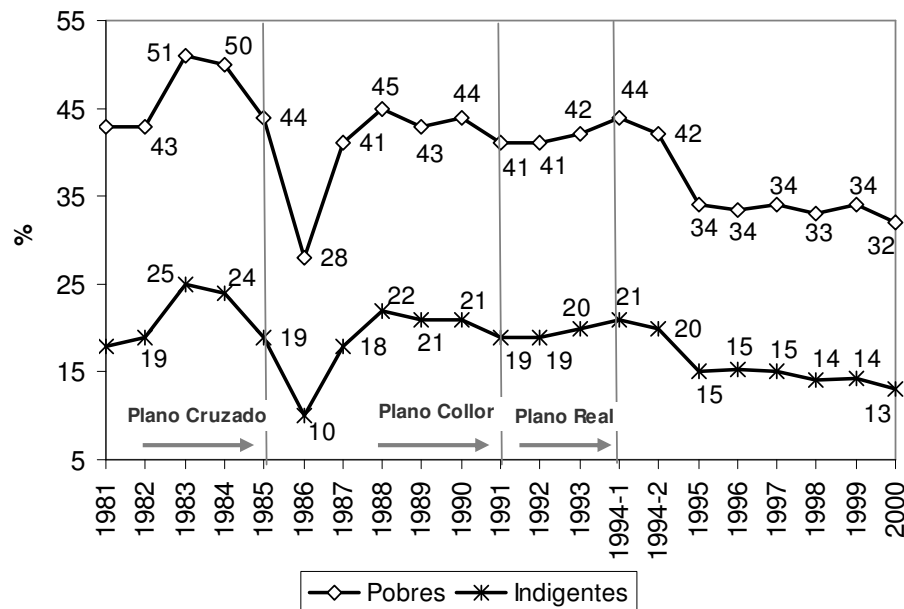


Figura 6 – Evolução da proporção de pobres e indigentes, Brasil: 1981-2000 (% em relação à população total)

Notas: 1. A proporção de indigentes está incluída na proporção de pobres.

2. Os valores apresentados para os anos de 1991, 1994 e 2000 correspondem a estimativas realizadas pelo IPEA com base na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) elaborada pelo IBGE.

Fonte: Elaboração própria a partir de MPOG/IPEA (2001).

corresponde aos indivíduos que vivem em situação de extrema pobreza e foi obtido dividindo-se o número de pessoas situadas abaixo da linha de extrema pobreza pela população total. Os indivíduos indigentes estão incluídos no número de pobres. (MPOG/IPEA, 2001)

²³ Nota-se que as definições de pobreza e de extrema pobreza envolvem um grau razoável de arbitrariedade. Linhas cujos níveis de renda se apresentem mais altos resultarão, naturalmente, em maiores níveis de pobreza e indigência. Instituições e pesquisadores costumam usar linhas distintas, selecionando as que lhes parecem mais adequadas. Por esta razão, freqüentemente, ocorrem polêmicas sobre o que seria o “verdadeiro” número de pobres e de indigentes. Organizações internacionais, como o Programa para Desenvolvimento das Nações Unidas (PNUD) e o Banco Mundial, adotam o patamar de renda de US\$ [PPP] 2.00 por pessoa por dia para definir a linha de pobreza, e US\$ [PPP] 1.00 por pessoa por dia para definir a linha de pobreza extrema. No estudo MPOG/IPEA (2001), o IPEA utilizou linhas de pobreza regionalizadas (entre R\$ [1999] 68,00 e R\$ [1999] 126,00 por pessoa por mês, dependendo da região do país e da situação urbano/rural) que resultaram em proporções de pobres e de indigentes aproximadamente duas vezes mais elevadas do que àquelas calculadas pelo PNUD e pelo Banco Mundial. Convém destacar que para medir a evolução dos níveis de pobreza o importante é que a análise seja consistente no tempo, isto é, que seja utilizada a mesma linha ao longo de todo o período analisado. (MPOG/IPEA, 2001)

No que tange à evolução dos níveis de pobreza, observam-se reduções tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais, sendo que no período pós-Real tais reduções ocorreram de forma mais acentuada (Figura 7). O percentual de pobres que viviam em áreas urbanas caiu do nível médio de 35%, no período 1990-1994, para a média de 27%, no período 1995-2000, uma redução de 8 pontos percentuais. A queda observada no percentual de pobres em áreas rurais foi ainda maior, 10 pontos percentuais: caiu do nível médio de 67% (período 1990-1994) para a média de 57% (no período 1995-2000). (MPOG/IPEA, 2001)

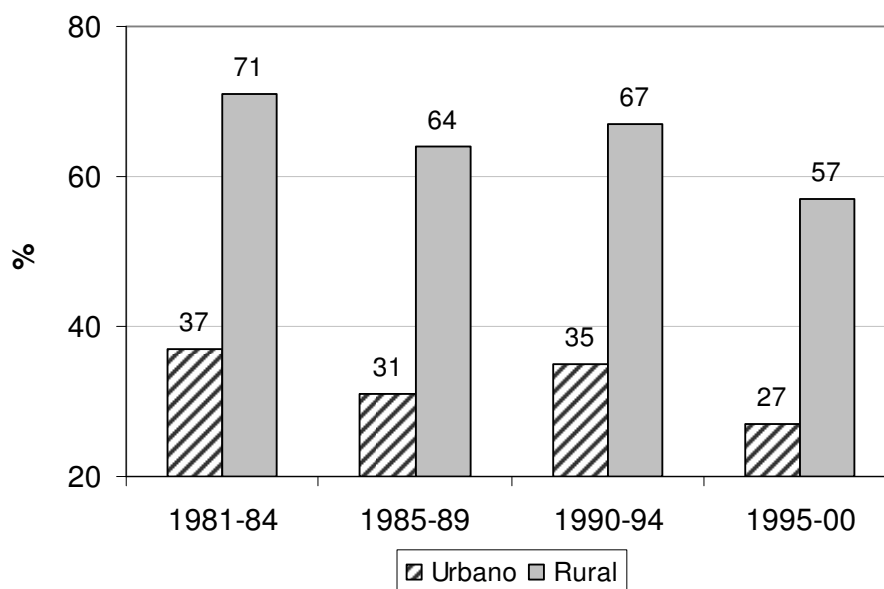


Figura 7 – Evolução da proporção de pobres em áreas urbanas e rurais, Brasil: 1981-2000 (% em relação à população urbana e rural)

Notas: 1. Médias por períodos.

2. A proporção de indigentes está incluída na proporção de pobres.

3. Estimativas realizadas pelo IPEA com base na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) elaboradas pelo IBGE.

Fonte: Elaboração própria a partir de MPOG/IPEA (2001).

Cabe registrar, ainda, que a redução da pobreza atingiu a todas as regiões do país ao longo do horizonte analisado, conforme apresentado na Figura 8. A redução mais acentuada no período pós-Real ocorreu na região Nordeste, cujo nível médio de

pobreza caiu de 68% (período 1990-1994) para 58% (período 1995-2000), uma queda de 10 pontos percentuais (MPOG/IPEA, 2001).

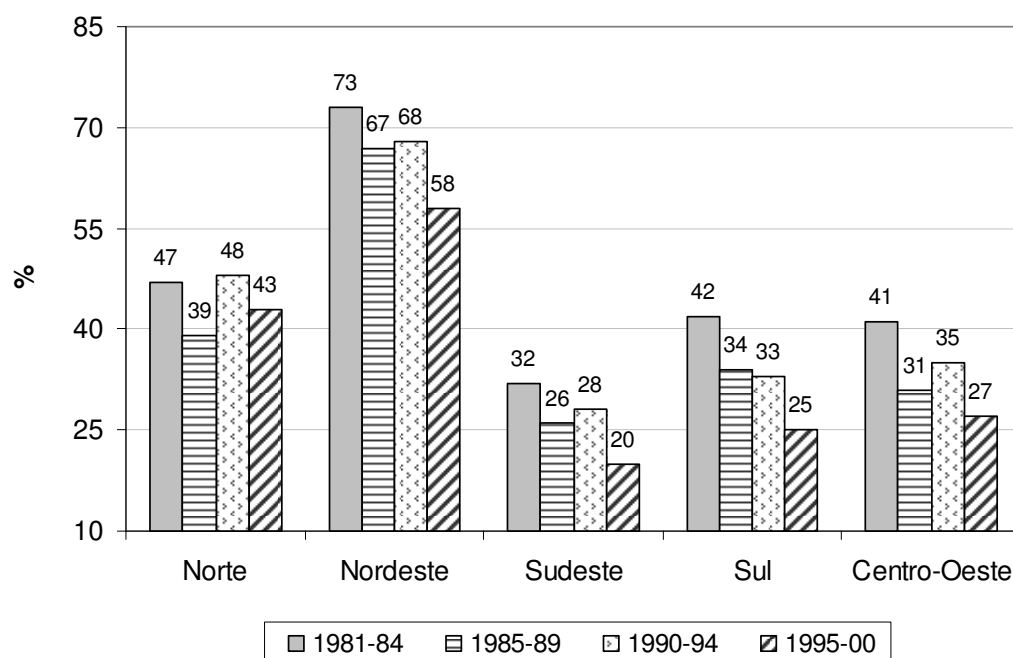


Figura 8 – Evolução da proporção de pobres por região geográfica, 1981-2000 (% em relação à população total de cada região)

Notas: 1. Médias por períodos.

2. A proporção de indigentes está incluída na proporção de pobres.

3. Estimativas realizadas pelo IPEA com base na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) elaboradas pelo IBGE.

4. O Estado do Tocantins está incluído na região Centro-Oeste.

5. Não inclui a área rural da região Norte.

Fonte: Elaboração própria a partir de MPOG/IPEA (2001).

Em adição aos indicadores de pobreza e de indigência apresentados, a análise da evolução de outros indicadores sociais, dentre os quais foram selecionados alguns relacionados ao desenvolvimento humano, à educação e à distribuição de renda (Figura 9 e seguintes), corrobora com a melhoria observada nas condições de vida da população brasileira. Tal melhoria fez o Brasil alcançar no ano de 2000, dentre os 135 países para os quais havia dados disponíveis, a 58ª posição em termos de desenvolvimento humano. A posição alcançada pelo país sobe para a 10ª colocação naquele ano, se são considerados os 23 países com mais de 50 milhões de

habitantes, e para a 4ª colocação, se considerados apenas os 10 países com mais de 100 milhões de habitantes, sendo superado por Estados Unidos, Japão e Rússia (Schaeffer *et. al.*, 2003). De acordo com o mais recente Relatório de Desenvolvimento Humano divulgado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2007), no ano de 2005 o Brasil situou-se na 70ª posição, dentre 177 países para os quais havia dados disponíveis, com um IDH igual a 0,800. – pertencendo ao grupo de países considerados como sendo de “desenvolvimento humano elevado”.

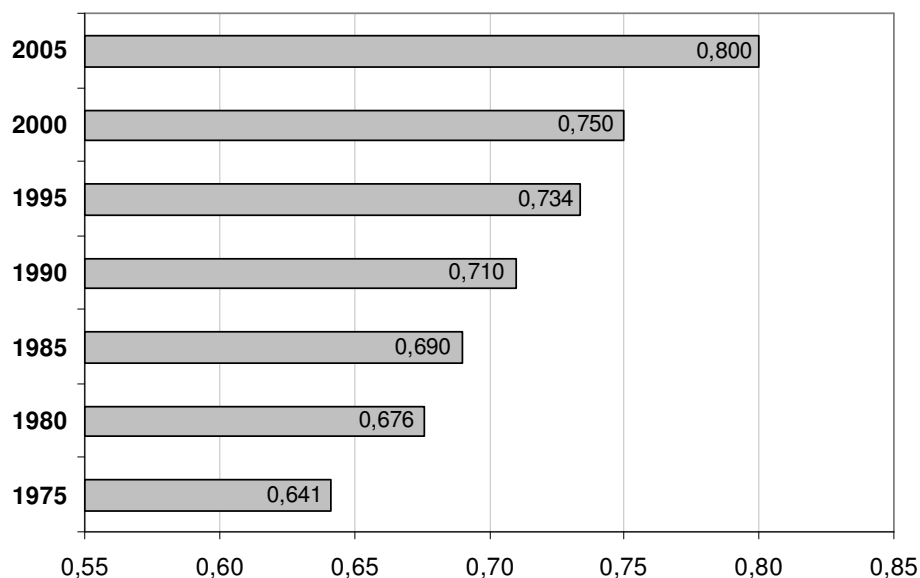


Figura 9 – Evolução do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), Brasil: 1975-2000

Nota: O IDH é calculado a partir de indicadores de educação (alfabetização da população e taxa de matrícula em instituições de ensino), longevidade (esperança de vida ao nascer) e renda (PIB per capita) e varia de 0 (nenhum desenvolvimento humano) a 1 (desenvolvimento humano total).

Fonte: Elaboração própria a partir de MPOG/IPEA (2001) e PNUD (2007).

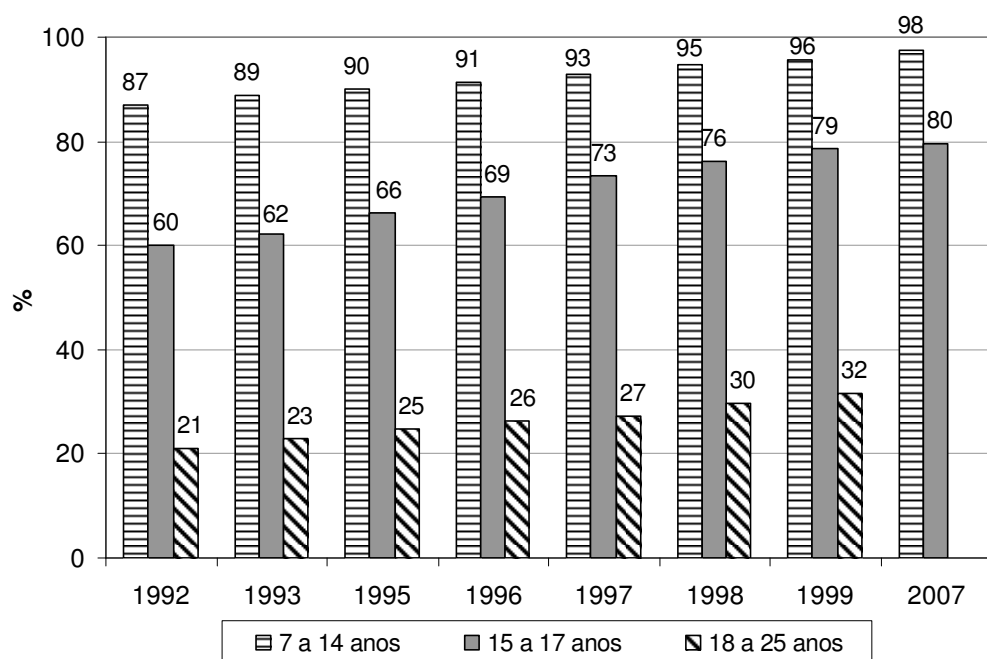


Figura 10 – Evolução do percentual da população que freqüenta a escola, por faixa de idade (% em relação à população total em cada faixa de idade) , Brasil: 1992-1999

*Notas: 1. Dados não disponíveis para a população de 18 a 25 anos no ano de 2007.
 2. No ano de 1990, a proporção da população entre 7 e 14 que freqüentava a escola era de 80,5%.
 3. Dados para o ano de 2007 obtidos em Todos pela Educação (2009).*

Fonte: Elaboração própria a partir de MPOG/IPEA (2001) e Todos pela Educação (2009) .

Cumprir notar que, além do aumento observado na parcela da população entre 7 e 25 anos de idade que freqüenta a escola, houve também importante elevação no percentual de crianças com idade entre 0 e 6 anos que freqüentava estabelecimento de ensino (creche ou pré-escola) entre os anos de 1995 e 2005 em todas regiões do país, como mostrado na Figura 11, Figura 12, Figura 13 e na Tabela 2.

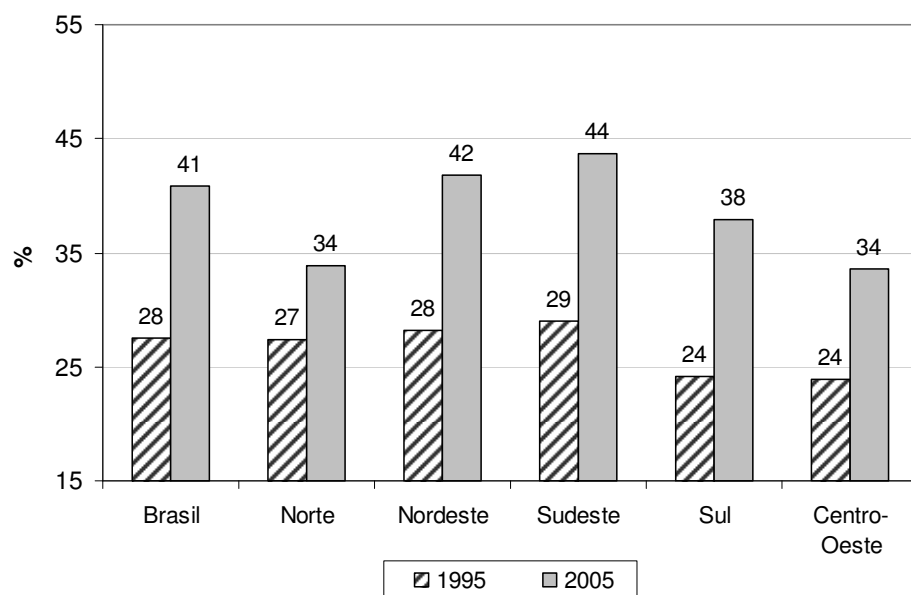


Figura 11 – Evolução da taxa de frequência bruta à estabelecimento de ensino da população residente com idade entre 0 e 6 anos, Brasil e Regiões: 1995-2005

Nota: No ano de 1995 não inclui a área rural da região Norte

Fonte: Elaboração própria a partir de IPEA (2009)

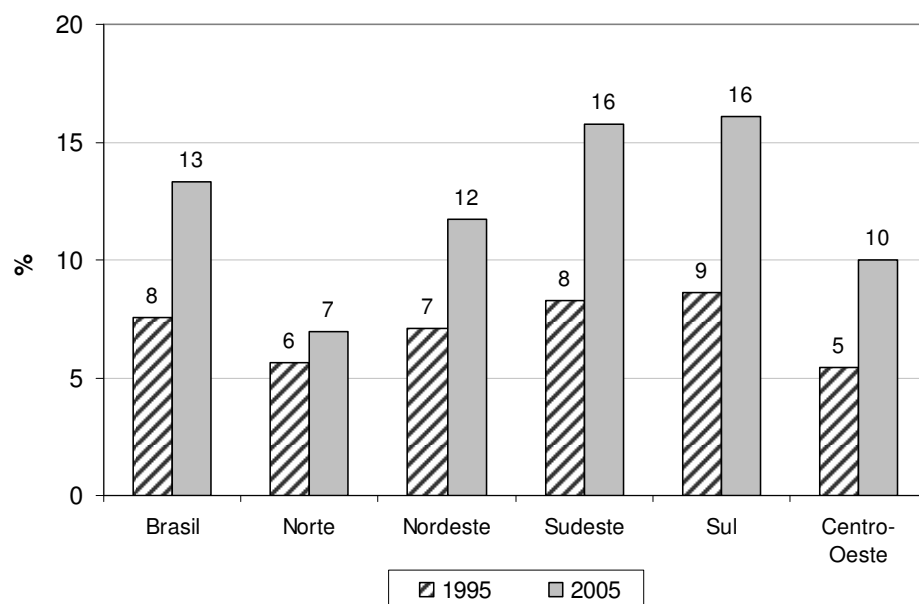


Figura 12 – Evolução da taxa de frequência bruta à estabelecimento de ensino da população residente com idade entre 0 e 3 anos, Brasil e Regiões: 1995-2005

Nota: No ano de 1995 não inclui a área rural da região Norte.

Fonte: Elaboração própria a partir de IPEA (2009)

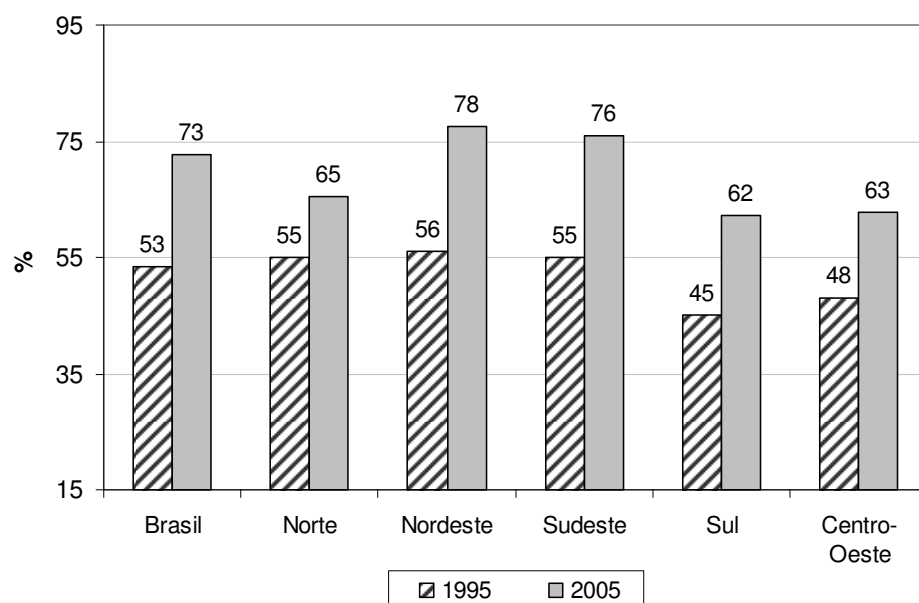


Figura 13 – Evolução da taxa de freqüência bruta à estabelecimento de ensino da população residente com idade entre 4 e 6 anos, Brasil e Regiões: 1995-2005

Nota: No ano de 1995 não inclui a área rural da região Norte

Fonte: Elaboração própria a partir de IPEA (2009).

Tabela 2 – Crianças que freqüentavam a creche ou pré-escola por região geográfica: 2003-2006 (%)

Região Geográfica	Grau que freqüentavam	Ano			
		2003	2004	2005	2006
Brasil	Creche (0-4 anos)	17,2	18,5	18,1	20,9
	Pré-escolar (4-6 anos)	82,8	81,5	81,9	79,1
	Educação infantil – Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Norte	Creche (0-4 anos)	13,4	11,2	11,0	15,2
	Pré-escolar (4-6 anos)	86,6	88,8	89,0	84,8
	Educação infantil – Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Nordeste	Creche (0-4 anos)	15,5	15,8	15,4	17,5
	Pré-escolar (4-6 anos)	84,5	84,2	84,6	82,5
	Educação infantil – Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Sudeste	Creche (0-4 anos)	17,7	19,6	19,8	23,0
	Pré-escolar (4-6 anos)	82,3	80,4	80,2	77,0
	Educação infantil – Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Sul	Creche (0-4 anos)	23,9	27,7	24,9	27,1
	Pré-escolar (4-6 anos)	76,1	72,3	75,1	72,9
	Educação infantil – Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Centro-Oeste	Creche (0-4 anos)	15,0	16,2	18,5	19,5
	Pré-escolar (4-6 anos)	85,0	83,8	81,5	80,5
	Educação infantil – Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Nota: Até 2003, exclusive a população da área rural de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará e Amapá.

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2009b).

Chama a atenção a elevação ocorrida na faixa etária de 0 a 3 anos, muito provavelmente, devido à crescente parcela da população de mulheres com filhos em idade pré-escolar que ingressou no mercado de trabalho durante este período²⁴ (Figura 14), que acabou optando por matriculá-los em creches durante o período em que ficam fora de casa. A queda no percentual de trabalhadores domésticos²⁵ no total de pessoas ocupadas (e relativa estabilização no número de trabalhadores domésticos, em termos absolutos, entre 2005-2007), observada entre os anos de 2001 e 2007 (Figura 15), corrobora esta hipótese.

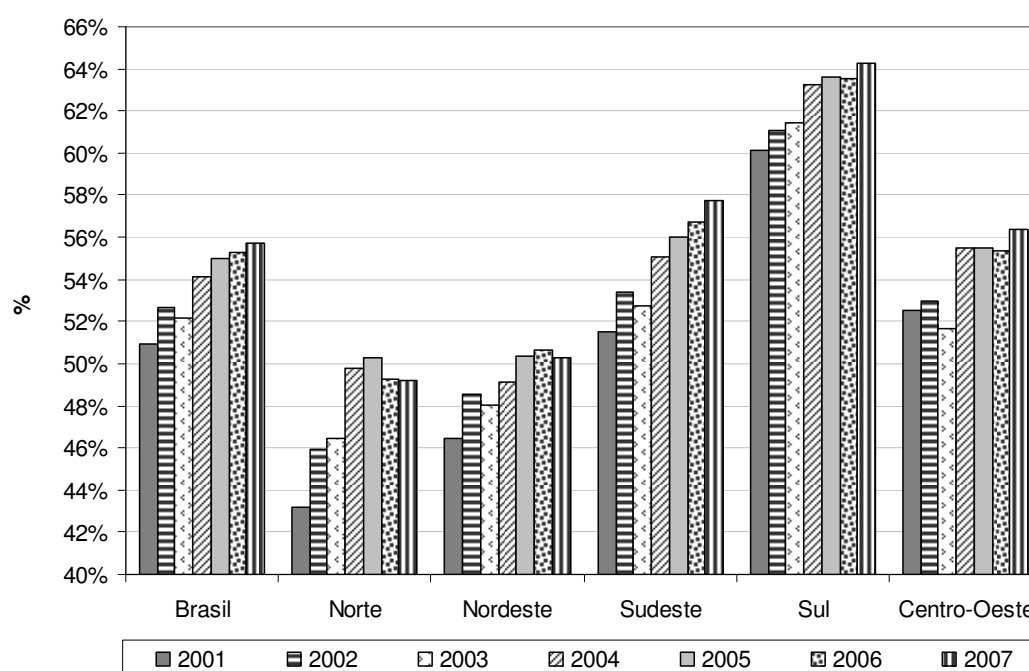


Figura 14 – Evolução da parcela de mulheres entre 15 e 39 anos de idade ocupadas na semana de referência, Brasil e Regiões: 1995-2005

Notas: 1. Até o ano de 2003 não inclui a área rural da região Norte.

2. Calculada em relação à população de mulheres entre 15 e 39 anos de idade residentes no Brasil e suas regiões geográficas.

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2008a; 2009b)

²⁴ Utilizou-se como Proxy para se avaliar a variação no número de “mulheres com filhos em idade de 0 a 3 anos que trabalha fora” a variação na variável “mulheres entre 15 e 39 anos de idade ocupadas na semana de referência”, divulgada pelo IBGE na PNAD, disponibilizada na base SIDRA para o período 2001-2007..

²⁵ Dado utilizado como Proxy para número de empregadas domésticas com o intuito de se avaliar as variações no número de empregadas domésticas e babás cuidando de crianças em idade pré-escolar ao longo do tempo.

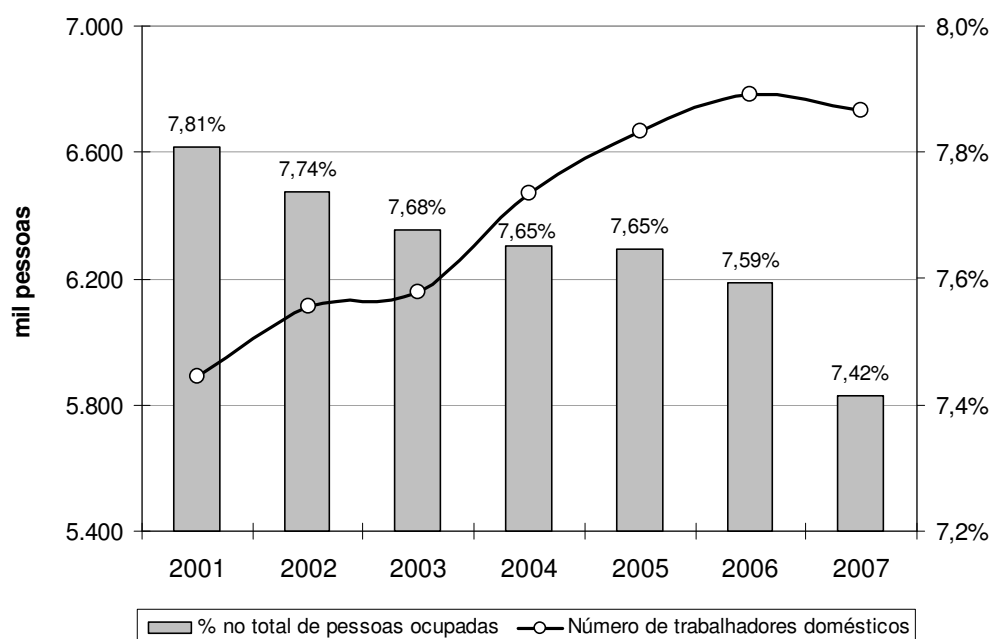


Figura 15 – Evolução do número de trabalhadores domésticos (mil pessoas e % em relação ao total de pessoas ocupadas), Brasil: 2001-2007

Nota: Até o ano de 2003 não inclui a área rural da região Norte.

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2008a; 2009b)

Também é possível observar melhoras no índice de Gini da distribuição do rendimento mensal dos domicílios brasileiros²⁶, como mostrado na Figura 16, notadamente no período compreendido entre 2002 e 2004, quando se observam fortes quedas nos Índices em todas as regiões. No Brasil, o Índice de Gini caiu de 0,570 para 0,528 entre os anos de 1997 e 2006.

²⁶ O Índice de Gini é uma medida do grau de concentração de uma distribuição, cujo valor varia de 0 (zero) - a perfeita igualdade - até 1 (um) - a desigualdade máxima.

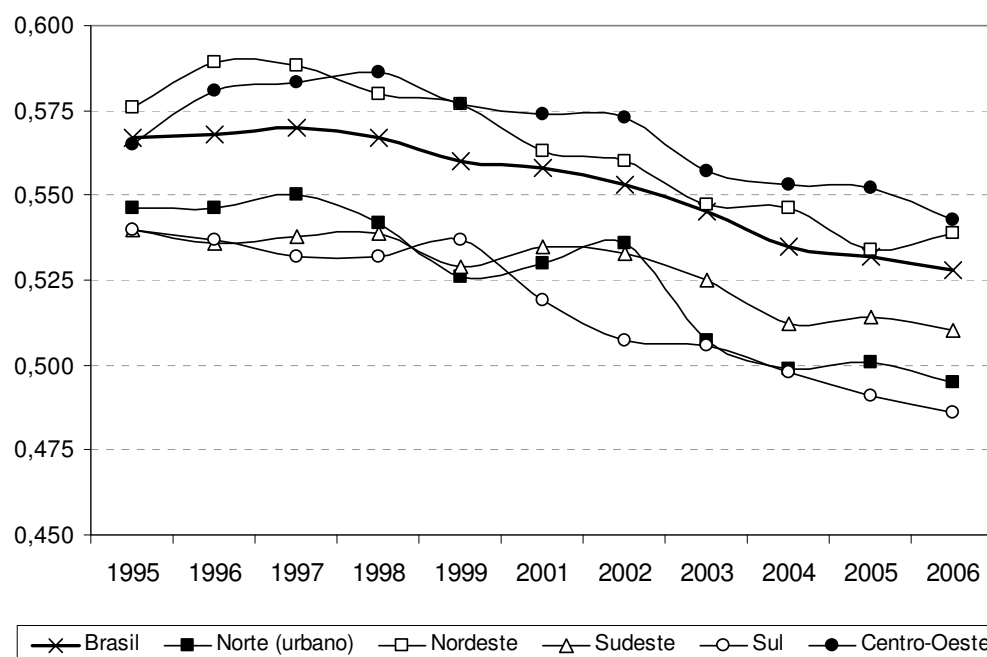


Figura 16 - Evolução do Índice de Gini da distribuição do rendimento mensal dos domicílios, Brasil e Regiões: 1995-2006

*Notas: 1. Exclusive as informações dos domicílios sem declaração de rendimento domiciliar.
2. Exclusive o rendimento das pessoas da área rural dos Estados de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará e Amapá, na Região Norte do país.
3. Exclusive o rendimento das pessoas cuja condição no domicílio era pensionista, empregado doméstico ou parente do empregado doméstico.*

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2008b) e IPEA (2009).

De fato, embora ainda não tenha ocorrido uma grande evolução no sentido de uma melhor distribuição no número de domicílios pelas classes de renda em cada região e, conseqüentemente, no país como um todo (Tabela 3), é possível observar um movimento de ligeira redução no número de domicílios pertencentes às faixas mais extremas (até 1 salário mínimo mensal por um lado e mais de 20 salários mínimos por outro) associado à pequeno aumento da parcela de domicílios que recebem entre 1 e 3 salários mínimos mensais.

Tabela 3 - Evolução do número de domicílios particulares permanentes¹ por classes de rendimento mensal domiciliar segundo as regiões geográficas (% das classes em relação ao total de domicílios de cada região): 2001-2006

Região Geográfica	Ano	Classes de rendimento mensal domiciliar (em salários mínimos)							Total
		Até 1 s.m.	de 1 a 3 s.m.	de 3 a 5 s.m.	de 5 a 10 s.m.	de 10 a 20 s.m.	mais de 20 s.m.	sem declaração	
Norte	2001	12,8	38,9	20,5	16,7	7,1	3,4	0,7	100,0
	2002	14,3	39,8	19,2	15,7	6,8	3,2	1,0	100,0
	2003	13,7	42,7	19,8	13,7	5,6	2,4	2,0	100,0
	2004	14,3	44,0	20,0	13,3	5,2	2,2	1,1	100,0
	2005	15,7	46,8	18,7	11,8	4,5	1,7	0,7	100,0
	2006	15,4	47,8	18,1	11,8	4,3	1,6	1,0	100,0
Nordeste	2001	25,1	43,8	13,9	9,2	4,1	2,2	1,8	100,0
	2002	24,9	44,6	14,0	8,9	3,8	2,2	1,7	100,0
	2003	27,2	44,8	13,2	8,0	3,5	1,7	1,6	100,0
	2004	24,3	46,8	13,5	8,4	3,4	1,9	1,8	100,0
	2005	26,4	46,5	13,0	8,1	3,2	1,6	1,2	100,0
	2006	26,2	47,4	12,7	7,9	3,0	1,5	1,2	100,0
Sudeste	2001	8,8	27,2	20,8	22,0	11,6	6,5	3,1	100,0
	2002	8,6	29,5	20,7	21,4	10,9	6,1	2,7	100,0
	2003	9,5	31,1	21,5	19,9	10,2	5,0	2,9	100,0
	2004	8,1	31,0	22,6	20,5	9,7	4,6	3,6	100,0
	2005	9,1	32,8	22,1	20,3	8,9	4,3	2,6	100,0
	2006	8,5	35,3	21,4	19,4	8,3	3,8	3,3	100,0
Sul	2001	8,4	30,1	22,3	22,7	10,1	5,1	1,2	100,0
	2002	7,9	31,9	22,4	22,1	9,6	4,8	1,3	100,0
	2003	8,3	32,3	23,6	20,6	9,6	4,4	1,1	100,0
	2004	7,5	30,8	24,2	22,3	10,1	4,0	1,1	100,0
	2005	8,5	33,5	23,3	21,3	8,8	3,5	1,2	100,0
	2006	8,2	35,6	22,8	21,2	8,1	3,0	1,0	100,0
Centro-Oeste	2001	11,5	36,2	19,5	16,9	8,7	6,0	1,1	100,0
	2002	11,8	35,7	19,2	16,5	9,1	6,2	1,4	100,0
	2003	12,8	38,0	19,2	15,5	8,2	5,1	1,3	100,0
	2004	9,7	38,1	21,7	16,9	7,8	5,1	0,7	100,0
	2005	12,2	39,4	19,7	15,8	7,7	4,6	0,6	100,0
	2006	11,3	41,4	18,9	16,0	7,2	4,1	1,2	100,0
Brasil	2001	13,4	33,2	19,1	18,1	9,0	4,9	2,2	100,0
	2002	13,2	34,8	19,1	17,7	8,5	4,7	2,0	100,0
	2003	14,3	35,9	19,4	16,3	8,0	3,9	2,1	100,0
	2004	12,6	36,4	20,3	17,0	7,7	3,7	2,4	100,0
	2005	14,0	37,8	19,6	16,5	7,0	3,3	1,8	100,0
	2006	13,6	39,7	19,0	16,0	6,6	3,0	2,1	100,0

Notas:

1. É considerado como “particular permanente” aquele domicílio que na data de referência da pesquisa, abrigava uma, duas ou, no máximo, cinco famílias ou até cinco pessoas sem laços de parentesco e/ou dependência doméstica e que foi construído com a finalidade exclusiva de servir de moradia.

2. O período 2001-2003 não inclui a área rural da região Norte.

3. A classe “até 1 s.m.” inclui os domicílios sem rendimento.

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2008a).

Com o objetivo de identificar a proporção entre o uso da energia elétrica nos domicílios brasileiros e o rendimento médio recebido pelos mesmos – e em que medida melhorias nos níveis de rendimento mensal dos domicílios e na sua distribuição se refletiriam no consumo de energia elétrica – recorreu-se ao conceito de intensidade energética (Darmstadter *et al.*, 1977; Leach *et al.*, 1986 e Schipper *et al.*, 1992), adaptando-o em termos do que se convencionou denominar intensidade elétrica domiciliar. O indicador intensidade elétrica domiciliar representado na Figura 17 expressa, então, a razão entre o consumo residencial médio e o rendimento médio mensal do trabalho principal²⁷ e indica uma tendência à saturação por volta de 0,22 kWh/R\$, ou seja, de uma forma geral, para cada real recebido por um domicílio, há um consumo de energia elétrica domiciliar de 0,22 kWh.

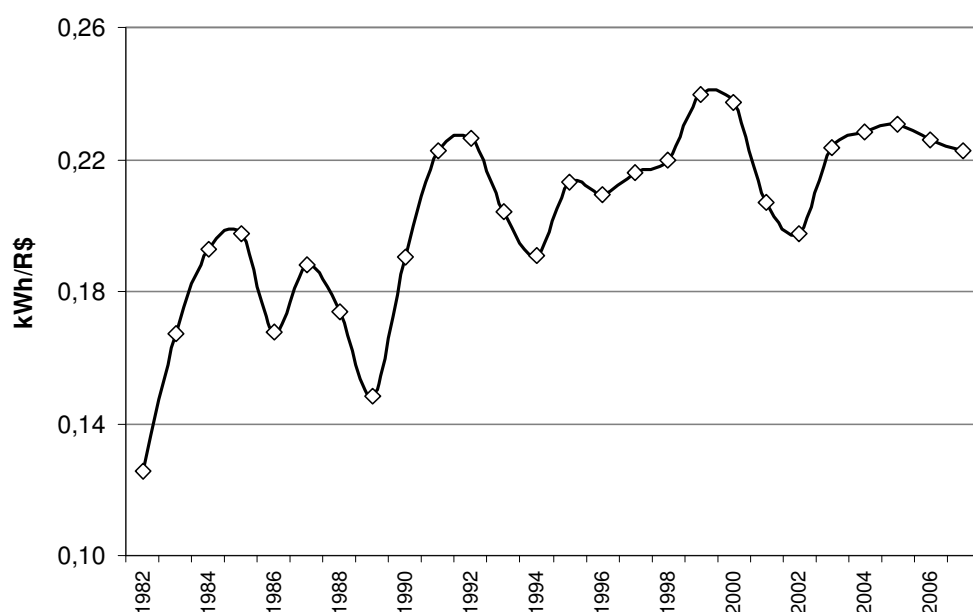


Figura 17 – Evolução da intensidade elétrica domiciliar (kWh/R\$), Brasil: 1982-2007

Nota: A intensidade elétrica domiciliar é definida aqui como a razão entre o consumo residencial médio (kWh/domicílio/mês) e o rendimento médio mensal do trabalho principal (R\$ [2000]) (EPE, 2008b; IBGE, 2008b).

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2008b) e IBGE (2008b).

²⁷ Tomaram-se os valores de rendimento médio mensal do trabalho principal das pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência, em R\$ [2000] (IBGE, 2008b) como *proxy* para o rendimento médio mensal recebido pelos moradores dos domicílios.

É interessante notar que, a despeito do aumento da renda média e da melhoria na sua distribuição verificada desde o ano de 2002 (refletida na queda no índice de Gini observada na Figura 16), conjugados à redução nos níveis das tarifas residenciais médias de energia elétrica e ao aumento na aquisição de equipamentos – especialmente pelas famílias de mais baixa renda (ver Tabela 4 e Tabela 5), não se tem verificado o esperado incremento no consumo médio de energia elétrica nos domicílios brasileiros e da intensidade elétrica domiciliar, especialmente num período que se sucedeu a um severo racionamento.²⁸

Com relação à aquisição de eletrodomésticos pelas famílias no período 2001-2007, o caso do *freezer* é emblemático, uma vez que este equipamento vem perdendo participação no estoque de domicílios com rendimento médio mensal superior a 5 salários mínimos e ganhando participação entre os domicílios de mais baixa renda (até 3 salários mínimos), como apresentado na Tabela 4. De forma geral, com a estabilidade econômica vivenciada recentemente pelo País, refletida na estabilidade dos preços dos alimentos, deixou de haver a necessidade de estocá-los no *freezer*

²⁸ (Ver primeiramente Nota 12) De acordo com Schmidt e Lima (2002), “esta restrição na oferta de energia elétrica resultou, provavelmente, em uma quebra estrutural na série de consumo de energia elétrica. Desta forma, as elasticidades encontradas (*por estes autores*) não devem refletir mais a realidade, e, conseqüentemente, as previsões geradas para o período de 2001 a 2005 (*pelos autores*) também não devem refletir o que deve ocorrer. Isto porque, mesmo que o racionamento seja suspenso no ano de 2002, a possível alteração nas elasticidades impossibilitaria que o consumo de energia elétrica voltasse a sua trajetória anterior. Por outro lado, a punição pelo não cumprimento da meta se deu via preço. Isto é, aqueles que ficassem com o consumo aquém da meta ganhariam desconto na tarifa e aqueles que extrapolassem a meta teriam que pagar uma tarifa mais elevada (o que poderia ser uma transferência de renda do consumidor para as concessionárias de energia elétrica ou para o próprio governo)”. Com base nestes fatos, Schmidt e Lima (2002) apresentam uma reflexão importante. Eles evidenciam que, tanto em seu estudo como no restante da literatura relacionada ao tema, as estimativas de elasticidades-preço de longo prazo (as elasticidades-preço de curto prazo têm magnitude igual ou inferior às de longo prazo), geralmente, são baixas, mostrando que o consumidor é pouco sensível às variações no preço de energia elétrica. Desta forma, esperar-se-ia que uma política de racionamento via preço não seria a mais apropriada entre outras possíveis políticas, pois não traria resultados tão rápidos nem tão pouco óbvios. Ou então, para que tivesse um efeito relevante na quantidade demanda, o aumento na tarifa deveria ser bem elevado. No entanto, como observado pelos autores ao longo do ano de publicação de seu trabalho (ou seja, até dezembro de 2001), parece que houve uma boa adesão à política adotada, mostrando que pode ter havido o que chamaram de “puzzle”, se o modelo tivesse sido bem escolhido, mesmo considerando que a elasticidade, a qual reflete um comportamento passado (efetivamente observado), pode indicar o que deve ocorrer com a demanda com uma ameaça (crível) de uma punição via preço.

como forma de proteção aos sucessivos reajustes de preços. Isto foi evidenciado durante o racionamento ocorrido entre os anos de 2001 e 2002, quando boa parte dos domicílios dotados de *freezer* desligaram-no como forma de reduzir seu consumo de energia elétrica (PUC/PROCEL, 2007). O aumento observado na participação destes equipamentos entre os domicílios de mais baixa renda, entretanto, é explicado em boa medida pelo fato desta classe estar se beneficiando da ampliação das condições de crédito e financiamento para aquisição de bens duráveis, conjugado ao hábito de comprar grande quantidade de alimentos perecíveis a preços reduzidos em períodos de promoção, criando, portanto, a necessidade de estocá-los.

Tabela 4 - Evolução dos domicílios particulares permanentes¹ com bens duráveis por região geográfica, 2000-2007 (%)

Regiões / Equipamentos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Brasil								
Televisão	87,2	89,1	90,0	90,1	90,3	91,4	93,0	94,5
Geladeira	83,4	85,1	86,7	87,4	87,4	88,0	89,2	90,8
Freezer	n.d.	18,8	18,5	17,7	17,1	16,7	16,4	16,3
Máquina de lavar roupas	32,9	33,7	34,0	34,5	34,5	35,8	37,5	39,5
Norte								
Televisão	71,1	88,3	88,3	88,9	79,3	81,9	85,0	88,5
Geladeira	66,9	83,0	84,0	84,7	74,8	76,0	78,2	80,9
Freezer	n.d.	16,4	17,1	15,3	14,4	14,9	14,2	15,9
Máquina de lavar roupas	18,0	26,0	23,4	23,2	17,8	18,7	18,9	24,0
Nordeste								
Televisão	76,5	78,4	80,0	80,2	81,7	83,3	86,8	89,7
Geladeira	63,4	64,9	67,6	69,1	70,7	71,8	74,3	77,9
Freezer	n.d.	7,1	7,5	7,1	6,7	6,5	6,5	6,9
Máquina de lavar roupas	9,4	9,3	9,7	10,0	10,3	10,6	11,9	12,8
Sudeste								
Televisão	93,9	94,4	94,9	95,0	95,7	96,1	96,8	97,5
Geladeira	93,2	94,0	94,8	95,2	95,6	95,5	96,1	96,9
Freezer	n.d.	19,8	18,8	17,7	17,3	16,7	16,1	16,1
Máquina de lavar roupas	44,0	44,0	44,7	45,7	46,3	48,0	50,1	53,0
Sul								
Televisão	91,8	92,3	93,3	93,1	93,9	95,0	95,6	96,3
Geladeira	92,8	92,9	94,5	94,6	95,0	95,7	96,5	97,2
Freezer	n.d.	35,1	35,0	34,5	33,9	33,1	33,0	31,4
Máquina de lavar roupas	47,7	48,8	48,7	47,9	51,1	52,6	54,2	54,9
Centro-Oeste								
Televisão	87,0	88,5	89,0	89,5	89,9	91,7	93,0	93,9
Geladeira	86,7	87,0	89,3	89,9	90,4	92,3	92,8	93,7
Freezer	n.d.	19,3	19,3	19,2	18,8	18,4	19,4	17,8
Máquina de lavar roupas	25,6	28,2	27,3	29,4	26,0	28,0	30,6	31,3

Notas:

1. É considerado como "particular permanente" aquele domicílio que na data de referência da pesquisa, abrigava uma, duas ou, no máximo, cinco famílias ou até cinco pessoas sem laços de parentesco e/ou dependência doméstica e que foi construído com a finalidade exclusiva de servir de moradia.

2. O período 2001-2003 não inclui a área rural da região Norte.

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2008a).

Tabela 5 - Evolução dos domicílios particulares permanentes¹ com bens duráveis por classe de rendimento médio mensal domiciliar, Brasil: 2001-2007 (%)

Equipamento	Classe de rendimento mensal	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Televisão	Total	89,0	90,0	90,1	90,3	91,4	93,0	94,5
	Até 1 salário mínimo	66,6	68,4	69,9	70,3	74,0	77,2	82,2
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	81,3	83,7	84,7	84,4	86,9	90,1	92,0
	Mais de 2 a 3 salários mínimos	89,8	90,7	91,5	91,0	93,0	94,7	95,8
	Mais de 3 a 5 salários mínimos	94,8	95,1	95,7	95,8	96,2	97,4	98,0
	Mais de 5 a 10 salários mínimos	97,8	98,5	98,2	98,2	98,6	98,9	99,1
	Mais de 10 a 20 salários mínimos	99,1	99,2	99,3	99,3	99,6	99,8	99,7
	Mais de 20 salários mínimos	99,6	99,6	99,8	99,7	99,8	99,9	99,6
	Sem rendimento	76,3	78,3	76,3	73,2	80,4	79,7	85,4
	Sem declaração	91,1	93,5	93,0	94,1	95,3	96,6	96,7
Geladeira	Total	85,1	86,7	87,3	87,4	88,0	89,2	90,8
	Até 1 salário mínimo	52,4	56,8	59,3	59,4	62,0	64,0	68,9
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	73,1	76,8	79,1	78,7	81,1	83,6	86,3
	Mais de 2 a 3 salários mínimos	86,0	88,1	90,1	89,0	90,5	92,2	93,5
	Mais de 3 a 5 salários mínimos	94,3	94,9	95,7	95,3	95,7	96,6	97,3
	Mais de 5 a 10 salários mínimos	98,0	98,5	98,6	98,4	98,7	98,8	99,0
	Mais de 10 a 20 salários mínimos	99,3	99,4	99,5	99,5	99,8	99,7	99,5
	Mais de 20 salários mínimos	99,7	99,7	99,9	99,6	99,9	99,9	99,5
	Sem rendimento	71,5	72,3	74,6	69,7	73,8	70,5	76,6
	Sem declaração	87,8	90,2	90,6	92,1	93,3	94,9	94,6
Freezer	Total	18,8	18,5	17,7	17,1	16,7	16,4	16,3
	Até 1 salário mínimo	3,5	3,8	3,5	3,6	3,9	4,4	4,6
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	6,2	6,6	6,8	6,6	7,0	7,4	7,8
	Mais de 2 a 3 salários mínimos	10,2	10,5	10,9	9,8	11,2	11,3	11,4
	Mais de 3 a 5 salários mínimos	16,1	16,2	16,3	15,8	16,5	16,7	16,6
	Mais de 5 a 10 salários mínimos	26,9	27,3	27,6	26,8	26,3	25,8	25,5
	Mais de 10 a 20 salários mínimos	42,9	42,2	41,6	41,5	40,5	40,2	38,1
	Mais de 20 salários mínimos	62,3	61,0	60,5	57,3	58,1	56,3	53,2
	Sem rendimento	6,2	6,8	6,1	6,4	6,6	6,3	7,5
	Sem declaração	32,4	31,0	31,6	29,6	27,5	27,9	28,6
Máquina de lavar roupa	Total	33,7	34,0	34,5	34,5	35,8	37,5	39,5
	Até 1 salário mínimo	5,7	5,7	6,2	5,8	6,8	7,4	9,1
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	10,8	11,8	12,1	11,6	14,0	15,8	17,5
	Mais de 2 a 3 salários mínimos	19,0	20,6	21,8	19,7	23,5	27,0	29,3
	Mais de 3 a 5 salários mínimos	31,8	32,5	36,3	36,3	39,8	42,9	46,0
	Mais de 5 a 10 salários mínimos	53,1	54,7	58,4	58,7	62,5	64,9	66,7
	Mais de 10 a 20 salários mínimos	74,5	75,1	78,0	79,2	80,9	84,0	83,5
	Mais de 20 salários mínimos	87,6	88,3	89,2	88,8	91,2	91,5	90,3
	Sem rendimento	14,6	18,0	18,0	17,6	19,4	19,9	22,3
	Sem declaração	55,4	56,8	56,2	59,7	61,0	66,9	65,9

Notas: 1. Considera-se como "particular permanente" aquele domicílio que na data de referência da pesquisa, abrigava uma, duas ou, no máximo, cinco famílias ou até cinco pessoas sem laços de parentesco e/ou dependência doméstica e que foi construído com a finalidade exclusiva de servir de moradia.

2. O período 2001-2003 não inclui a área rural da região Norte.

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2008a).

O que se nota, portanto, é que, de uma forma geral, tanto as informações sobre o consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro quanto as análises empreendidas sobre sua evolução ao longo do tempo têm se mostrado bastante agregadas, e, embora apontem algumas evidências quanto aos fatores explicativos das mudanças ocorridas, são insuficientes para responder a questões do tipo: Até que ponto o rendimento médio domiciliar e as tarifas de energia elétrica são determinantes do nível de consumo nos domicílios? Em que medida programas de transferência de renda do Governo vêm favorecendo regiões mais pobres do país e qual o impacto sobre o consumo residencial de eletricidade? Os hábitos de consumo adquiridos pelos domicílios durante o racionamento, notadamente àqueles ligados à eliminação do desperdício nas regiões mais afetadas, ainda persistem?

Para responder a tais perguntas é necessária a adoção de uma abordagem mais sistemática e desagregada. A metodologia aqui proposta fundamenta-se no uso de técnicas de decomposição, conforme descrito no Capítulo 3, e quando aplicada aos dados de consumo de energia elétrica referentes ao setor residencial, permite que as variações no uso da energia sejam desagregadas em três efeitos explicativos (atividade, estrutura e intensidade), ajudando, dessa forma, a identificar os principais determinantes das mudanças ocorridas.

3 Métodos de Decomposição do Uso da Energia

3.1 Introdução

Desde a introdução de métodos de decomposição de índice²⁹ para estudar os impactos de mudanças estruturais (como, por exemplo, as variações no *mix* de produto industrial) e variações na intensidade energética setorial (ou seja, mudanças na intensidade energética dos setores industriais) nas tendências de uso da energia na indústria no final da década de 1970, suas aplicações têm crescido substancialmente com o passar do tempo. Baseados em trabalhos publicamente referenciados, as técnicas de decomposição são atualmente aceitas como ferramentas analíticas para o desenvolvimento de políticas energéticas nacionais e como instrumento para análises ambientais. Um grande número de estudos publicados³⁰, que incluem aplicações e desenvolvimentos metodológicos de técnicas de decomposição do uso da energia, podem ser encontrados para os países da OECD e da Europa Oriental, incluindo Rússia, e para países em desenvolvimento, dentre os quais: China, Índia, Coreia, Namíbia, Brasil e México (Alcântara e Roca, 1995; Ang, 1987; Ang, 1994; Ang e Choi, 1997; Ang e Skea, 1994; Bending *et al.*, 1987;

²⁹ A aplicação de tais métodos em análises de decomposição é conhecida na literatura como *Index Decomposition Analysis – IDA*. Há ainda uma segunda abordagem que pode ser utilizada para analisar a influência de determinantes (tais como os efeitos de crescimento econômico, mudanças setoriais e tecnológicas) sobre as variações no uso da energia ou nas emissões de CO₂, denominada de análise de decomposição estrutural (do inglês, *Structural Decomposition Analysis – SDA*). Tanto a IDA quanto a SDA são métodos estáticos comparativos, que se baseiam em dados históricos de dois ou mais períodos. A principal diferença entre elas está no fato de a SDA permitir a contabilização do impacto de efeitos indiretos sobre a demanda final, uma vez que parte de tabelas insumo-produto – que dividem a economia de um país em seus setores e produtos. Mais detalhes acerca desta abordagem e da comparação entre métodos IDA e SDA podem ser obtidos em: Wachsmann (2005), Hoekstra e Bergh (2003), e Rose e Casler (1996).

³⁰ Ang e Zhang (2000), até a data de publicação de seu trabalho, identificaram 124 estudos sobre o tema, a maioria deles voltados para análises do uso da energia na indústria (62 estudos), a partir da aplicação da abordagem aditiva (101 estudos) de métodos ligados ao índice de Laspeyres (76 estudos).

Bosseboeuf e Richard, 1997; Boyd *et al.*, 1988; Boyd *et al.*, 1987; Choi *et al.*, 1995; Eichhammer e Mannsbart, 1997; Gardner, 1993; Greening *et al.*, 1998; Grubler, 1993; Hass, 1997; Huang, 1993; Ma e Stern, 2008; Machado e Schaeffer, 2006; Motta e Araújo, 1989; Rosa e Tolmasquim, 1993; Sterner, 1985; Worrell, 1997).

A aplicação de um método de decomposição se inicia com a definição da função que relaciona a grandeza agregada a ser investigada como uma composição de um número pré-definido de fatores de interesse. Uma vez definida esta identidade, vários métodos de decomposição podem ser formulados para quantificar os impactos das variações de três fatores no agregado. Não há um consenso com relação ao que viria a ser o melhor método de decomposição. Mais especificamente, se métodos baseados no Divisia index seriam preferíveis aos métodos baseados no Índice de Laspeyres ou vice-versa. Estes são de longe os dois métodos mais conhecidos e que deram origem a algumas derivações. Neste contexto, diferentes métodos têm sido adotados por diversas organizações internacionais, agências nacionais, pesquisadores e analistas baseados em uma seleção *ad hoc*.

De fato, a seleção de um método de decomposição pode não ser um processo tão simples quanto parece à primeira vista (Ang, 2004). Por um lado, é facilmente demonstrável que alguns métodos são superiores a outros no que se refere à fundamentação teórica. Por outro lado, os métodos sob o aspecto da “aplicabilidade”, em que facilidade de uso e simplicidade são fatores considerados importantes, podem ser diferentes daqueles escolhidos segundo sua fundamentação teórica. Cada método apresentará, segundo os aspectos mencionados, vantagens e limitações. Desta forma, conforme elucidado por Ang (2004), na escolha de um método de decomposição é necessário levar em consideração, no mínimo, as seguintes questões:

- fundamentação teórica;

- adaptabilidade (ou seja, o desempenho de um método pode estar atrelado essencialmente a um conjunto de informações pré-definidas, se prestando, portanto, a situações específicas);
- facilidade de uso (ou seja, se o método de decomposição pode ser facilmente aplicado a situações de interesse); e
- facilidade de compreensão e apresentação dos resultados.

Ademais, em análises de decomposição do uso da energia, fatores como qualidade dos dados, nível de desagregação do setor em estudo, medida do nível de atividade/produção, irão afetar a qualidade e a validade dos resultados da aplicação da técnica escolhida.

Portanto, na medida em que a seleção de um método de decomposição se constitui a primeira e fundamental etapa do processo de análise de decomposição do uso da energia, apresenta-se a seguir uma breve descrição do desenvolvimento das técnicas de decomposição ao longo do tempo, buscando-se identificar as principais áreas de aplicação e os métodos mais apropriados a cada uma delas a partir de estudos desenvolvidos sobre o tema. Ao final do capítulo são explicitadas as razões para a escolha do método empregado na análise das variações do consumo de energia elétrica no setor residencial, objeto deste estudo.

3.2 Áreas de Aplicação

Introduzidos no final da década de 1970 para estudar os impactos de mudanças estruturais no uso da energia na indústria, o uso de métodos de decomposição de índice³¹ foi estendido para várias outras áreas como instrumento de apoio na elaboração de política energética (Asia Pacific Energy Research Centre, 2001; International Energy Agency, 1997; Lermitt e Jollands, 2001; ODYSSEE, 1999; Office

³¹ Ver Nota 29.

of Energy Efficiency of Canada, 2004; Schipper *et al.*, 2000; Wade, 2002). A simplicidade e a flexibilidade da metodologia facilitam sua adoção se comparada com outras metodologias de decomposição (Ang, 2004), tal como análise de decomposição estrutural insumo-produto, em que é preciso lançar mão de tabelas insumo-produto, nem sempre disponíveis para os períodos de interesse.

Ang (2004) menciona que os cerca de 200 estudos³² relativos ao uso de técnicas de decomposição identificados na literatura podem ser divididos em cinco grandes áreas de aplicação:

- Oferta e demanda de energia.
- Emissão de gases associados ao uso da energia.
- Fluxos de materiais e desmaterialização da economia³³.
- Monitoramento de indicadores de eficiência energética nacionais.
- Comparações entre países para um dado período.

A maioria dos estudos publicados na década de 1980 refere-se à aplicação de técnicas de decomposição à oferta e demanda de energia, especialmente, àqueles relativos à análise da demanda de energia no setor industrial (Boyd *et al.*, 1987; Boyd *et al.*, 1988; Doblin, 1988; Jenne e Cattell, 1983; Marlay, 1984).

Durante a década de 1990, o uso de técnicas de decomposição foi estendido para os setores de transportes, residencial, e para a economia com um todo e aos problemas relacionados à oferta de energia, como o impacto do “mix” de combustíveis na geração de energia elétrica (Choi e Ang, 2002; Grubler, 1993; Haas, 1997; Haas e Schipper, 1998; Landwehr e Jochem, 1997; Scholl *et al.*, 1996). De modo geral, métodos de

³² A maior parte destes estudos são apresentados em Ang e Zhang (2000) (ver Nota 30).

³³ [1] A economia está mudando de um sistema produtivo para um sistema de serviços. Antes a riqueza das economias era relacionada com os bens materiais que ela produzia. Mas agora o crescimento da economia é regido pelo crescimento dos serviços. Então crescimento econômico deixa de ser material, medido pela produção de bens, e passa a ser regido pelo crescimento dos serviços. Por exemplo, no Brasil atualmente as empresas de telefonia que prestam serviço são mais lucrativas que a siderurgia que produz toneladas de aço. [2] A desmaterialização da economia é a valorização de bens intangíveis (conhecimento, serviços, etc) em face à desvalorização de bens tangíveis (carros, alimentos, etc.).

decomposição básicos são suficientes para estudos relacionados a este tema, que buscam quantificar as contribuições relativas de impactos de mudanças estruturais e variações na intensidade energética. As definições destes impactos podem variar de acordo com o setor estudado. No caso da análise da demanda energética, por exemplo, impactos de mudanças estruturais estão relacionados a variações no “mix” do produto industrial numa análise para o setor industrial, a variações na estrutura dos modais no caso do setor de transportes e a variações no *mix* de combustíveis em análises de oferta de energia elétrica.

A partir da década de 1990, passou-se a empregar técnicas de decomposição para analisar emissões de gases provenientes do uso da energia (Alcántara e Roca, 1995; Chung, 1998; Golove e Schipper, 1997; Greening *et al.*, 1998, Grubler, 1993; Kwon, 2005; Lin e Chang, 1996; Schipper *et al.*, 1997; Scholl *et al.*, 1996). A maioria destes estudos se refere às emissões de Dióxido de Carbono (CO₂), principal gás causador do efeito estufa. A extensão de técnicas de decomposição para análise de emissão de gases advindos do uso da energia inclui alguns fatores além dos dois usualmente considerados na função identidade em análises de consumo da energia³⁴. Em adição a mudanças estruturais e variações na intensidade energética, como mencionado anteriormente, na função identidade considerada em análises de decomposição de emissões de gases provenientes do uso da energia são contemplados fatores como mudanças na participação dos combustíveis no setor em estudo e variações no coeficiente de emissão do gás correspondente aos combustíveis considerados. Uma variação na participação dos combustíveis em um setor mede o impacto associado ao *mix* de combustíveis, ao passo que variações nos coeficientes de emissões dos gases medem o impacto associado com a qualidade do combustível, medido pelo conteúdo

³⁴ Função que define a relação entre a grandeza a ser investigada e suas variáveis explicativas. No caso da função identidade normalmente utilizada em análises do uso da energia, as variáveis explicativas estão ligadas à atividade ou produção associada ao uso da energia e à intensidade do uso da energia.

de carbono por unidade de conteúdo energético. Como nesta aplicação o consumo de energia é dado em termos de cada combustível individualmente há, freqüentemente, valores iguais a zero. Isto implica na escolha do método de decomposição, na medida em que alguns deles não admitem “zeros” nas séries de dados.

Outra área de aplicação das técnicas de decomposição consiste no estudo de fluxo de materiais e desmaterialização de economias nacionais³⁵ (Bernardini e Galli, 1993; Kander, 2005; Sun, 2001; Sun e Meristo, 1999). Estudos comprovam que materiais de interesse incluem uma grande gama de metais e minerais não-metálicos, bem como petróleo, carvão mineral e gás natural que são tratados como materiais em vez de fontes de energia. Nestes estudos, a intensidade energética é substituída pela intensidade no uso dos recursos dada pela quantidade de recursos consumida por unidade do produto produzido ou valor adicionado. Estudos recentes, especialmente em países escandinavos, descobriram que análise de decomposição é uma forma útil de analisar o desenvolvimento do uso de materiais em uma economia.

Mais tarde, um número crescente de países – como Estados Unidos, Canadá, Nova Zelândia e alguns países europeus, desenvolveram indicadores ou índices de eficiência energética apropriados para o monitoramento da evolução da eficiência energética e para medição do progresso além das metas nacionais estabelecidas (Asia Pacific Energy Research Centre, 2001; Lermitt e Jollands, 2001; IEA, 1997; Office of Energy Efficiency of Canada, 2004; Schipper *et al.*, 2000; Wade, 2002). Neste caso,

³⁵ A definição de “desmaterialização” mais comumente encontrada na ciência da Energia é empregada com o sentido de “*more is being achieved with less consumption of raw materials (energy)*” (Goldemberg, 1998). Outras definições diferentes desta também são encontradas na literatura. Em Bernardini e Galli (1993), por exemplo, desmaterialização é definida como “*the change in the amount of waste generated per unit of industrial products*”. Outro exemplo pode ser encontrado em Herman *et al.* (1990), em que “desmaterialização” é definida como “*the reduction of raw material (energy and material) intensity of economic activities, measured as the ratio of material (or energy) consumption in physical terms to gross domestic product (GDP) in deflated constant terms*”. Sun (2001), no entanto, ressalta que, embora à primeira vista tais definições pareçam diferentes, seu significado é essencialmente o mesmo, i.e., desmaterialização corresponde ao decréscimo na “intensidade de uso”. Assim, a palavra “desmaterialização” é associada à redução no uso de materiais. De forma geral, a energia economizada se refere ao decréscimo no montante de energia empregada, não necessariamente ao decréscimo na intensidade energética.

métodos de decomposição têm sido utilizados para isolar o impacto de variações na intensidade energética a partir do uso de dados de consumo de energia envolvendo todos os setores de consumo de economias nacionais. Medida com relação ao nível de desagregação adotada para o setor, variações na eficiência energética podem ser tomadas como inversamente proporcionais a variações na intensidade energética³⁶. Avanços recentes na metodologia de decomposição incluem o uso de indicadores físicos (em adição aos indicadores monetários) para medir a produção ou nível de atividade (Worrell *et al.*, 1997; Machado e Schaeffer, 2006), tem ajudado a gerar indicadores ou índices de eficiência energética mais confiáveis.

Comparações entre países (conhecidas na literatura como análises *cross-country*) envolvem a quantificação de fatores que contribuem para diferenças no consumo de energia, emissões de Dióxido de Carbono, ou qualquer outro agregado, entre dois países ou duas regiões. Embora ainda pequeno se comparado às demais aplicações, o número de estudos sobre este tema é crescente (dentre os quais citam-se: Ang, 1997; Farla *et al.*, 1997; Lee e Oh, 2006; Park *et al.*, 1993). Os fatores estudados em análises *cross-country* são os mesmos estudados em análises para um único país, com exceção aos dados para dois diferentes anos em estudos para um único país são agora substituídos por dados para dois diferentes países para um mesmo ano. Então, para comparações da demanda industrial de energia entre dois países, o efeito estrutura mede o impacto no crescimento a partir de diferentes *mix* de produto industrial, e o efeito intensidade mede o impacto no crescimento a partir de diferenças nas intensidades energéticas do setor industrial entre os dois países. Assim, há uma tendência em se ter maiores variações nos dados entre países em um determinado

³⁶ De acordo com Machado (1996), intensidade e eficiência energéticas de uma economia são parâmetros que se relacionam de forma inversa – quanto maior a intensidade energética, menor a eficiência energética, e vice-versa. Neste caso, conforme estabelecido pelo autor, a eficiência energética é definida “como o produto econômico gerado a partir de uma unidade física de energia”, e intensidade energética como “a quantidade de energia necessária à produção de uma unidade de produto econômico.”

momento no tempo do que durante um período de tempo para um único país. Isto conduz a desempenhos insatisfatórios em alguns métodos de decomposição neste tipo de análise.

Em cada área de aplicação mencionada, diferentes métodos de decomposição podem ser utilizados para quantificar o impacto de fatores pré-definidos na função identidade. Deve-se notar que as informações qualitativas associadas com cada um destes fatores, como o impacto de mudanças estruturais ou de variações na intensidade energética, da mesma forma que para a energia, o significado ambiental ou econômico, é o mesmo para todos os métodos de decomposição. Contudo, a informação quantitativa, isto é, as contribuições relativas dos impactos quantitativamente medidos, dependem do método selecionado. Então, a escolha do método afeta os resultados numéricos obtidos apesar do fato de que o significado dos componentes não seja dependente do método.

3.3 Aspectos Teóricos e Abordagens Básicas

Seja uma função $y(t)$ composta por “n” diferentes fatores x_n que variam no tempo da seguinte forma:

$$y(t) = f(x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)) \quad [\text{Eq. 3.1}]$$

Com o objetivo de quantificar a influência das modificações nos fatores explicitados na Eq. 3.1 nas variações observadas na função y ao longo do tempo, esta equação (que apresenta a forma $y(x_1, x_2, \dots, x_n) = x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n$ é diferenciada em (Wood e Lenzen, 2006):

$$dy = \prod_{j=1, j \neq 1}^n x_j dx_1 + \prod_{j=1, j \neq 2}^n x_j dx_2 + \dots + \prod_{j=1, j \neq n}^n x_j dx_n = \sum_{i=1}^n \left(\prod_{j=1, j \neq i}^n x_j dx_i \right) \quad [\text{Eq. 3.2}]$$

De acordo com a Eq. 3.2, uma variação na função y é calculada a partir do somatório dos produtos de “n” termos, em que cada termo representa a variação em um fator

enquanto os demais permanecem fixos (*ceteris-paribus*). Assim, a contribuição de cada fator x_i pode ser derivada.

A Eq. 3.2, no entanto, corresponde a uma formulação geral que pode ser resolvida a partir do emprego de diversos métodos matemáticos. Os métodos de decomposição mais utilizados por analistas podem ser divididos em dois grupos:

- Métodos ligados ao índice de Laspeyres.
- Métodos ligados ao Divisia index (ou índice de Divisia).

Integrando as variações infinitesimais dy apresentadas na Eq. 3.2 é possível obter as diferenças (discretas) Δy :

$$\Delta y = \int_{y_0}^{y_1} dy = \int_{x_{1,0}}^{x_{1,1}} \prod_{j=1, j \neq 1}^n x_j dx_1 + \int_{x_{2,0}}^{x_{2,1}} \prod_{j=1, j \neq 2}^n x_j dx_2 + \dots + \int_{x_{n,0}}^{x_{n,1}} \prod_{j=1, j \neq n}^n x_j dx_n = \sum_{i=1}^n \left(\int_{x_{i,0}}^{x_{i,1}} \prod_{j=1, j \neq i}^n x_j dx_i \right) \quad [\text{Eq. 3.3}]$$

que nos estudos pioneiros de análise de decomposição correspondem aos métodos paramétricos baseados no índice de Laspeyres quando assume a seguinte forma:

$$\Delta y^{PL} = \sum_{i=1}^n \left(\prod_{j=1, j \neq i}^n x_j^{-\alpha} \int_{x_{i,0}}^{x_{i,1}} dx_i \right) = \sum_{i=1}^n \left(\prod_{j=1, j \neq i}^n x_j^{-\alpha} (x_{i,1} - x_{i,0}) \right) = \sum_{i=1}^n \left(\prod_{j=1, j \neq i}^n x_j^{-\alpha} \Delta x_i \right) \quad [\text{Eq. 3.4}]$$

onde $x_j(x_i) = \bar{x}^{-\alpha} = x_{j,0} + \alpha(x_{j,1} - x_{j,0})$,³⁷ e $0 \leq \alpha \leq 1$.

Já nos métodos paramétricos baseados no Divisia index a Eq. 3.3 assume a seguinte forma:

$$\Delta y^{PD} = \sum_{i=1}^n \left(\int_{x_{i,0}}^{x_{i,1}} \prod_{j=1, j \neq i}^n x_j \frac{dx_i}{x_i} \right) = \sum_{i=1}^n \left(\int_{x_{i,0}}^{x_{i,1}} y(\dots, x_i, \dots) \frac{dx_i}{x_i} \right) = \sum_{i=1}^n \bar{y}^{-\alpha}([x_{i,0}, x_{i,1}]) \ln \frac{x_{i,1}}{x_{i,0}} \quad [\text{Eq. 3.5}]$$

onde $\bar{y}^{-\alpha} = y_0 + \alpha \Delta y$.

³⁷ O primeiro número subscrito corresponde ao efeito x_i e o segundo número (0 ou 1) designa o período de tempo.

Nas duas abordagens [Eq. 3.4 e Eq. 3.5] a escolha do parâmetro α corresponde ao tipo de índice (Wachsmann, 2005). Dessa forma, $\alpha = 0$ (peso ano base) conduz à decomposição segundo Laspeyres, $\alpha = 0,5$ (peso médio) conduz à decomposição segundo Marshall-Edgeworth e $\alpha = 1$ (peso ano final) leva à decomposição segundo Paasche. Uma aplicação bastante comum da abordagem Divisia index é o método Divisia de média aritmética (*Mean Arithmetic Divisia Method*) ou método convencional, obtido quando $\alpha = 0,5$.

O índice de Laspeyres mede, portanto, as variações absolutas em algum aspecto de um grupo de itens ao longo do tempo, a partir do uso de pesos baseados em valores no ano base, ao passo que o Divisia index é uma soma ponderada de taxas de crescimento logarítmicas, onde os pesos são as participações dos componentes no valor total, dada na forma de uma integral de linha. De uma forma geral, o conjunto de métodos ligados ao índice de Laspeyres está, portanto, baseado no conceito de variação percentual ao passo que o conjunto de métodos ligados ao Divisia index está baseado no conceito de variação logarítmica. Törnqvist *et al.* (1985) apresentou o mérito de se utilizar variações logarítmicas, afirmando que esta seria a única forma de se obter variações relativas simétricas e aditivas, enquanto que variações percentuais ordinárias são assimétricas e não-aditivas. Assim, se o consumo de energia elétrica de um segmento da indústria crescer de 10 TWh no ano 0 para 20 TWh no ano t, a diferença relativa calculada em percentagem ordinária depende de qual dos dois anos será usado como ponto de partida ou ano-base, isto é, a intensidade no ano t é 100% maior do que intensidade no ano 0 ou a intensidade é 50% menor no ano 0 em relação ao ano t – o que é assimétrico. No caso de variações logarítmicas, em que se costuma utilizar o logaritmo natural $\log_e$ – denotado por “ln” – as variações relativas para o exemplo dado acima são dadas respectivamente por: $\ln(20/10) = 0,693$ e $\ln(10/20) = -0,693$. As variações são, portanto, simétricas.

Conforme destaca Wachsmann (2005), a busca por um método de decomposição exato levou à modificações e refinamentos nos métodos paramétricos básicos.

Com o objetivo de desenvolver um método não paramétrico, Ang e Choi (1997) e Ang e Liu (2001) substituíram na Eq. 3.5 a função de média aritmética $\bar{y}^{\alpha} = y_0 + \alpha \Delta y$ pela função da média logarítmica $\bar{y}^{\lambda} = \Delta y / \Delta(\ln y)$, dando origem ao método Divisia index de média logarítmica (LMDI) – conforme detalhado adiante.

Assim, embora as abordagens ligadas ao índice de Laspeyres sejam de mais fácil entendimento, os métodos ligados ao Divisia index apresentam um maior rigor científico.

Os métodos mais empregados no final da década de 1970 e início da década de 1980 eram similares ao conceito empregado pelo índice de Laspeyres, onde o impacto de um fator é contabilizado deixando este fator variar enquanto se mantém todos os valores dos demais fatores constantes no ano base respectivo. Exemplos representativos são os estudos de Jenne e Cattell (1983) e Marlay (1984), que analisaram tendências no uso da energia na indústria no Reino Unido e nos Estados Unidos, respectivamente. Em seguida, extensões e refinamentos das técnicas ligadas ao índice de Laspeyres foram realizados. Estudos relacionados incluem Reitler *et al.* (1987), Howarth *et al.* (1991), Park (1992), Sun (1998) e Ang *et al.* (2002). Boyd *et al.* (1987) propôs a abordagem Divisia index como uma alternativa à abordagem empregada no índice de Laspeyres em análises de decomposição do uso da energia. A partir de então, extensões e refinamentos dos métodos ligados ao Divisia index foram propostos. Estudos relevantes incluem Boyd *et al.* (1988), Liu *et al.* (1992), Ang (1994), Ang e Choi (1997), Ang *et al.* (1998), e Ang e Liu (2001).

Durante a década de 1980, a maioria dos pesquisadores e analistas usaram os métodos ligados ao índice de Laspeyres. Métodos ligados ao Divisia index começaram a ter um maior uso no início da década de 1990. Ao longo dos últimos 15 anos, o número de estudos que empregam cada uma das duas abordagens é o mesmo.

Outras abordagens foram propostas e aplicadas por analistas com o passar do tempo. Em vários estudos são realizadas comparações a partir da aplicação de diferentes métodos de decomposição, dentre os quais citam-se: Howarth *et al.* (1991), Ang e Lee (1994), Greening *et al.* (1997), Eichhammer e Scholaman (1998), Ang e Zhang (2000), Farla e Blok (2000), Chung e Rhee (2001), Zhang e Ang (2001) e Ang *et. al.* (2003). Como pode ser observado nestes estudos, as discrepâncias nos resultados obtidos a partir da aplicação de diferentes métodos são mais quantitativas do que qualitativas, o que contribui para que ainda não haja uniformidade e consenso na seleção do método, permanecendo a escolha feita por pesquisadores e analistas um tanto quanto subjetiva, sendo feita caso a caso.

Para monitorar a evolução da eficiência energética no sentido de metas nacionais estabelecidas, a Nova Zelândia adota um refinamento do método Divisia index (Lermit e Jollands, 2001). O Divisia index também é utilizado pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE – US Department of Energy) para construir um dos índices de eficiência agregados para o país (Wade, 2002). O programa europeu de eficiência energética SAVE³⁸ também adota o método Divisia index para obter indicadores de eficiência energética para a indústria (ODYSSEE, 1999). As principais razões para a escolha das agências e organizações daqueles países residem no fato de que os métodos ligados ao Divisia index apresentam a propriedade da simetria, como visto anteriormente, e o termo residual, quando existe, é muito pequeno.

Contudo, o Escritório de Eficiência Energética do Canadá (Office of Energy Efficiency of Canada, 2004) utiliza uma abordagem modificada do índice de Laspeyres para

³⁸ Em outubro de 2005, a Agência Executiva de Inteligência Energética (IEEA - Intelligent Energy Executive Agency) da Comissão Européia lançou o seu banco de dados de projetos de eficiência energética (EIE), abrangendo os programas SAVE, ALTENER, STEER, COOPENER e da *Horizontal Key Actions* (Ações-Chave Horizontais). Os projetos SAVE exploram o imenso potencial de conservação de energia, particularmente em edifícios (construção e uso) e na indústria, com ênfase em quatro temas: i) multiplicação de casos de sucesso para edificações ii) reforma de casas populares; iii) implementação de abordagens inovadoras na indústria, e iv) equipamentos energeticamente eficientes e produtos.

monitorar e reportar evoluções nos níveis nacionais de eficiência energética. A Agência Internacional de Energia (IEA – International Energy Agency, 1997; Schipper et al., 2000) também adota o método do índice de Laspeyres em seus indicadores de eficiência energética. Facilidade de compreensão é a principal razão para a utilização deste método por aquelas organizações. Vale notar que algumas organizações utilizam ambas as abordagens, como é o caso do Centro de Pesquisa em Energia da Ásia-Pacífico (Asia Pacific Energy Research Centre, 2001) que emprega tanto o Divisia index quanto o índice de Laspeyres para projetar indicadores de eficiência energética para as economias pertencentes à Cooperação Econômica da região da Ásia-Pacífico (APEC – Asia Pacific Economic Cooperation).

3.4 Métodos Recomendados

Na Figura 18 é apresentado um conjunto de métodos ligados ao Divisia index e ao índice de Laspeyres selecionado por Ang (2004), segundo os critérios de fundamentação teórica e aplicabilidade, conforme detalhado a seguir.

Como mencionado, diversos autores têm comparado resultados oriundos de diferentes métodos de decomposição. A partir da análise de seus estudos, Ang (2004) evidencia alguns critérios utilizados na seleção do método, quais sejam:

- ➡ fundamentação teórica;
- ➡ adaptabilidade;
- ➡ facilidade de uso; e
- ➡ facilidade de interpretação dos resultados.

Uma vez que os métodos de decomposição de índice estão baseados em números índices, a fundamentação teórica de tais métodos está, naturalmente, ligada à teoria de números índices. Assim, Ang *et al.* (2002) *apud* Ang (2004) utiliza quatro testes ligados à teoria de números índices para determinar a “desejabilidade” (*desirability*) de um método, quais sejam:

- ➡ reversibilidade dos fatores;
- ➡ reversibilidade no tempo;
- ➡ proporcionalidade; e
- ➡ testes de agregação.

Destes quatro testes, o mais importante corresponde à reversibilidade dos fatores e, de acordo com Ang (2004), os métodos que passam neste teste devem ser considerados como altamente recomendados. Adicionalmente, uma vez que os métodos podem apresentar uma decomposição aditiva ou multiplicativa (Figura 18), e a escolha entre as duas acaba se tornando arbitrária, a existência de uma relação direta e simples entre elas é vista como uma vantagem do ponto de vista metodológico. Métodos com um alto grau de *adaptabilidade* poderiam ser aplicados a uma grande variedade de problemas de decomposição, que inclui análises de séries temporais e comparações entre países, com uma pequena dificuldade técnica ou prática. Mais especificamente, isto pode ser julgado em termos dos valores no conjunto de dados, ou seja, se um método é capaz de lidar com conjuntos de dados com grandes variações, zeros, ou valores negativos³⁹.⁴⁰

³⁹ Para mais detalhes ver Ang e Liu (2007a).

⁴⁰ A decomposição a partir de métodos com termos logarítmicos, como o Divisia Index de Média Logarítmica (LMDI I), apresenta complicações quando o conjunto de dados contém valores negativos ou iguais a zero, uma vez que não há logaritmo para números negativos e zero. A ocorrência de “zeros” e valores negativos não é muito comum em análises de decomposição de índice (IDA) relacionadas ao consumo de energia, sendo mais freqüente em análises de decomposição de índice relacionadas a emissões e em análises de decomposição estrutural (SDA), que envolve tabelas insumo-produto. Ang and Choi (1997) mostraram que quando os valores iguais a zero são substituídos por um pequeno número δ os resultados convergem. A partir de então, estudos como o de Choi and Ang (2001) e o de Choi e Ang, (2002) também passaram a aplicar esta estratégia. De acordo com estes autores, um valor de δ compreendido entre 10^{-10} e 10^{-20} geralmente fornece resultados satisfatórios. Esta estratégia passou a ser conhecida na literatura como *small value (SV) strategy*. Uma outra alternativa elaborada por Ang *et al.* (1998) apresenta valores limites para oito casos em que os “zeros” ocorrem no conjunto de dados e o uso destes limites analíticos em um estudo empírico envolvendo decomposição aditiva. A extensão desta estratégia alternativa para a decomposição multiplicativa é encontrada em Ang *et al.* (2000). Tal estratégia ficou conhecida como *analytical limit (AL) strategy*. Após fazer uma revisão de várias técnicas de decomposição de índice (IDA *techniques*), Ang (2004) recomendou a estratégia SV (*SV strategy*) como a mais robusta e de fácil utilização. No entanto, o estudo de Wood e Lenzen (2006) mostrou que tal estratégia não poderia ser considerada robusta, uma vez que tende a produzir erros significantes se aplicada à decomposição de um conjunto de dados que contenha um grande

Facilidade de uso diz respeito a quão fácil é a aplicação do método a diferentes problemas. Por exemplo, para dois problemas de decomposição distintos, com diferentes números de fatores em suas funções identidade, poderia a formulação para os dois problemas dados por um método específico ser muito similar ou fácil de formular? Facilidade de interpretação dos resultados está ligada à fundamentação teórica de um método e à relação entre suas abordagens aditiva e multiplicativa. Por exemplo, métodos que passam no teste de reversibilidade dos fatores não deixam termo residual, que podem complicar a interpretação dos resultados.

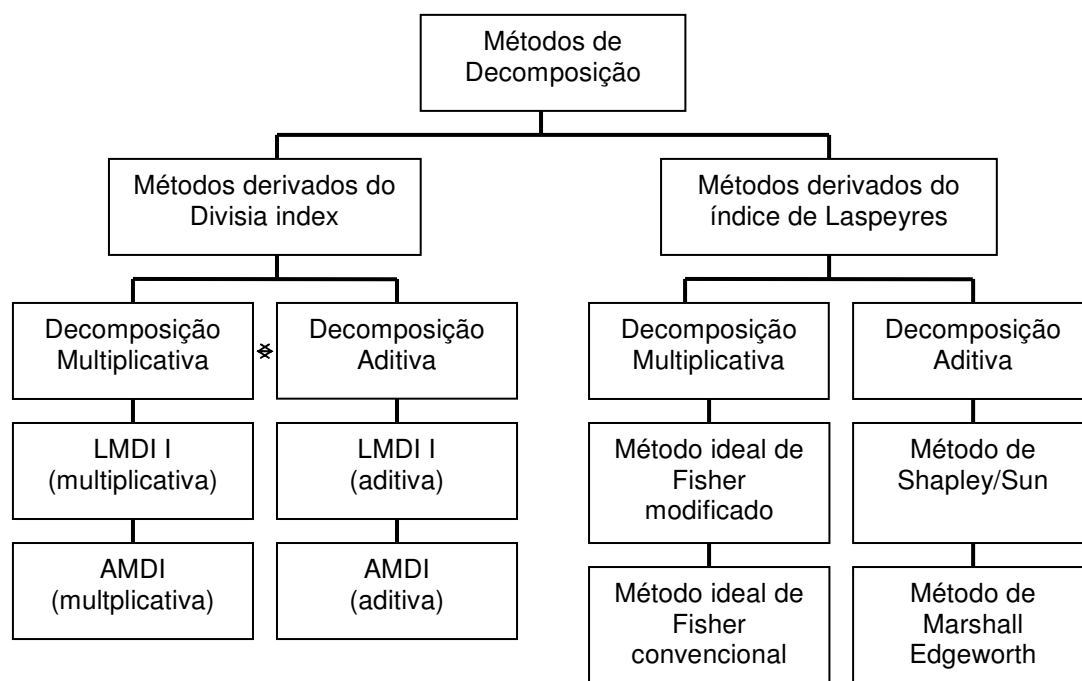


Figura 18 – Métodos recomendados para análise de decomposição do uso da energia

Fonte: Elaboração própria a partir de Ang (2004).

número de “zeros” e/ou pequenos valores. Para contornar este problema, estes autores recomendam o uso dos limites analíticos dados em Ang *et al.* (1998), isto é, a estratégia dos limites analíticos (*AL strategy*). Wood e Lenzen (2006) também mencionam que em análises de decomposição estrutural, que envolvem tabelas insumo-produto, esta estratégia poderia reduzir significativamente o tempo computacional se comparada a estratégia de *small values* (*SV strategy*). Posteriormente, Ang e Lee (2007c) generalizaram os limites analíticos para o método LMDI.

Como pode ser visualizado na Figura 18, tanto os métodos ligados ao Divisia Index quanto àqueles ligados ao índice de Laspeyres podem apresentar uma decomposição multiplicativa ou aditiva. Considerando que E é uma grandeza agregada, composta por “n” fatores de sorte que:

$$E = \sum_i x_{1,i} x_{2,i} x_{3,i} \dots x_{n,i} \quad [\text{Eq. 3.6}]$$

$$\text{e } E_i = x_{1,i} x_{2,i} \dots x_{n,i}, \quad [\text{Eq. 3.7}]$$

onde “i” denota um atributo do agregado tal como setores de consumo de energia, tipo de combustível utilizado etc, e que o agregado E varia do período “0” até o período “T”

$$\text{de } E^0 = \sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^0 \dots x_{n,i}^0 \quad \text{até} \quad E^T = \sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^T \dots x_{n,i}^T, \quad \text{tem-se uma decomposição}$$

multiplicativa quando:

$$D_{tot} = E^T / E^0 = D_{x1} D_{x2} \dots D_{xn} D_{rsd}, \quad [\text{Eq. 3.8}]$$

e uma decomposição aditiva quando:

$$\Delta E_{tot} = E^T - E^0 = \Delta E_{x1} + \Delta E_{x2} + \dots + \Delta E_{xn} + \Delta E_{rsd}, \quad [\text{Eq. 3.9}]$$

onde D_{rsd} e ΔE_{rsd} são termos residuais que podem ser excluídos para métodos que fornecem uma decomposição perfeita.

Em alguns casos, a decomposição aditiva pode ser preferível à decomposição multiplicativa, ou vice-versa, conforme os resultados possam ser mais facilmente compreendidos e apresentados⁴¹, da mesma forma que métodos que fornecem uma relação direta entre decomposição aditiva e multiplicativa podem também ser selecionados pela facilidade de interpretação dos resultados.

⁴¹ Por este motivo, a decomposição aditiva é preferível à multiplicativa pela maioria dos autores. Mais detalhes acerca da comparação entre as duas abordagens podem ser obtidos em: Ang (1994), Ang (1995), Choi e Ang (2003), Ang (2004) e Ang (2005).

3.4.1 Métodos ligados ao Divisia Index

Os dois principais grupos de métodos ligados ao Divisia Index, conforme ilustrado na Figura 18 e detalhados nos itens a seguir, são:

- Método Divisia de média logarítmica (*Logarithmic Mean Divisia Index* – LMDI I)
- Método Divisia de média aritmética (*Arithmetic Mean Divisia Index* – AMDI).

3.4.1.1 Método Divisia de média logarítmica (LMDI I)

O método Divisia index de média logarítmica (LMDI I) é recomendado para uso geral, tanto em sua forma multiplicativa (Ang e Liu, 2001) quanto em sua forma aditiva (Ang *et al.*, 1997). A fórmula geral de decomposição é bastante simples e não se altera com o número de fatores considerados.

A formulação geral do efeito do “k-ésimo” fator é dada na forma multiplicativa por:

$$D_{xk} = \exp \left(\sum_i \frac{L(E_i^T, E_i^0)}{L(E^T, E^0)} \ln \left(\frac{x_{k,i}^T}{x_{k,i}^0} \right) \right), \quad [\text{Eq. 3.10}]$$

e na forma aditiva, por:

$$\Delta E_{xk} = \sum_i L(E_i^T, E_i^0) \ln \left(\frac{x_{k,i}^T}{x_{k,i}^0} \right), \quad [\text{Eq. 3.11}]$$

onde a função $L(a, b)$ é uma média logarítmica de dois números positivos a e b dada por:

$$L(a, b) = \frac{a - b}{\ln a - \ln b}, \text{ para } a \neq b, \text{ e} \quad [\text{Eq. 3.12}]$$

$$L(a, b) = a, \text{ para } a = b. \quad [\text{Eq. 3.13}]$$

As duas formas satisfazem o critério de reversibilidade dos fatores, isto é, proporcionam perfeita decomposição a partir da qual não há termo residual. A relação entre elas é estabelecida facilmente, sendo dada por:

$$\frac{\Delta E_{xk}}{\ln D_{xk}} = L(E^T, E^0) = \frac{E^T - E^0}{\ln(E^T/E^0)} = \frac{\Delta E_{tot}}{\ln D_{tot}}. \quad [\text{Eq. 3.14}]$$

3.4.1.2 Método Divisia de média aritmética (AMDÍ)

O método Divisia index de média aritmética (AMDÍ) usa uma função com pesos dados por médias aritméticas, ao passo que no método Divisia de média logarítmica (LMDÍ I) os pesos são dados por médias logarítmicas, como apresentado na seção anterior. Como consequência, o método AMDÍ apresenta fórmula mais simples do que àquela correspondente ao método LMDÍ I.

A formulação geral do efeito do “k-ésimo” fator é dada na forma multiplicativa, conforme proposto por Boyd *et al.* (1987), por:

$$D_{xk} = \exp \left(\sum_i W_i^* \ln \left(\frac{x_{k,i}^T}{x_{k,i}^0} \right) \right), \quad [\text{Eq. 3.15}]$$

e na forma aditiva, segundo estabelecido por Boyd *et al.* (1988):

$$\Delta E_{xk} = \sum_i W_i' \ln \left(\frac{x_{k,i}^T}{x_{k,i}^0} \right), \quad [\text{Eq. 3.16}]$$

onde $W_i^* = (E_i^T / E^T + E_i^0 / E^0) / 2$ e $W_i' = (E_i^T + E_i^0) / 2$.

O método AMDÍ pode ser empregado no lugar do LMDÍ I em diversas situações, apresentando freqüentemente resultados da decomposição muito próximos daqueles obtidos a partir da aplicação do método LMDÍ I (Ang, 2004). Entretanto, a decomposição oriunda do método AMDÍ, tanto na forma multiplicativa quanto na forma aditiva, apresenta duas limitações graves. Em primeiro lugar, o método falha no teste de reversibilidade dos fatores, isto é, não fornece uma decomposição perfeita, apresentando termos residuais de grande magnitude nas seguintes situações: (a) decomposição *cross-country*, quando há grandes variações nos dados entre os dois países; (b) decomposição anual de forma encadeada sobre um período relativamente extenso, onde o termo residual vai se acumulando ao longo do tempo, e (c) decomposição não encadeada, mas os dois anos analisados estão separados por grandes períodos, onde variações nos dados são significativas. A segunda limitação

do método AMDI está ligada ao fato de ele falhar quando há valores iguais a zero no conjunto de dados analisado, como ocorre, por exemplo, quando um setor passa a consumir uma nova fonte de energia no período de estudo. Este problema pode ser contornado no método LMDI I, quando se adota a estratégia de substituir os “zeros” por pequenos valores (*Small Value Strategy*) (Ang and Choi, 1997c; Choi and Ang, 2001; Choi e Ang, 2002), ou por limites analíticos, conhecida por estratégia dos limites analíticos (*Analytical Limit Strategy*), conforme estabelecido por Ang *et al.* (1998) e corroborado por Wood e Lenzen (2006)⁴². Nenhuma destas duas estratégias, no entanto, pode ser aplicada ao método AMDI. Em qualquer das outras situações anteriormente descritas o método LMDI I deverá ser utilizado.

3.4.2 Métodos ligados ao índice de Laspeyres

De acordo com Ang (2004), há quatro principais grupos de métodos de decomposição ligados ao índice de Laspeyres, quais sejam:

- ➡ Decomposição multiplicativa:
 - Método ideal de Fisher convencional
 - Método ideal de Fisher modificado
- ➡ Decomposição aditiva:
 - Método de Shapley/Sun
 - Método de Marshall-Edgeworth

Em comparação aos métodos ligados ao Divisia Index, a relação entre as abordagens multiplicativa e aditiva no caso dos métodos ligados ao índice de Laspeyres não é tão direta.

⁴² Para mais detalhes, ver Nota 40.

3.4.2.1 Método ideal de Fisher

Na decomposição multiplicativa, o método ideal de Fisher modificado, proposto em Ang *et al.* (2002) *apud* Ang (2004), é recomendado por proporcionar uma perfeita decomposição e apresentar as propriedades desejáveis associadas ao número-índice ideal de Fisher (*Fisher ideal index number*). Quando a decomposição envolve apenas dois fatores, o método ideal de Fisher modificado é idêntico ao número-índice ideal de Fisher em Economia.

A fórmula geral para o método ideal de Fisher modificado é bastante complicada. Mais detalhes podem ser obtidos em Ang *et al.* (2002) *apud* Ang (2004). No caso de dois fatores, isto é, o método ideal de Fisher convencional, a formulação para os efeitos é dada por:

$$D_{x1} = \left(\frac{\sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^0 \sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^T}{\sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^0 \sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^T} \right)^{1/2}, \quad [\text{Eq. 3.17}]$$

$$D_{x2} = \left(\frac{\sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^T \sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^T}{\sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^0 \sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^0} \right)^{1/2}. \quad [\text{Eq. 3.18}]$$

Este método fornece uma decomposição perfeita.

3.4.2.2 Métodos de Shapley/Sun e de Marshall-Edgeworth

Na decomposição aditiva, o método de Shapley, que costumava ser aplicado em problemas de alocação de custos, passou a ser empregado em análise de decomposição do uso da energia a partir do estudo de Albercht *et al.* (2002), sendo recomendada a sua utilização por Ang (2004). O método proposto por Sun (1998) apresenta-se idêntico ao método de Shapley, sendo referidos por Ang *et al.* (2003) como um refinamento do índice de Laspeyres convencional, uma vez que apresentam o termo de interação da formulação original de Laspeyres distribuído entre os

principais efeitos analisados. O método de Shapley/Sun fornece, portanto, uma perfeita decomposição.

A fórmula geral para o método Shapley/Sun é bastante complicada. Mais detalhes podem ser obtidos em Albrecht *et al.* (2002), Ang *et al.* (2003) e Sun (1998). Quando a decomposição envolve apenas dois fatores, o método Shapley/Sun é igual ao método de Marshall-Edgeworth, apresentando a seguinte formulação para os efeitos:

$$\Delta E_{x1} = \frac{1}{2} \left[\left(\sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^0 - \sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^0 \right) + \left(\sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^T - \sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^T \right) \right], \quad [\text{Eq. 3.19}]$$

$$\Delta E_{x2} = \frac{1}{2} \left[\left(\sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^T - \sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^0 \right) + \left(\sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^T - \sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^0 \right) \right]. \quad [\text{Eq. 3.20}]$$

Ambos os métodos proporcionam uma decomposição perfeita.

3.5 Seleção do Método

Do ponto de vista da fundamentação teórica, o método LMDI I é o mais elegante. Primeiramente porque passa nos testes de reversibilidade dos fatores e reversibilidade temporal. Em segundo lugar, a abordagem multiplicativa do método LMDI I também possui a propriedade aditiva na forma logarítmica, isto é:

$$\ln(D_{tot}) = \ln(D_{str}) + \ln(D_{int}) \quad [\text{Eq. 3.21}]$$

Em terceiro lugar, os resultados das abordagens multiplicativa e aditiva podem ser associados a partir de uma relação muito simples e útil, qual seja:

$$\frac{\Delta E_{tot}}{\ln D_{tot}} = \frac{\Delta E_{str}}{\ln D_{str}} = \frac{\Delta E_{int}}{\ln D_{int}}. \quad [\text{Eq. 3.22}]$$

De posse desta relação, uma vez que se tenha estimado o efeito para um dado fator na decomposição multiplicativa, o efeito correspondente na decomposição aditiva pode ser obtido diretamente, e vice-versa. Teoricamente, isto só faz sentido uma vez

que deveria haver uma simples relação entre os resultados dados pela decomposição multiplicativa e pela decomposição aditiva, de modo que a escolha feita por analistas entre as duas seja indiferente.

Diferentemente do LMDI I, a conexão entre a versão multiplicativa do método ideal de Fisher modificado e a versão aditiva do método de Shapley/Sun não é direta, de forma que costuma haver uma lacuna entre tais abordagens na formulação de métodos ligados ao índice de Laspeyres. Adicionalmente, uma principal diferença entre os métodos ligados ao Divisia index e os métodos ligados ao índice de Laspeyres é a facilidade de formulação. No caso do LMDI I, a formulação de um problema multifatorial (com mais de dois fatores) é tomado exatamente da mesma forma que um problema de dois fatores. Contudo, para o método ideal de Fisher modificado e o método de Shapley/Sun, a fórmula tem mais termos conforme o número de fatores aumenta. Sua formulação se torna bem mais complexa quando o número de fatores é maior que três.

Pelas razões expostas, Ang (2004) não recomenda o uso de métodos ligados ao índice de Laspeyres convencional, apesar do fato de que tais métodos apresentam a vantagem de serem mais facilmente compreendidos. Dentre eles, os mais recomendados por Ang (2004) são o método ideal de Fisher modificado em vez do método de Shapley/Sun. Nesse sentido, a vantagem de facilidade de compreensão dos métodos ligados ao índice de Laspeyres é perdida. O esquema de decomposição adotado nestes métodos é tão ou mais difícil de ser explicado quanto àquele empregado no LMDI I. Por exemplo, seria difícil explicar para usuários comuns como o índice convencional de Fisher que utiliza dois fatores é estendido para três ou mais fatores, e para explicar o significado dos termos de interação e a base de distribuição dos mesmos aos efeitos principais no caso do método de Shapley/Sun.

Com relação ao termo residual ou termo de interação, cabe ressaltar que alguns autores defendem como preferíveis os métodos de decomposição que apresentam

este termo, enquanto outros defendem como preferíveis as técnicas em que o termo residual é nulo (decomposição perfeita), posto que são formalmente mais elegantes (Ang, 2004; Ang e Lee, 1994; Boyd *et al.*, 1988; Greening *et al.*, 1997; Howarth *et al.*, 1991). Apesar do grande debate entre os autores com o objetivo de provar a superioridade de uma formulação em particular, ainda não há um consenso sobre a abordagem mais apropriada – especialistas apresentam diferentes predileções baseadas em objetivos diferentes de seus estudos (Ang, 2004). Portanto, a escolha dos analistas deve se adequar ao objetivo de seu estudo. De qualquer forma, como pode ser observado em estudos onde são realizadas comparações entre os vários métodos (Howarth *et al.*, 1991; Ang e Lee, 1994; Greening *et al.*, 1997; Eichhammer e Scholaman, 1998; Ang e Zhang, 2000; Farla e Blok, 2000; Chung e Rhee, 2001; Zhang e Ang, 2001; e Ang *et al.*, 2003), as discrepâncias nos resultados são mais quantitativas (e normalmente não significativas) do que qualitativas. Ademais, alterações na interpretação dos resultados são reduzidas quando evidências adicionais – não ligadas diretamente aos resultados obtidos a partir da aplicação da técnica (como dados e eventos históricos) suportam as análises.

Assim, partindo dos quatro critérios explicitados na Seção 3.4 para a seleção do método de decomposição, e com base nas vantagens apresentadas acima, Ang (2004) considera o método LMDI I como o preferível dentre os demais apresentados, sendo recomendado para uso geral.⁴³ Entretanto, o mesmo autor ressalta que em algumas aplicações específicas, devido à natureza do problema, alguns outros

⁴³ Cabe notar que este método é utilizado por um grande número de autores em uma variedade de aplicações, dentre os quais: Ang *et al.* (2000), Choi e Ang (2001), Stage (2001), Choi e Ang (2002), Fernández e Pérez (2003), Bhattacharyya e Ussanarassamee (2005), Cole *et al.* (2005), Kwon (2005), Ramírez *et al.* (2005), Wang *et al.* (2005), Wu *et al.* (2005), Ramírez e Worrell (2006), Lee e Oh (2006), Luyanga *et al.* (2006), e Wu *et al.* (2006). A abordagem proposta no método LMDI I vem sendo utilizada também por diversas entidades internacionais na formulação e monitoramento de índices de eficiência energética nacionais, como é o caso da Autoridade em Conservação e Eficiência Energética da Nova Zelândia (New Zealand's Energy Efficiency and Conservation Authority – EECA) (Lermit and Jollands, 2001) e do Escritório de Eficiência Energética e Energias Renováveis do governo americano (US Office of Energy Efficiency and Renewable Energy - OEERE) (OEERE, 2005).

métodos poderão ser utilizados em vez do LMDI I. Se os problemas relacionados ao AMDI não existirem, este pode ser empregado devido à sua simplicidade. Quando o conjunto de dados contém valores negativos, o que é improvável, mas não impossível, é necessário usar os métodos ligados ao índice de Laspeyres.

O método Divisia index de média logarítmica (LMDI I) foi, então, selecionado para análise da evolução das variações no consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro, como descrito no próximo capítulo, por três principais razões: as séries utilizadas neste estudo não contêm valores nulos nem negativos, o que dificultaria sua aplicação direta; este método fornece uma decomposição perfeita – facilitando a interpretação dos resultados; e permite desagregação em períodos com durações distintas – possibilitando análises para eventos históricos específicos (como foi o caso do racionamento no uso da energia elétrica no período compreendido entre os anos de 2001 e 2002).

No capítulo seguinte, então, é apresentada a formalização do método de decomposição selecionado para o caso do setor residencial, bem com as análises qualitativas empreendidas a partir dos resultados quantitativos fornecidos pelo método para o período 1980-2007.

4 Análise dos Efeitos Explicativos das Variações do Consumo de Energia Elétrica no Setor Residencial

4.1 Introdução

Neste capítulo é apresentada a formalização do método de decomposição de índice selecionado para o caso do setor residencial brasileiro, bem como o estudo das variações no consumo de energia elétrica a partir da introdução de uma componente adicional relacionada à estrutura de consumidores às análises tradicionalmente realizadas para o mercado residencial de energia elétrica – que empregam apenas duas componentes, atividade (número de consumidores) e intensidade (consumo por consumidor).

De fato, conforme Schaeffer *et al.* (2008), o setor residencial é composto por um grupo bastante heterogêneo de consumidores, especialmente no que diz respeito ao perfil de posse e uso de eletrodomésticos, de sorte que é possível constatar que variações na renda familiar exercem grande influência sobre nível de posse e hábitos de consumo de energia elétrica nos domicílios.

Neste sentido, a partir dos dados disponibilizados em EPE (2008b), buscou-se estabelecer neste trabalho duas estruturas possíveis (e que se complementam) para o conjunto de consumidores residenciais brasileiros, que fossem capazes de permitir a análise da evolução do consumo de energia elétrica no setor residencial em termos de três efeitos explicativos: atividade, intensidade e estrutura.

Cabe ressaltar, no entanto, que a aplicação da técnica de decomposição e, por conseguinte, a análise aqui empreendida refere-se aos dados de faturamento das concessionárias de energia elétrica (EPE, 2008b), o que significa que é contemplada

apenas a parcela dos consumidores residenciais que se encontravam em situação regular junto às suas respectivas concessionárias no período de análise.

Sabe-se, no entanto, que a parcela de perdas comerciais (ou perdas não-técnicas) sobre o consumo total em baixa tensão é bastante significativa no Brasil, chegando a atingir índices superiores a 50% em algumas concessionárias da região Nordeste (como nos casos da CEAL e da CEPISA – índices de 62% e 51%, respectivamente), e mesmo em algumas regiões de maior renda *per capita*, mas que apresentam elevado índice de favelização, como é o caso da região atendida pela Light, onde estas perdas atingem o patamar de 42% (Santana e Pederneiras, 2009).

Embora não seja possível identificar a contribuição do setor residencial no montante total de perdas comerciais, alguns estudos realizados em comunidades de baixa renda evidenciam que há grande distorção entre o consumo médio real e o consumo médio faturado. À guisa de exemplo, cita-se o estudo realizado por Schaeffer *et al.* (2008), que investigou o perfil de consumo de energia elétrica em domicílios considerados de baixa renda, localizados na área de concessão da Light⁴⁴. Entre as dez comunidades analisadas no referido estudo, a que apresentou a maior estimativa para consumo residencial médio no ano de 2008 foi a Mangueira (em média, 348 kWh/domicílio/mês), sendo na comunidade Jardim Ocidental observado o menor consumo residencial médio (em média, 114 kWh/domicílio/mês), conforme

⁴⁴ Neste estudo, as dez comunidades de baixa renda da Light foram divididas em trinta subsetores, contendo três grupos sociais cada uma, classificados de acordo com o Critério de Classificação Econômica Brasil (CCEB), o que tornou possível a incorporação de diferenças de hábitos de consumo de energia elétrica e diversidades sociais na análise. A construção deste interessante critério se baseou no desenvolvimento de um sistema de pontuação, de modo que o número de pontos de um domicílio por este sistema esteja fortemente associado à capacidade de consumo do mesmo, e, após a atribuição de pontos, ao estabelecimento de pontos de cortes para segmentação em classes. A distribuição de pontos relaciona-se à posse de alguns itens e ao grau de instrução do chefe de família. Assim, quanto maior a posse de itens e maior o nível de instrução do chefe da família, maior a quantidade de pontos concedidos à família. Quanto ao critério de corte de pontos para segmentação em classes, foram estabelecidas faixas de pontuação de modo a distribuir as famílias entre oito classes sócio-econômicas (A1, A2, B1, B2, C1, C2, D e E). Dentre essas classes, a classe A1 é a classe relativa às famílias de maior poder aquisitivo (maior posse de equipamentos) e de maior nível de escolaridade, enquanto que a classe E representa as famílias de poder aquisitivo menor e menor nível de escolaridade.

apresentado na Tabela 6. As diferenças observadas nos resultados dentro de um mesmo subgrupo são explicadas principalmente, pela discrepância na posse de equipamentos entre as comunidades⁴⁵, e na renda média (Tabela 7).

Tabela 6 – Consumo residencial médio estimado por comunidade e subgrupo (classe): área de concessão da Light, 2008 (kWh/domicílio/mês)

Classes (CCEB)	Caju	Dois Irmãos	Jardim Ocidental	Lixão	Mangueira	Maré	Mata Machado	Vidigal	Vila Brasil	Vila Moreti
B	272	240	216	568	527	140	216	293	525	1009
C	267	132	120	383	436	147	214	230	318	320
D/E	189	96	108	240	206	96	149	121	120	150
Médio	221	119	114	323	348	120	192	197	251	238

Notas: 1. As estimativas apresentadas referem-se ao consumo de todos os equipamentos cuja posse média nas comunidades era relevante, calculados a partir da posse, potência e frequência de uso.

2. Dentre as classes explicitadas na tabela, na classe B são encontradas as famílias de maior poder aquisitivo (maior posse de equipamentos) e de maior nível de escolaridade, enquanto que nas classes D/E são encontradas as famílias de poder aquisitivo menor e menor nível de escolaridade

Fonte: Schaeffer et al. (2008), a partir de dados obtidos em PUC/Procel (2007).

De forma geral, conforme constatado por Schaeffer *et al.* (2008), há uma correlação positiva entre consumo de energia nos domicílios e classes de renda, de sorte que o maior consumo de energia ocorre em domicílios cujo poder aquisitivo é maior.

Tabela 7 – Renda média, por grupo de consumo: área de concessão da Light (R\$ [2007])

Classes (CCEB)	Caju	Dois Irmãos	Jardim Ocidental	Lixão	Mangueira	Maré	Mata Machado	Vidigal	Vila Brasil	Vila Moreti
B	1000	760	856	1312	1117	1576	1038	1335	1223	1710
C	1038	601	647	1175	695	1008	639	896	900	822
D/E	761	450	527	705	549	736	572	689	553	565
Média	865	629	507	602	992	635	975	872	780	694

Nota: Dentre as classes explicitadas na tabela, na classe B são encontradas as famílias de maior poder aquisitivo (maior posse de equipamentos) e de maior nível de escolaridade, enquanto que nas classes D/E são encontradas as famílias de poder aquisitivo menor e menor nível de escolaridade

Fonte: Schaeffer et al. (2008), a partir de dados obtidos em PUC/Procel (2007).

Nota-se, adicionalmente, que nas dez comunidades de baixa renda analisadas, quanto maior o número de habitantes por domicílio maior é a classe social. Schaeffer *et al.*

⁴⁵ Especialmente na posse de equipamentos que apresentam alto consumo de energia, como é o caso dos condicionadores de ar. Os domicílios do Jardim Ocidental possuem muito poucos condicionadores de ar enquanto que os domicílios localizados na Mangueira apresentam elevada posse e alta frequência de uso.

(2008), explica o fato de famílias mais numerosas pertencerem às classes de maior poder aquisitivo a partir da hipótese de que há, neste perfil de família, mais pessoas trabalhando e/ou recebendo algum tipo de renda (seja rendimento de trabalho seja algum tipo de transferência de renda, como de programas sociais do governo – Bolsa Família, por exemplo – ou da previdência – aposentadorias e pensões), podendo, inclusive, utilizar esta renda proveniente de benefícios no sentido de melhorar o conforto dos domicílios.

Há, portanto, uma parcela do consumo residencial de energia elétrica que não foi analisada neste trabalho pelo fato de não constar nas séries obtidas em EPE (2008b) para o período 1980-2007 (uma vez que se referem a dados de faturamento), constituindo uma das limitações deste trabalho.

4.2 Fontes de Dados e Método de Análise

Para a análise da dinâmica de evolução do consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro partiu-se de dados referentes ao período 1980-2007 sobre consumo faturado⁴⁶ e número de consumidores residenciais ligados em baixa tensão por concessionária de energia elétrica, obtidos em EPE (2008b), além de dados referentes a trabalho e rendimento, domicílios, famílias e seus atributos, divulgados nas pesquisas realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008a; 2008b).

⁴⁶ Na medida em que os valores de consumo e número de consumidores tomados por base neste estudo correspondem a dados de faturamento das concessionárias de energia elétrica, contempla-se aqui apenas a parcela dos consumidores residenciais que se encontravam em situação regular junto às suas respectivas concessionárias no período de análise. Sabe-se, no entanto, que a parcela de perdas comerciais (ou perdas não-técnicas) sobre o consumo total em baixa tensão é bastante significativa no Brasil, chegando a atingir índices superiores a 50% em algumas concessionárias da região Nordeste (como nos casos da CEAL e da CEPISA – índices de 62% e 51%, respectivamente), e mesmo em algumas regiões de maior renda *per capita*, mas que apresentam elevada taxa de favelização, como é o caso da região atendida pela Light, onde estas perdas atingem o patamar de 42% (Santana e Pederneiras, 2009). Há, portanto, importante parcela do consumo residencial de energia elétrica que não foi analisada neste trabalho pelo fato de não constar nas séries obtidas em EPE (2008b) para o período 1980-2007, que se referem a dados de faturamento.

É importante ressaltar a grande lacuna existente no Brasil em relação a dados primários e pesquisas em diversas áreas, inclusive, relativas à caracterização das famílias, domicílios e seus hábitos de consumo, o que dificulta a realização de estudos periódicos mais detalhados sobre consumo residencial de energia elétrica por uso final e classes de renda. Seja pela irregularidade na coleta de determinados dados ou cobertura da informação⁴⁷, seja pelo levantamento incompleto das informações necessárias⁴⁸, atualmente a principal limitação de estudos mais específicos sobre o setor residencial brasileiro é a indisponibilidade de dados. Ainda assim, registra-se aqui o esforço empreendido por alguns autores no sentido de melhor conhecer o perfil de consumo de energia no setor residencial brasileiro, especialmente no que diz respeito às desigualdades existentes entre domicílios pertencentes a diferentes classes de renda e regiões do País, dentre os quais destacam-se: Arouca (1982), Bôa Nova (1985), Lins (1988), Cohen (2002), Achão (2003) e Lenzen e Schaeffer (2004).

A fim de se identificar, isolar e quantificar a contribuição de cada efeito explicativo, fornecendo, dessa forma, insumos para uma análise mais aprofundada de seus determinantes, a decomposição das variações do consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro foi realizada em duas etapas. Numa primeira análise, buscou-se quantificar os efeitos explicativos da evolução do consumo residencial de energia elétrica em termos das dinâmicas regionais, ou seja, considerando a estrutura de consumidores por região geográfica. Em seguida, numa análise mais aprofundada para cada região geográfica, procedeu-se à investigação de variações no consumo

⁴⁷ A Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), que apresenta, dentre outras informações, as despesas das famílias com energia elétrica e o inventário de eletrodomésticos por classes de rendimento médio mensal familiar para as principais regiões metropolitanas do país, só foi realizada três vezes. A primeira POF apresenta resultados para o período 1986-1987, a segunda para 1995-1996 e a mais recente para o período 2002-2003.

⁴⁸ A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) realizada anualmente pelo IBGE não coleta informações acerca da quantidade de bens e equipamentos presentes nos domicílios, mas somente se estes têm ou não o equipamento. Por sua vez, a Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo realizada pela PUC/Procel, embora apresente informações sobre posse e padrões de uso referentes aos principais equipamentos encontrados nos domicílios ligados às principais concessionárias de energia elétrica, não informa o consumo específico ou potência dos mesmos.

residencial de energia elétrica decorrentes de dinâmicas distintas de evolução no consumo de domicílios pertencentes a diferentes classes de renda.

Para tanto, empregou-se a técnica de decomposição Divisia index de média logarítmica (*Logarithmic Mean Divisia Index I* – LMDI I⁴⁹) apresentada em Ang (2005). Esta técnica, de acordo com Ang (2004 e 2005), como visto no capítulo anterior, é preferível às demais por apresentar diversas vantagens sob o ponto de vista da aplicabilidade, dentre as quais, destacam-se:

- Fornece uma decomposição perfeita, isto é, entre suas parcelas não há termo residual ou de interação, o que simplifica a interpretação dos resultados.
- Permite a desagregação em períodos com durações distintas.
- Possibilita agregação consistente (Ang and Liu, 2001), de sorte que os efeitos em um subgrupo ou categoria podem ser agregados até o nível do grupo – propriedade útil em aplicações onde os setores são subdivididos em vários sub-setores ou segmentos muito segmentados, países em regiões etc.

Ressalte-se que as análises empreendidas neste trabalho estão restritas ao uso direto da energia elétrica nos domicílios, não contemplando, pois, a parcela de energia indireta⁵⁰.

⁴⁹ Segundo Ang (2004), como foi visto no Capítulo 3, do ponto de vista da fundamentação teórica, é facilmente demonstrável que determinados métodos de decomposição são superiores a outros. Se, para a escolha do método for utilizado o critério de aplicabilidade, em que facilidade de uso e simplicidade são fatores considerados importantes, o método escolhido pode ser diferente daquele escolhido sob o critério da fundamentação teórica. Seja qual for o critério empregado na escolha, todo método apresenta potencialidades e limitações. Ademais, em análises de decomposição do uso da energia, fatores como qualidade dos dados, nível de desagregação do setor em estudo e medida do nível de atividade/produção, certamente irão afetar a qualidade e a validade dos resultados da aplicação da técnica escolhida.

⁵⁰ Por energia indireta entende-se àquela embutida nos bens e serviços, utilizada pelos setores produtivos da economia na obtenção e transformação da matéria-prima e distribuição do produto final aos consumidores (Cohen, 2002), como, por exemplo, a energia utilizada na fabricação de eletrodomésticos e no transporte dos mesmos até os pontos de vendas e de lá até os domicílios.

A formulação do método se inicia com a identificação da função a ser investigada, neste caso, o consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro, que, em determinado instante t pode ser expresso em termos de suas duas variáveis-chave:

$$E_t = Q_t \times I_t \quad [\text{Eq. 4.1}]$$

onde Q_t corresponde ao número de consumidores⁵¹ observado no instante t e I_t corresponde ao consumo específico⁵² no instante t .

Considerando que seja possível agregar os consumidores residenciais em categorias homogêneas de consumo i , que tendem a apresentar perfis de consumo semelhantes (seja por se situarem em uma mesma região, apresentando, conseqüentemente, níveis de posse de equipamentos e hábitos de uso semelhantes, seja por pertencerem a uma mesma classe de renda), uma terceira variável, que expresse a participação dos consumidores da categoria ou segmento de consumo i em relação ao total de consumidores observado no instante t , a Eq. 4.1 pode ser re-escrita como:

$$E_t = \sum_i^n e_t^i = \sum_i^n Q_t^i \times I_t^i \times S_t^i \quad [\text{Eq. 4.2}]$$

onde:

e_t^i : corresponde ao consumo residencial de energia elétrica no segmento de consumo i , observado no instante t .

Q_t^i : número de consumidores do segmento de consumo i no instante t .

I_t^i : consumo específico do segmento de consumo i no instante t .

S_t^i : participação dos consumidores do segmento de consumo i em relação ao total de consumidores, observada no instante t .

⁵¹ Um consumidor residencial corresponde à unidade de consumo dotada de medidor ou é identificada pela concessionária de energia elétrica como tal.

⁵² Consumo específico ou consumo médio corresponde à energia média consumida por consumidor residencial.

Considerando os dados para o setor residencial brasileiro disponibilizados em EPE (2008b), optou-se por realizar duas tipologias de análises, a partir da categorização dos consumidores residenciais. Numa primeira análise, subdividiram-se os consumidores residenciais por região geográfica – partindo-se da hipótese de que o comportamento dos consumidores dentro cada região apresentaria um padrão de consumo semelhante, condicionado pelos mesmos fatores climáticos e sócio-culturais, e sujeitos às restrições ditadas pelos padrões de desenvolvimento econômico de suas respectivas regiões. Na segunda análise aqui proposta, os consumidores residenciais foram subdivididos em duas categorias de consumo ligadas à renda domiciliar, conforme a atual classificação dos consumidores residenciais em baixa tensão definida na Resolução ANEEL Nº 246/2002 (ANEEL, 2002a) e na Resolução ANEEL Nº 485/200 ((ANEEL, 2002b), qual seja, Residencial Baixa Renda e Convencional, como será detalhado mais adiante.

A formulação geral do método LMDI I é dada por:

$$\begin{aligned}\Delta E &= E_t - E_{t-1} = \Delta E_{act} + \Delta E_{str} + \Delta E_{int} = \\ &= \sum_i^n \frac{(e_t^i - e_{t-1}^i)}{(\ln e_t^i - \ln e_{t-1}^i)} \times \left[\ln \left(\frac{Q_t^i}{Q_{t-1}^i} \right) + \ln \left(\frac{I_t^i}{I_{t-1}^i} \right) + \ln \left(\frac{S_t^i}{S_{t-1}^i} \right) \right]\end{aligned}\quad [\text{Eq. 4.3}]$$

onde, para o caso residencial em estudo:

$\Delta E = E_t - E_{t-1}$: corresponde à variação do consumo residencial de energia elétrica observada no intervalo de tempo $[t, t-1]$, expressa em termos dos efeitos atividade (ΔE_{act}), estrutura (ΔE_{str}) e intensidade (ΔE_{int}).

$e_t^i - e_{t-1}^i$: corresponde à variação do consumo residencial de energia elétrica do segmento de consumo i , observada no intervalo $[t, t-1]$.

Q_t^i : número de consumidores do segmento de consumo i no instante t .

Q_{t-1}^i : número de consumidores do segmento de consumo i no instante $t-1$.

I_t^i : consumo específico do segmento de consumo i no instante t .

I_{t-1}^i : consumo específico do segmento de consumo i no instante $t-1$.

S_t^i : participação dos consumidores do segmento de consumo i em relação ao total de consumidores, observada no instante t .

S_{t-1}^i : participação dos consumidores do segmento de consumo i em relação ao total de consumidores, observada no instante $t-1$.

Assim, considerando os dados para o setor residencial brasileiro disponibilizados em EPE (2008b), é possível definir os efeitos atividade, intensidade e estrutura como:

- Efeito atividade: efeito que explica a variação do consumo residencial em termos da variação do número de domicílios com acesso à energia elétrica (número de consumidores).
- Efeito intensidade: efeito que explica a variação do consumo residencial em termos da variação do consumo residencial médio ou consumo por consumidor.
- Efeito estrutura: efeito que explica a variação do consumo residencial em termos da variação na participação do número de consumidores de cada região geográfica no total do país (primeira análise) e da variação na participação do número de consumidores de baixa renda e convencionais no total (segunda análise).

Cabe notar que a segunda análise realizada neste trabalho, na qual a estrutura é definida como a participação de consumidores de baixa renda e convencionais no total, foi empreendida para o período 1997-2007, haja vista que o critério de classificação dos domicílios segundo os critérios de baixa renda só foi regulamentado a partir do ano de 1997 (ANEEL, 2002a; 2002b).

4.3 Análise dos Resultados

4.3.1 Análise do impacto de dinâmicas regionais no consumo residencial

A evolução do consumo residencial de energia elétrica e do número de consumidores por região geográfica são mostradas na Figura 19 e na Figura 20 que se seguem.

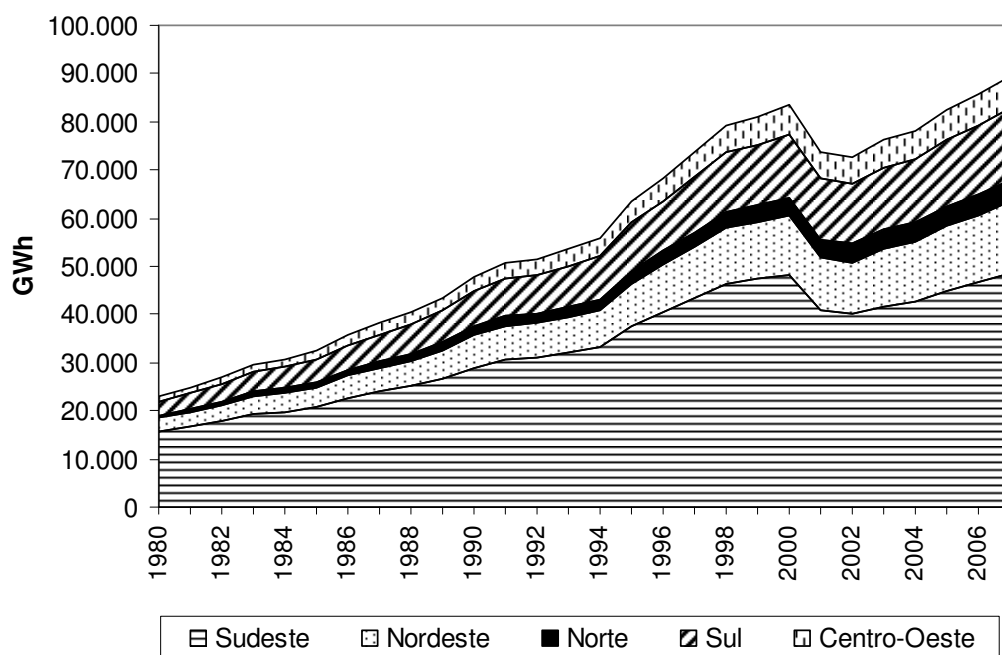


Figura 19 – Evolução do consumo residencial de energia elétrica em baixa tensão por região geográfica, 1980-2007 (GWh)

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2008b).

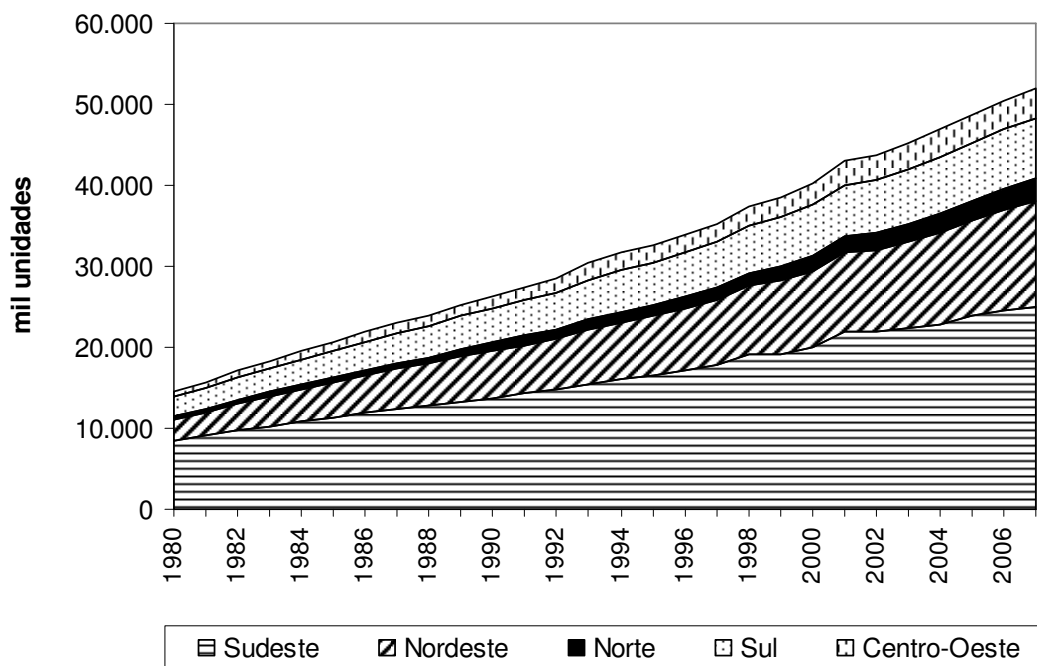


Figura 20 – Evolução do número de consumidores residenciais de energia elétrica em baixa tensão por região geográfica, 1980-2007 (mil unidades)

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2008b).

Na Figura 21 é mostrada a decomposição das variações do consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro para o período compreendido entre 1980 e 2007, onde o efeito estrutura explica a variação do consumo residencial em termos de modificações na participação do número de consumidores de cada região geográfica no total.

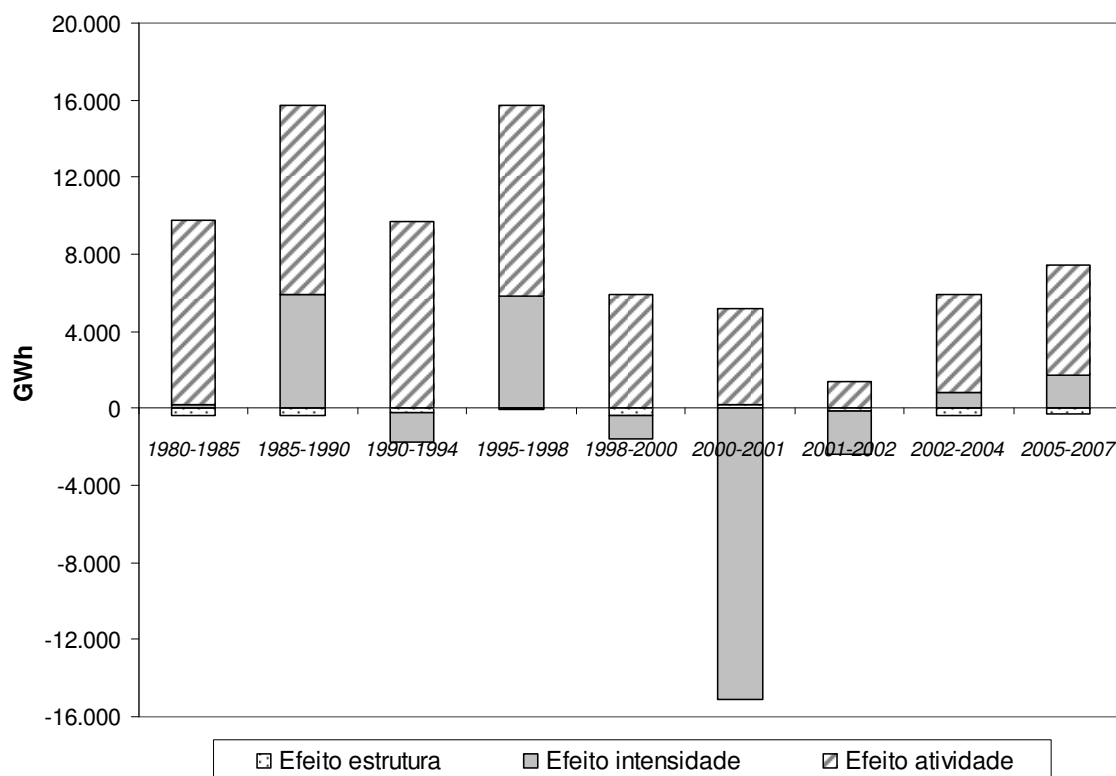


Figura 21 – Decomposição das variações do consumo residencial de energia elétrica (estrutura = regiões), Brasil: 1980-2007 (GWh)

Fonte: Elaboração própria.

É interessante observar que, nesta primeira análise, os efeitos atividade e intensidade são os dois principais determinantes das variações do consumo residencial de energia ao longo de todo o horizonte de análise. O efeito estrutura neste caso, embora de pequena magnitude no período analisado, apresenta grande importância se considerarmos suas causas e conseqüências. Aqui, o efeito negativo significa que o número de novas ligações residenciais cresceu mais em regiões onde os domicílios consomem proporcionalmente menos energia, refletindo, em boa medida, o impacto da implementação de políticas governamentais de transferência de renda e de universalização no acesso à energia elétrica. Neste sentido, entender as causas de alterações na estrutura de consumidores por região pode ajudar países em desenvolvimento como o Brasil a guiar estratégias futuras com vistas a reduzir as desigualdades regionais e favorecer uma redistribuição da renda entre domicílios.

O aumento no consumo residencial de energia elétrica no período compreendido entre 1980 e 1998 é devido, em sua maior parte, à agregação de novos consumidores (efeito atividade positivo). Com efeito, o processo de rápida urbanização do Brasil (ver Tabela 8), orientado por um modelo de desenvolvimento voltado para a industrialização, contribuiu para o deslocamento de grandes contingentes populacionais de áreas predominantemente rurais para os conglomerados urbanos que se formavam. Nota-se que este processo deu-se dentro de um contexto de políticas energéticas voltadas para a geração centralizada de grandes blocos de energia elétrica, que, embora tenham conseguido atender aos grandes centros consumidores, se mostraram incapazes de suprir a maioria da população que residia em áreas rurais naquela época (Schaeffer *et al.*, 2003) (ver Tabela 8). Somente no período mais recente é que se verificou significativa elevação na parcela de domicílios rurais (localizados principalmente nas regiões Norte e Nordeste) com acesso ao serviço de energia elétrica – resultado dos programas sociais do governo, como será visto mais detalhadamente na Seção 4.2, que vem privilegiando, sobretudo, a região Nordeste.

Tabela 8 – População urbana por região geográfica, 1970-2007 (%)

Região Geográfica	1960	1970	1980	1991	2000	2007
Norte	35,5	45,1	51,6	59,0	69,8	76,4
Nordeste	34,2	41,8	50,5	60,7	69,0	71,8
Sudeste	57,4	72,7	82,8	88,0	90,5	92,0
Sul	37,6	44,3	62,4	74,1	80,9	82,9
Centro-Oeste	37,2	48,1	67,8	81,3	86,7	86,8
Brasil	45,1	55,9	67,6	75,6	81,2	83,5

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2001 e 2008a).

Tabela 9 – Domicílios particulares permanentes com acesso à energia elétrica por região geografia e situação, 1985-2007 (%)

Região Geográfica	1985	1998	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Nordeste									
urbana	88,7	97,9	98,2	98,7	98,8	99,1	99,2	99,4	99,5
rural	19,3	62,9	66,5	70,1	72,5	75,3	78,0	81,5	85,2
Sudeste									
urbana	95,9	99,7	99,7	99,8	99,9	99,8	99,9	99,9	99,9
rural	54,8	88,9	91,7	92,4	93,4	94,0	94,2	95,8	97,6
Sul									
urbana	94,8	99,4	99,4	99,6	99,6	99,6	99,7	99,8	99,7
rural	63,1	92,5	90,8	93,0	94,0	95,2	95,9	96,6	98,0
Centro-Oeste									
urbana	91,3	99,5	99,2	99,3	99,6	99,6	99,8	99,8	99,8
rural	28,9	74,9	76,9	79,7	82,3	84,1	89,1	91,0	91,4
Norte									
urbana	89,4	97,8	98,4	98,5	98,7	98,8	99,1	99,2	99,7
rural	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	61,6	64,8	68,7	75,3

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2008a) e Schaeffer et al. (2003).

Na Tabela 10 são apresentadas as taxas de crescimento do número de consumidores para o Brasil e suas regiões no período 1980 e 2007, onde é possível observar aumento do número de ligações residenciais em todas as regiões, sobretudo no Norte, Nordeste e Centro-Oeste, que cresceram acima da média nacional durante praticamente todo o horizonte de análise. De acordo com Eletrobrás (1996), até o ano de 1995 diversas concessionárias destas regiões implementaram programas de combate a fraudes e furtos de energia elétrica, mediante intensificação da fiscalização, instalação de medidores, regularização de consumidores clandestinos e atualização da carga instalada dos consumidores sem medição, levando a uma expansão no número de novas ligações residenciais, constituídas principalmente de consumidores com baixo consumo residencial médio.

Tabela 10 – Taxa de crescimento do número de consumidores por região, 1980-2007 (% a.a.)

Período	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
1980-1985	7,2	10,6	9,7	6,0	7,0	10,2
1985-1990	5,1	10,8	6,6	3,9	5,0	7,3
1990-1994	4,8	6,7	4,9	3,9	4,7	10,7
1995-1998	4,8	5,4	5,0	4,9	3,7	5,1
1998-2000	3,7	7,8	5,3	2,5	3,4	5,2
2000-2001	6,6	3,8	4,7	9,1	2,9	5,9
2001-2002	2,0	6,0	3,3	0,3	2,8	5,5
2002-2004	3,4	4,9	5,7	2,2	2,8	4,7
2004-2007	3,4	5,1	4,9	2,7	2,9	3,7

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2008b).

Com isto, houve aumento da participação relativa dos consumidores nas regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste em relação às regiões Sudeste e Sul (Figura 22), que se traduziu em um efeito estrutura negativo observado nos períodos 1980-1985, 1985-1990 e 1990-1994 (Figura 21), haja vista a predominância da agregação de novos consumidores com baixo consumo médio naquelas regiões (Tabela 11).

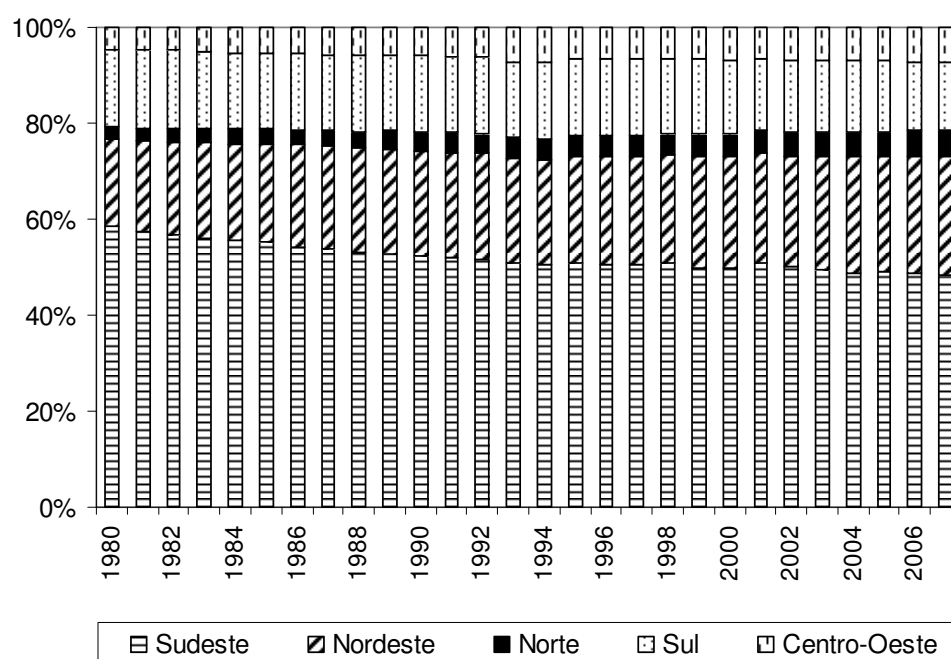


Figura 22 – Evolução da estrutura de consumidores residenciais em baixa tensão por região geográfica, 1980-2007 (%)

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2008b).

Tabela 11 – Consumo residencial médio por região para o período 1980-2007
(kWh/consumidor/mês)

Região	1980	1985	1990	1994	1995	1998	2000	2001	2002	2004	2007
Sudeste	155	151	175	173	189	203	200	156	152	155	162
Nordeste	85	84	96	91	101	115	110	93	89	91	94
Norte	127	131	150	128	148	168	165	152	147	142	140
Sul	105	121	146	148	160	174	176	167	162	158	164
Centro-Oeste	134	140	161	133	173	188	184	151	145	148	152
Brasil	132	132	151	146	162	176	173	143	138	139	143

Nota: Consumo médio de unidades consumidoras ligadas em baixa tensão.

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2008b).

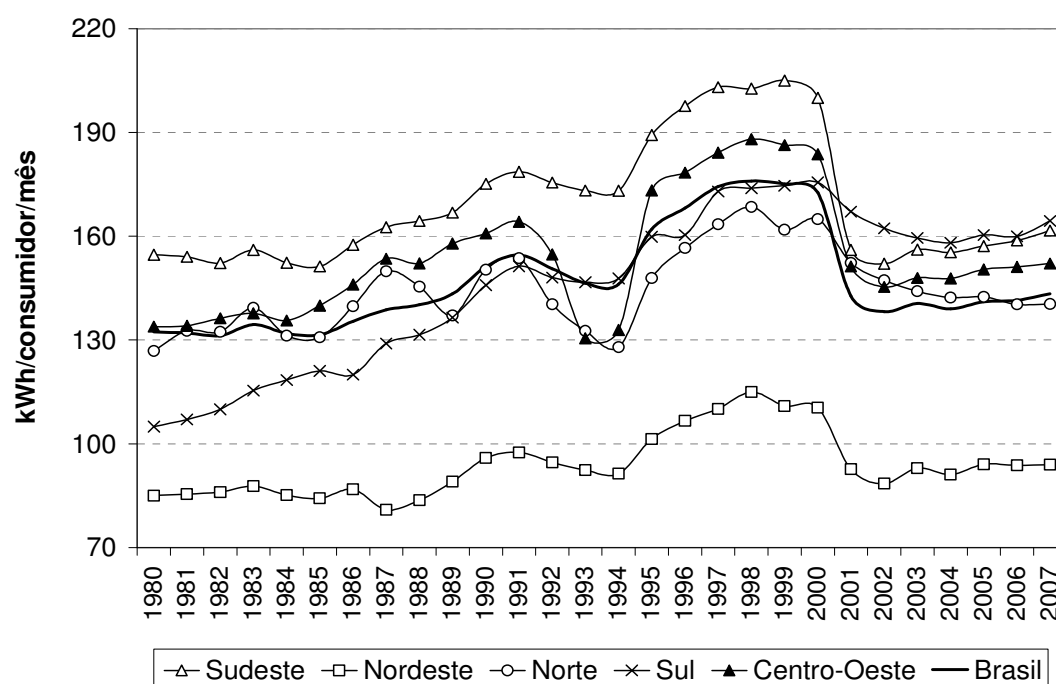


Figura 23 – Evolução do consumo residencial médio por região para o período 1980-2007
(kWh/consumidor/mês)

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2008b).

No período 1985-1989, além da agregação de novos consumidores, contribuiu para o aumento do consumo residencial de energia elétrica uma maior utilização da energia elétrica nos domicílios (efeito intensidade positivo). De fato, desde o final da década de 1970, e ao longo de toda a década de 1980, o governo brasileiro utilizou o controle de preços como instrumento de combate à inflação (Tolmasquim *et al.*, 2002). As tarifas de energia elétrica foram mantidas artificialmente baixas, fato que, conjugado ao aumento do estoque de equipamentos (ver Tabela 12), acabou por estimular o

consumo de energia nos domicílios. É interessante notar que os dois racionamentos⁵³ ocorridos neste período – o primeiro nos estados da Região Sul, entre janeiro e abril de 1986, e o segundo no ano de 1987, abrangendo os estados do Nordeste mais o norte de Goiás e sul do Pará e tendo durando cerca de 11 meses, constituindo-se no mais longo racionamento por que passaram essas regiões do País (EPE, 2006), como pode ser depreendido a partir da queda observada no consumo residencial médio para estas regiões (Figura 23) – não se refletiram em queda no consumo residencial médio brasileiro (houve um efeito líquido positivo, traduzido pelo efeito intensidade positivo mostrado na Figura 21).

⁵³ Ressalta-se que ao longo do período compreendido entre 1980 e 2007 o mercado de energia elétrica sofreu a influência da implantação de três racionamentos. Tendo o terceiro ocorrido, além dos dois mencionados, entre os anos de 2001 e 2002, com duração de nove meses. As restrições impostas ao consumo de energia elétrica se estenderam pelas regiões Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Norte. Conforme evidenciado em EPE (2006), embora não tão longo como o ocorrido anteriormente no Nordeste, a recuperação do mercado após este último racionamento foi mais lenta, especialmente no que diz respeito ao consumo por parte dos consumidores residenciais.

Tabela 12 – Evolução dos domicílios com bens duráveis por região metropolitana, 1987 e 1996 (%)

Região Metropolitana	Ano	Ar condicionado	Automóvel	Conjunto de som	Fogão	Forno de microondas	Freezer	Geladeira	Máquina de lavar roupas	Máquina de lavar pratos	Microcomputador	Televisão
Goiânia - GO	1987	1,9	36,4	38,8	98,7	0,0	10,3	82,7	23,9	1,2	0,0	86,6
	1996	2,7	41,7	64,5	99,4	8,2	23,5	90,7	60,6	4,1	4,4	92,7
Brasília - DF	1987	0,6	38,6	51,5	98,3	0,0	10,1	85,7	30,3	2,8	0,0	89,9
	1996	0,5	50,4	77,1	98,8	1,0	27,2	91,8	58,9	7,2	1,0	95,3
Belém	1987	8,8	16,6	38,3	98,0	0,0	8,8	81,7	9,4	0,3	0,0	84,2
	1996	15,1	17,3	52,9	98,4	5,6	22,6	81,2	33,3	2,6	3,8	90,5
Fortaleza	1987	3,1	21,8	38,5	93,7	0,0	5,1	65,9	5,8	0,5	0,0	73,6
	1996	4,5	19,4	52,5	97,4	4,3	8,2	72,0	11,3	1,5	2,7	88,4
Recife	1987	8,1	20,3	44,5	97,0	0,0	4,4	72,5	7,0	0,4	0,0	78,0
	1996	13,4	20,3	64,2	98,7	5,2	13,1	78,7	18,1	1,9	3,3	88,7
Salvador	1987	2,4	20,5	48,4	96,8	0,0	6,1	79,3	7,7	0,6	0,0	77,2
	1996	4,4	20,2	60,2	98,1	5,4	15,5	84,1	20,2	1,3	4,7	90,6
Belo Horizonte	1987	0,6	32,3	42,3	98,7	0,0	4,7	84,9	23,4	1,2	0,0	87,2
	1996	1,0	35,7	70,3	99,5	10,1	16,0	88,7	38,5	4,1	7,7	93,2
Rio de Janeiro	1987	16,1	26,9	45,3	99,0	0,0	6,3	89,5	24,2	1,0	0,0	88,6
	1996	22,7	28,4	64,0	99,2	10,5	21,2	95,0	38,9	4,1	6,0	96,7
São Paulo	1987	1,6	41,6	48,3	99,4	0,0	6,7	92,5	42,4	3,2	0,0	93,8
	1996	1,0	44,1	63,9	98,9	26,2	16,5	93,8	61,8	10,1	8,8	94,9
Curitiba	1987	1,0	37,6	44,0	99,2	0,0	9,5	85,2	37,0	2,5	0,0	89,4
	1996	1,4	43,7	59,5	99,5	20,0	22,7	91,0	59,6	9,7	8,3	94,0
Porto Alegre	1987	9,0	34,3	43,4	99,6	0,0	10,0	92,2	31,1	3,3	0,0	92,3
	1996	16,2	40,6	65,4	99,2	17,5	28,0	93,1	56,4	11,3	7,2	95,8
Total das áreas	1987	6,4	33,0	45,8	98,7	0,0	6,9	87,6	29,3	2,0	0,0	89,0
	1996	8,6	35,5	63,9	99,0	1,0	18,7	90,8	46,6	6,6	1,0	94,2

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2009a)

Com efeito, a associação de uma política de equalização tarifária (instituída pelo Decreto-Lei nº 1.383/1974) – que vigorou entre 1974 e 1993, e estabelecia a adoção de uma única tarifa em todo o território nacional, para uma mesma classe de consumo – com um mecanismo de subsídio cruzado (entre regiões e faixas de consumo),

buscou estimular o desenvolvimento energético regional, oferecendo tarifas compatíveis com a renda da população de mais baixa renda (Oliveira *et. al.*, 2005).⁵⁴

O início da década de 1990 foi marcado pelos Planos Collor⁵⁵ que, com os objetivos de estabilizar a economia e controlar a inflação, reduziram a liquidez e, com isso, a disponibilidade de renda das famílias. Somado a isto, a partir de 1993, dentro de um processo conhecido como *desequalização tarifária*⁵⁶, as tarifas de energia elétrica aos usuários finais, dentre eles os consumidores residenciais, passaram a sofrer reajustes periódicos (Tavares, 2003) (como apresentado na Tabela 13), o que acarretou em decréscimo no uso da eletricidade nos domicílios no período 1990-1994 (queda no efeito intensidade, que se tornou negativo – ver Figura 21).

Tabela 13 – Comparação entre a evolução real das tarifas residenciais de energia elétrica no Brasil e em países selecionados: 1989-1997

País	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Brasil	100	152	136	147	152	177	189	240	240
EUA	100	104	107	109	109	111	111	111	111
França	100	106	104	108	108	108	108	109	109
Noruega	100	107	111	118	123	118	120	125	125
Reino Unido	100	106	111	119	114	116	114	114	114
OCDE	100	105	109	114	115	117	120	118	118

Fonte: Abreu (1999) apud Tavares (2003).

No que diz respeito às tarifas residenciais naquele período, cabe notar ainda que sobre as tarifas de toda a classe residencial incidiam descontos escalonados, como

⁵⁴ Nota-se que as concessionárias de energia elétrica eram responsáveis naquela época pela identificação dos segmentos de baixa renda que seriam beneficiados com tarifa social e pela definição do acréscimo na tarifa dos demais consumidores para compensar os descontos concedidos (Instituto Acende Brasil, 2007).

⁵⁵ Com o propósito de controlar a inflação a partir do congelamento de preços, os Planos Collor I e Collor II se ancoravam na reforma monetária de redução da liquidez da economia e nas reformas administrativa e fiscal, que marcaram o início do programa de privatizações de empresas de diversos setores da economia nacional, suspenderam subsídios, incentivos fiscais e isenções, acabando por gerar grave recessão sem redução da inflação, e que culminaram no processo de *impeachment* do presidente Fernando Collor de Mello no ano de 1992.

⁵⁶ A *desequalização tarifária* consistiu em diferenciar as tarifas segundo a estrutura de custos e as características do mercado de cada empresa distribuidora de energia elétrica (Santana e Pederneiras, 2009). Assim, por meio da Lei nº 8.631/1993, e do Decreto nº 774/1993 que a regulamentava, as distribuidoras de energia elétrica passaram a apresentar ao DNAEE, órgão responsável naquela época pela homologação das tarifas a serem aplicadas ao mercado consumidor de cada distribuidora, as tarifas necessárias à cobertura dos custos pelo serviço prestado (Tavares, 2003; Santana e Pederneiras, 2009).

mostrado na Tabela 14.⁵⁷ Este regime de descontos não foi alterado pelo processo de desqualização tarifária – embora os níveis das tarifas tenham sido elevados com o objetivo de recuperar as desvalorizações ocorridas em períodos anteriores (Tavares, 2003). O único critério utilizado para a concessão da tarifa social era, portanto, o nível de consumo dos domicílios, fundamentado na hipótese de que há uma correlação positiva entre consumo de energia elétrica e rendimento das famílias (Santana e Pederneiras, 2009; Tavares, 2003). Com isto, um subsídio tarifário era gerado aos consumidores de alto poder aquisitivo que apresentavam baixo consumo.

Tabela 14 – Descontos aplicados sobre as tarifas da classe residencial no período anterior a 1995

Faixa de Consumo (kWh/consumidor/mês)	Desconto (%)
0 – 30	83
30 – 100	55
101 – 200	25
Acima de 201	0

Fonte: Tavares (2003).

A partir do ano de 1994, com o anúncio do Plano Real⁵⁸, que distribuiu renda às famílias e ampliou as condições de crédito, houve aumento nas vendas de eletrodomésticos e imediata recuperação do consumo de eletricidade nos domicílios. De fato, conforme elucidado em Schaeffer *et al.* (2003), a valorização da moeda nacional⁵⁹, a redução das taxas de inflação e o aumento real do salário mínimo decorrentes do Plano Real, contribuíram significativamente para o aumento do poder aquisitivo da população⁶⁰, redução da pobreza e redistribuição de renda entre 1994 e 1998. O aumento do consumo residencial é, então, explicado no período 1995-1998,

⁵⁷ Além do subsídio regressivo (descontos maiores para consumos menores) concedido a todos os consumidores residenciais, os descontos permaneciam ainda que o consumo ultrapassasse o limite das faixas beneficiárias, conforme elucidado por Santana e Pederneiras (2009). Assim, se um consumidor residencial apresentasse um consumo mensal de 220 kWh, os descontos apresentados na Tabela 14 seriam aplicados sobre a parcela de consumo inferior a 200 kWh. Para os 20 kWh excedentes aos 200 kWh, seria aplicada a tarifa plena.

⁵⁸ Ver Nota 20.

⁵⁹ De acordo com Banco Mundial (2001) *apud* Schaeffer *et al.* (2003), houve valorização de 35% da moeda nacional entre julho de 1994 e fevereiro de 1995.

⁶⁰ IPEA (2001) *apud* Schaeffer *et al.* (2003) estimou em 9% o aumento do poder de compra da camada mais pobre da população, resultante do fim da inflação.

além da agregação de novos consumidores (efeito atividade positivo apresentado na Figura 21), por um efeito intensidade positivo de magnitude significativa (Figura 21).

Ressalta-se que houve no ano de 1995 importante modificação no regime de descontos sobre a tarifa aplicada à classe residencial. Com o intuito de eliminar o subsídio tarifário concedido aos consumidores de alto poder aquisitivo, por meio da Portaria nº 267/1995 os descontos que, antes da data de sua edição, eram concedidos indistintamente a todos os consumidores residenciais (ver Tabela 14) foram reduzidos e passaram a se restringir à subclasse Baixa Renda – criada nesta mesma época pela Portaria DNAEE nº 437/1995 (v. Tabela 15).⁶¹ Assim, uma vez ultrapassado o “teto” de consumo desta subclasse em cada região do país, o consumidor passou a pagar a mesma tarifa plena aplicada à subclasse Convencional.⁶²

Tabela 15 – Descontos aplicados sobre a tarifa da subclasse Residencial Baixa Renda no período pós-1995

Faixa de Consumo (kWh/consumidor/mês)	Desconto (%)
0 – 30	65
30 – 100	40
101 – 200	10
Acima de 201	0

Fonte: Tavares (2003).

Assim, dentro do processo de privatizações das empresas do setor elétrico, iniciado no ano de 1995⁶³, houve nova elevação nas tarifas de energia elétrica (ver Tabela 13).

⁶¹ Passou a existir a partir desta data no Brasil um programa de tarifa social focalizado - que beneficiava somente a subclasse Baixa Renda, em substituição ao programa anterior mais abrangente, que beneficiava todos os consumidores residenciais. Para mais detalhes acerca da Portaria DNAEE nº 437/1995, ver Nota 17.

⁶² De acordo com Santana e Pederneiras (2009), os limites de consumo para enquadramento na subclasse Baixa Renda passaram a variar conforme a região do país. No Nordeste, por exemplo, o limite regional estabelecido foi de 140 kWh/mês ao passo que no Sudeste o limite regional estabelecido foi de 220 kWh/mês. Assim, conforme evidenciado por França (1999) *apud* Santana e Pederneiras (2009), cada concessionária passou a definir que consumidores residenciais seriam beneficiários da tarifa social, desde que dentro do limite regional estabelecido. Além dos limites de consumo estabelecidos para a obtenção dos descontos, cada concessionária podia exigir critérios adicionais para a inclusão de domicílios nos descontos baixa renda (Mendes, 2000).

⁶³ A Lei nº 8.987/1995, conhecida como Lei das Concessões constituiu-se o marco fundamental do início do processo de privatizações no Brasil. No caso específico do setor elétrico, a Lei nº 9.074/1995 estabelece as bases para a regulamentação das concessões.

Segundo Tavares (2003): “ao final de 1995, após 18 meses sem reajustes tarifários, período praticamente coincidente com a vigência do Plano Real, o DNAEE reajustou linearmente em 20,5% as tarifas de energia elétrica, contra uma inflação acumulada de 33,3% (IGPM-FGV). A classe residencial, no entanto, teve um tratamento diferenciado, pois o reajuste tarifário aplicado foi de apenas 3% em algumas concessionárias e nulo nas demais (...).” Os aumentos substanciais que a classe residencial arcou nesta época, conforme elucidado por Sauer (2002) *apud* Tavares (2003), foram devidos a mudanças de enquadramento e redução da progressividade nos descontos das tarifas, resultantes da redução no universo de beneficiados com os descontos em “cascata” da tarifa social, uma vez que passaram a pagar a tarifa plena.⁶⁴

De acordo com Tolmasquim *et al.* (2002), o setor residencial foi, de fato, o mais afetado pelo aumento das tarifas no período compreendido entre 1995 e 2001. Em termos nominais, a elevação das tarifas residenciais de energia elétrica naquele período foi de aproximadamente 136% e em termos reais, de cerca de 40%⁶⁵. Adicionalmente, em consequência do aumento do desemprego e do acirramento da competitividade na iniciativa privada, segundo IBGE (2008b), o rendimento médio do trabalho nas principais regiões metropolitanas⁶⁶ do país caiu 11% entre os anos de 1998 e 2001. Esta queda nos rendimentos conjugada ao aumento das tarifas residenciais acarretaram reduções no consumo residencial médio, que pode ser visualizado na Figura 21 por um efeito intensidade decrescente no período 1998-2001.

Por ocasião de restrição na oferta de energia elétrica no período 2001-2002, o país vivenciou grave racionamento, quando os domicílios localizados nas regiões Sudeste,

⁶⁴ Com a edição simultânea da Portaria nº 267/1995 e da Portaria DNAEE nº 437/1995, que, respectivamente, alterou o regime de descontos concedidos à classe residencial e criou a subclasse Residencial Baixa Renda, os descontos passaram a incidir somente sobre tarifa social paga pela recém-criada subclasse Baixa Renda.

⁶⁵ A inflação, medida pelo Índice de Preços ao Consumidor da FIPE, no período 1995-2001 foi de 68,8%. (Tolmasquim *et al.*, 2002)

⁶⁶ Recife, Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo e Porto Alegre.

Centro-Oeste, Nordeste e Norte⁶⁷ foram forçados a reduzir o uso da eletricidade (efeito intensidade negativo). Vale notar que o incremento observado no efeito atividade no ano de 2001 é atribuído, em parte, ao desmembramento de faturas de energia elétrica de consumidores residenciais. Até aquela época era comum um único medidor registrar o consumo de um conjunto de famílias, especialmente em comunidades de mais baixa renda. Com as metas de consumo⁶⁸ impostas pelo governo em razão do racionamento de energia elétrica, cresceu o número de solicitações de desmembramento de faturas e instalação de novos medidores por parte de consumidores preocupados em não incorrerem em sobre-taxas. (EPE, 2008b).

No que concerne à aplicação da tarifa social, uma nova e significativa alteração foi introduzida no ano de 2002 por meio da Lei nº 10.438/2002, que unificou o critério para concessão do benefício em todo território nacional. De acordo com Tavares (2003), passou-se a utilizar um sistema “misto”, que conjuga um critério de consumo mínimo a critérios adicionais para consumidores que apresentem consumo superior ao mínimo estabelecido. Assim, o benefício da tarifa social é automaticamente concedido

⁶⁷ Ver Nota 19.

⁶⁸ Por meio da Resolução no. 4, de 22 de maio de 2001, a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica estabeleceu regimes especiais de tarifação, limites de uso e fornecimento de energia elétrica e medidas de redução de seu consumo. De modo geral, as medidas utilizadas para enfrentar a escassez de energia se deram no sentido da restrição ao consumo, quer pelo estabelecimento de limites ao consumo de energia, quer pelo aumento real dos preços, através de tarifas punitivas diferenciadas por faixas de consumo. Desta forma, o consumidor residencial esteve sujeito as seguintes regras:

- domicílios com consumo mensal entre 100 KWh e 200 KWh: redução de 20% no consumo;
- domicílios com consumo mensal entre 200 KWh e 500 KWh: redução de 20% no consumo e tarifas acrescidas em 50% no valor do KWh que superar 200 KWh;
- domicílios com consumo mensal acima de 500 kWh: redução de 20% no consumo e tarifas acrescidas em 50% no valor do KWh acima de 200 KWh e em 200% no valor do KWh que ultrapassar 500 KWh;

Os domicílios com consumo mensal inferior a 100 KWh não apresentavam meta de redução, e tinham direito a um bônus de até R\$ 2,00 para cada R\$ 1,00 economizado (em valores de 2001).

Os consumidores com consumo mensal entre 100 e 200 KWh tinham direito a um bônus que podia chegar a R\$ 1,00 para cada R\$ 1,00 economizado além da meta estipulada pelo governo, ou seja, só haveria bônus caso a economia fosse além da meta de redução estipulada pelo governo.

Os domicílios que não cumprissem as metas estavam sujeitos a corte de três dias no fornecimento de energia e de seis dias, em caso de reincidência. (Presidência da República, 2001)

para aqueles consumidores residenciais com consumo médio mensal inferior a 80 kWh (desde que apresentem circuito monofásico). Os consumidores residenciais que apresentem consumo médio mensal entre 80 e 220 kWh (desde que dentro do limite regional), entretanto, devem comprovar junto à concessionária que fazem parte do Programa Bolsa Família⁶⁹ (Resolução ANEEL nº 246/2002 e Resolução ANEEL nº 485/2002)⁷⁰.

Com isto, o percentual de consumidores residenciais classificados como Baixa Renda no país aumentou de 20% para 36% do total de consumidores residenciais, entre 2001 e 2002, respectivamente (EPE, 2008b). O maior incremento ocorreu na região Nordeste, onde a subclasse Baixa Renda evoluiu de 18% para 55% entre 2001 e 2002, respectivamente (EPE, 2008b).⁷¹

A retomada do consumo residencial no período pós-acionamento, mais especificamente no ano de 2003, é explicada na Figura 21 por um pequeno crescimento no consumo médio (efeito intensidade positivo) e pela inclusão de novos consumidores (efeito atividade positivo). A partir do ano 2004, a recuperação dos

⁶⁹ Instituído pela Lei nº 10836/2004 e regulamentado pelo Decreto nº 5209/2004, o Bolsa Família é um programa de transferência direta de renda que beneficia famílias em situação de pobreza (com renda mensal por pessoa de R\$ 60,01 a R\$ 120,00, equivalente a US\$ 120,02 a US\$ 240,00) e extrema pobreza (com renda mensal por pessoa de até R\$ 60,00 ou US\$ 120,00). Os procedimentos de gestão e execução dos programas de transferência de renda anteriores em vigor foram unificados pelo Programa Bolsa Família, que têm entre os seus objetivos básicos: promover o acesso à rede de serviços públicos, em especial, de saúde, educação e assistência social; combater a fome e promover a segurança alimentar e nutricional; estimular a emancipação sustentada das famílias que vivem em situação de pobreza e extrema pobreza; combater a pobreza; e promover a intersetorialidade, a complementaridade e a sinergia das ações sociais do Governo. Para receber o benefício é preciso que o beneficiário comprove o atendimento a três condições básicas, com relação à: (i) educação: frequência escolar mínima de 85% para crianças e adolescentes entre 6 e 15 anos e mínima de 75% para adolescentes entre 16 e 17 anos; (ii) saúde: acompanhamento do calendário de vacinas e do crescimento e desenvolvimento para crianças menores de 7 anos; e pré-natal das gestantes e acompanhamento das nutrizes na faixa etária de 14 a 44 anos; (iii) assistência social: frequência mínima de 85% da carga horária relativa aos serviços socioeducativos para crianças e adolescentes de até 15 anos em risco ou retiradas do trabalho infantil. Atualmente, o Programa Bolsa Família atende a 11,1 milhões de famílias em todos os municípios brasileiros (MDS, 2009).

⁷⁰ Ver Nota 6.

⁷¹ Para atender à expansão do universo de consumidores residenciais classificados como Baixa Renda e beneficiados pela tarifa social foi necessário criar novas formas de financiamento a partir de 2002. Para aprofundamentos acerca deste tema, ver Santana e Pederneiras (2009).

rendimentos familiares associada a tarifas residenciais de energia elétrica decrescentes parece contribuir para o processo de retomada do consumo residencial médio, na medida em que favorecem uma maior aquisição e uso de eletrodomésticos nos domicílios.

No entanto, é interessante observar que a despeito da melhoria na renda e da queda nas tarifas que vem ocorrendo desde 2004 (Figura 4), condições necessárias para uma maior utilização da energia elétrica nos domicílios, estas não têm se mostrado suficientes (como ocorreu no passado) para que o patamar de consumo residencial médio de 173 kWh/consumidor/mês verificado em 2000 – ano anterior ao racionamento, tenha sido retomado. No ano de 2007, o consumo residencial médio ainda se situava em 143 kWh/consumidor/mês⁷².

Diversas razões podem explicar este fato, dentre elas, destacam-se a manutenção dos hábitos de consumo adquiridos pela população nas regiões mais afetadas pelo racionamento e o impacto de programas governamentais de transferência de renda, como o Bolsa Família⁷³, e de universalização do acesso à energia elétrica, como o Programa Luz para Todos⁷⁴, visto que parte dos consumidores residenciais que vem sendo conectados à rede de energia elétrica correspondem a domicílios de baixa renda localizados principalmente em áreas rurais da região Nordeste.

A fim de investigar mais detalhadamente em que medida as variações no consumo residencial de energia elétrica observadas no período 1997-2007 decorrem de dinâmicas distintas de evolução no consumo de domicílios pertencente a diferentes categorias de consumo, especialmente a partir do ano de 2002, procedeu-se à decomposição do consumo residencial para cada região geográfica, conforme descrito a seguir.

⁷² Nível de consumo próximo ao verificado no ano de 1994.

⁷³ Ver Nota 69.

⁷⁴ Ver Nota 13.

4.3.2 Análise do impacto da evolução das categorias de consumo

A análise da evolução do consumo residencial de energia elétrica sob a perspectiva de uma estrutura diferenciada pela renda domiciliar, fornece insumos adicionais à análise empreendida na seção anterior, contribuindo para um melhor entendimento dos determinantes das variações do consumo residencial ocorridas no período compreendido entre 1997 e 2007.

A evolução do consumo residencial de energia elétrica por categoria de consumo durante o período 1997-2007 e a decomposição de suas variações em termos dos efeitos atividade, intensidade e estrutura - definida agora como a participação das categorias de consumidores (Baixa Renda e Convencional) no total do país – são apresentadas, respectivamente, na Figura 24 e na Figura 25.

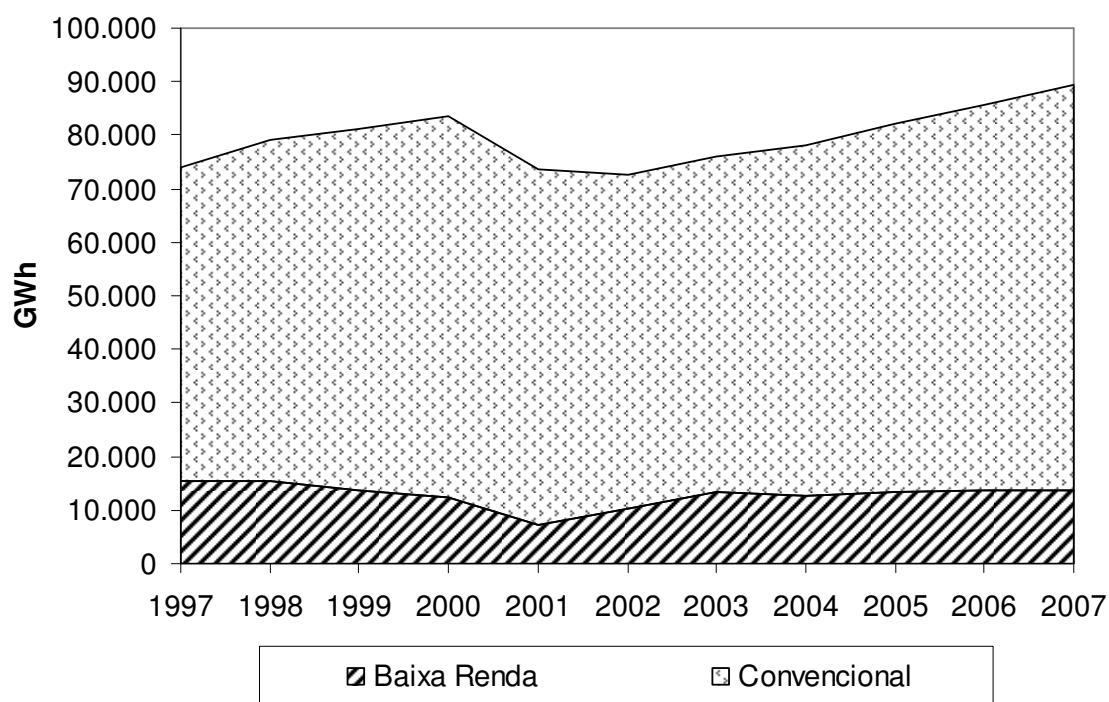


Figura 24 – Evolução do consumo residencial de energia elétrica por categoria de consumo, Brasil: 1997-2007 (GWh)

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2008b).

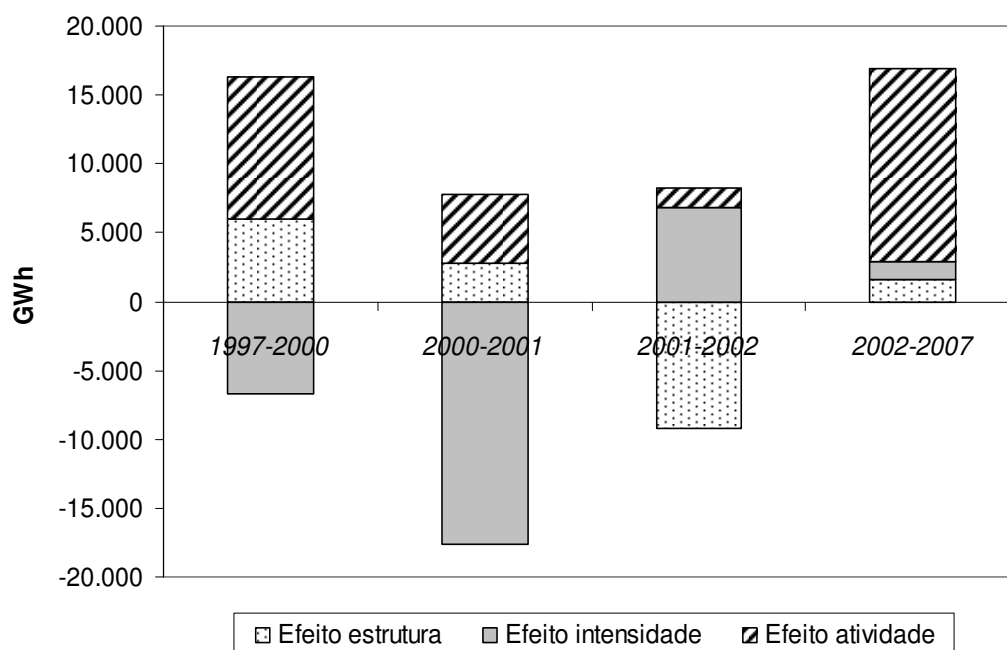


Figura 25 – Decomposição das variações do consumo residencial de energia elétrica (estrutura = categorias de consumo), Brasil: 1997-2007 (GWh)

Fonte: Elaboração própria.

Conforme mencionado na análise empreendida anteriormente (Seção 4.3.1), após o aumento vigoroso do consumo residencial vivenciado entre os anos de 1994 e 1997, resultado do crescimento das vendas e uso de eletrodomésticos proporcionados pelo Plano Real⁷⁵, o processo de abertura da economia nacional para o capital estrangeiro iniciado em 1995, do qual o processo de privatizações de concessionárias de energia elétrica fez parte, consolidou-se no período 1998-2000 (Pires *et al.*, 2002), trazendo como conseqüências imediatas: sucessivos aumentos nas tarifas residenciais e reduções nos rendimentos familiares. Como resultado, houve diminuição no consumo residencial médio brasileiro, refletido no efeito intensidade negativo ilustrado na Figura 25. Esta redução ocorreu em todas as regiões do país, conforme apresentado na Figura 26, embora em magnitudes diferentes.

⁷⁵ Ver Nota 20.

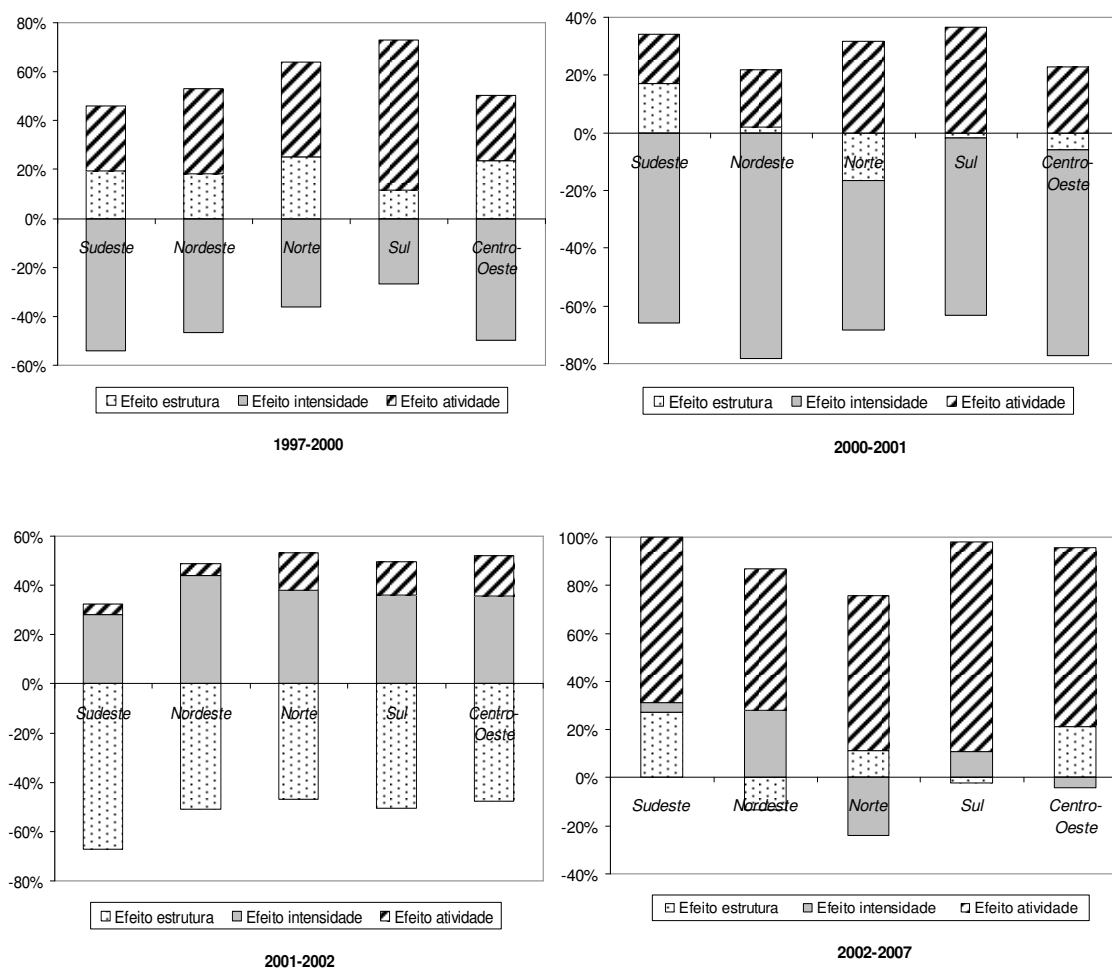


Figura 26 - Decomposição das variações do consumo residencial de energia elétrica por região geográfica, segundo o período (estrutura = categorias de consumo), 1997-2007 (%)

Fonte: Elaboração própria.

Na realidade, conforme pode ser observado na Figura 27, que apresenta a evolução do consumo residencial médio por categoria para o País como um todo, esta redução parece ter ocorrido somente na categoria Convencional. O fato de a categoria Baixa Renda se beneficiar de tarifa subsidiada⁷⁶, cujo desconto em relação à tarifa da categoria Convencional pode chegar a 65% (Tabela 15), parece não a ter feito sentir

⁷⁶ A tarifa social atualmente em vigor foi estabelecida pela Lei nº 10438/2002 e regulamentada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) pelas Resoluções 246/2002, 485/2002 e 253/2007 (Aneel, 2002a; 2002b e 2007).

tanto os aumentos tarifários como os consumidores convencionais durante o período 1997-2000.

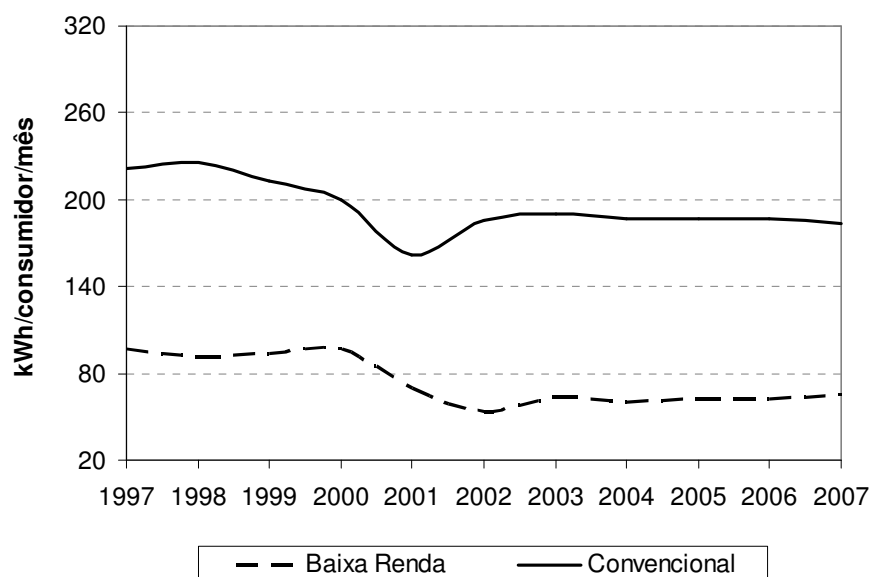


Figura 27 - Evolução do consumo residencial médio de energia elétrica por categoria de consumo, Brasil: 1997-2007 (kWh/consumidor/mês)

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2008b).

No entanto, a análise da evolução do consumo residencial médio por categoria em cada região do País (Figura 28) mostra que a categoria Baixa Renda também sofreu reduções durante o período 1997-2000, ainda que de forma menos intensa do que o observado na categoria Convencional.

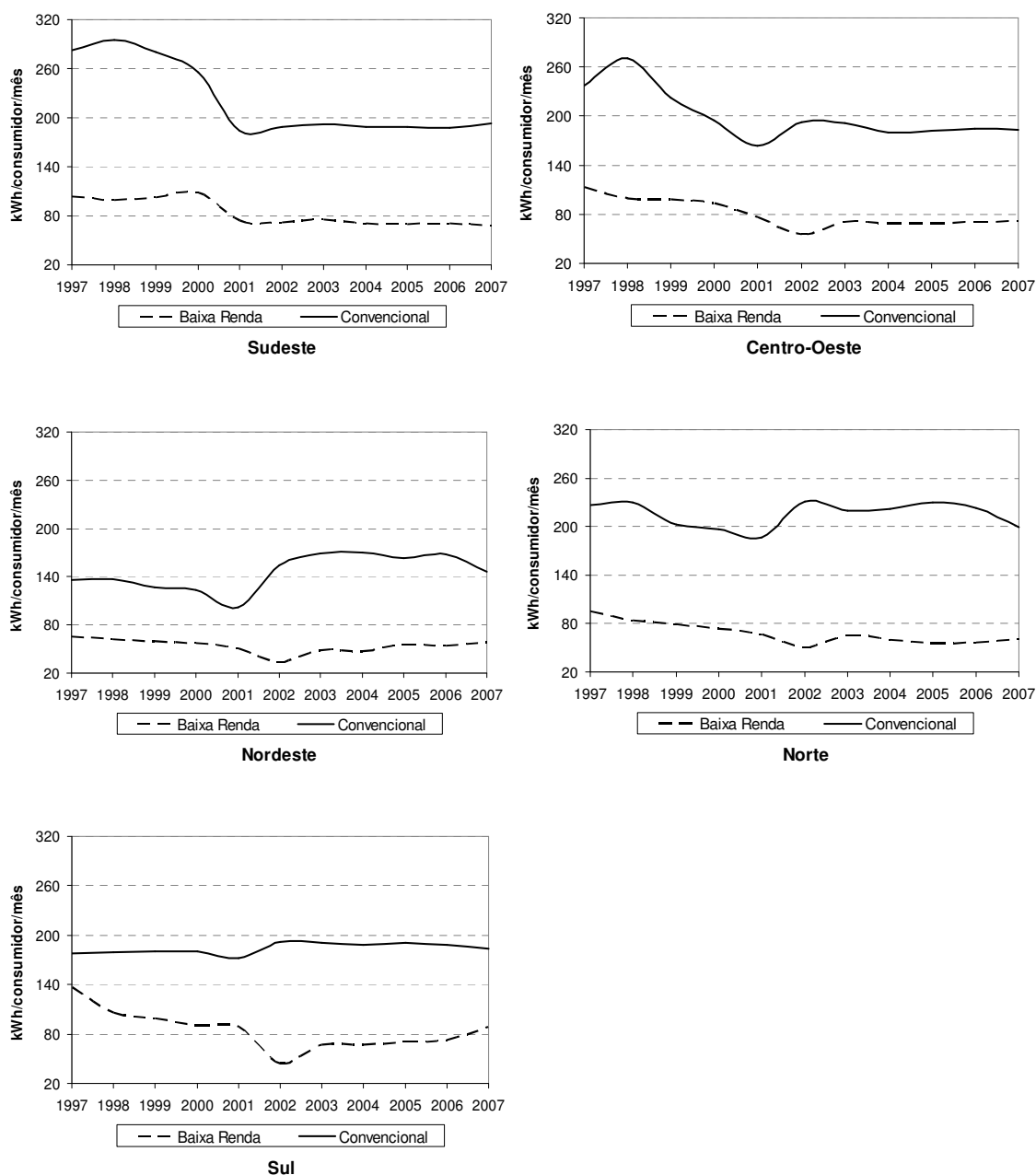


Figura 28 - Evolução do consumo residencial médio de energia elétrica por categoria de consumo, segundo as Regiões: 1997-2007 (kWh/consumidor/mês)

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2008b).

Com efeito, conforme evidenciado na Seção 4.3.1, no ano de 1995, com a edição da Portaria nº 267/1995, os descontos que, antes da data de sua edição, eram concedidos indistintamente a todos os consumidores residenciais foram reduzidos e passaram a se restringir à subclasse Baixa Renda – criada nesta mesma época pela Portaria DNAEE nº 437/1995 (DNAEE, 1995). Desta forma, uma vez ultrapassado o

limite máximo de consumo estabelecido para esta subclasse em cada região do país, o consumidor passava a pagar a mesma tarifa plena aplicada à subclasse Convencional.

Ressalta-se que, além dos limites de consumo estabelecidos para a obtenção dos descontos, as concessionárias podiam exigir critérios adicionais, desde que homologados pelo órgão regulador. Como evidenciado em Mendes (2000), a implantação destes critérios adicionais acarretou uma redução no universo de consumidores até então beneficiados pela tarifa baixa renda por apresentarem consumo mensal abaixo do teto estabelecido. No caso da Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL)⁷⁷, por exemplo, a simples instalação de um chuveiro elétrico excedeu o limite estabelecido para carga instalada, 4 kW (um dos critérios adicionais definido pela concessionária no ano de 1996 e homologado pela Portaria DNAEE nº 261/1996) (Mendes, 2000). Somente no ano de 2000, por meio da Resolução ANEEL nº 196/2000 (que revogou a Portaria DNAEE nº 261/1996), a carga instalada foi aumentada de 4 kW para até 6,2 kW, possibilitando que as famílias de baixo poder aquisitivo localizadas na área de concessão da CPFL permanecessem beneficiárias da tarifa baixa renda, mesmo com uso de chuveiros elétricos. Adicionalmente, ficou definido pela Resolução ANEEL nº 196/2000 que as unidades consumidoras com

⁷⁷ No ano de 1997, no âmbito do processo de privatizações das concessionárias de energia elétrica, a Companhia Paulista de Força e Luz (atualmente denominada CPFL Paulista) passou para o grupo controlador composto pela VBC Energia (Grupo Votorantim, Bradesco e Camargo Corrêa), pelo Fundo de Pensão dos Funcionários do Banco do Brasil, e pela Bonaire Participações (que reúne os fundos de pensão Funcesp, Sistel, Petros e Sabesprev), que desde então adquiriu empresas e ampliou suas atividades. Atualmente, no segmento de distribuição, o grupo CPFL Energia fornece energia para 568 municípios, abrangendo os Estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná e Minas Gerais e totalizando 6,4 milhões de clientes, por meio das seguintes empresas (CPFL Energia, 2009):

- Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL Paulista)
- Companhia Piratininga de Força e Luz (CPFL Piratininga)
- Rio Grande Energia S.A. (RGE)
- Companhia Luz e Força Santa Cruz (CPFL Santa Cruz)
- Companhia Jaguari de Energia (CPFL Jaguari)
- Companhia Paulista de Energia Elétrica (CPFL Leste Paulista)
- Companhia Sul Paulista de Energia (CPFL Sul Paulista) e
- Companhia Mococa de Energia Elétrica (CPFL Mococa).

características de uso de veraneio não seriam enquadráveis na subclasse Baixa Renda na área da CPFL.

As mudanças ocorridas na política tarifária aplicável à classe residencial resultaram em redução significativa no número de consumidores contemplados com a tarifa baixa renda em todo o país (Oliveira *et al.*, 2005). Assim, entre os anos de 1997 e 2000, o número de consumidores pertencentes à categoria Baixa Renda caiu de 13,3 milhões (ou 38% do total de consumidores residenciais) para 10,5 milhões (ou 26% do total de consumidores residenciais), respectivamente (EPE 2008b) (ver Figura 29). No ano de 2001, a categoria Baixa Renda totalizava 8,8 milhões de consumidores (ou 20% do total de consumidores residenciais naquele ano) (EPE, 2008b)⁷⁸. Conseqüentemente, houve aumento no número de consumidores convencionais no período 1997-2000, que passou de 22 milhões para cerca de 30 milhões, respectivamente. Este incremento no número de consumidores convencionais conjugado ao decréscimo no número de consumidores Baixa Renda observado em todas as regiões e, por conseguinte, no País como um todo, é explicado na Figura 25 e na Figura 26 por um efeito estrutura positivo.

⁷⁸ De acordo com Oliveira *et al.* (2005), entre 1997 e 2001, a ANEEL identificou uma redução no número de consumidores credenciados como de baixa renda, de 34% para apenas 17%, respectivamente.

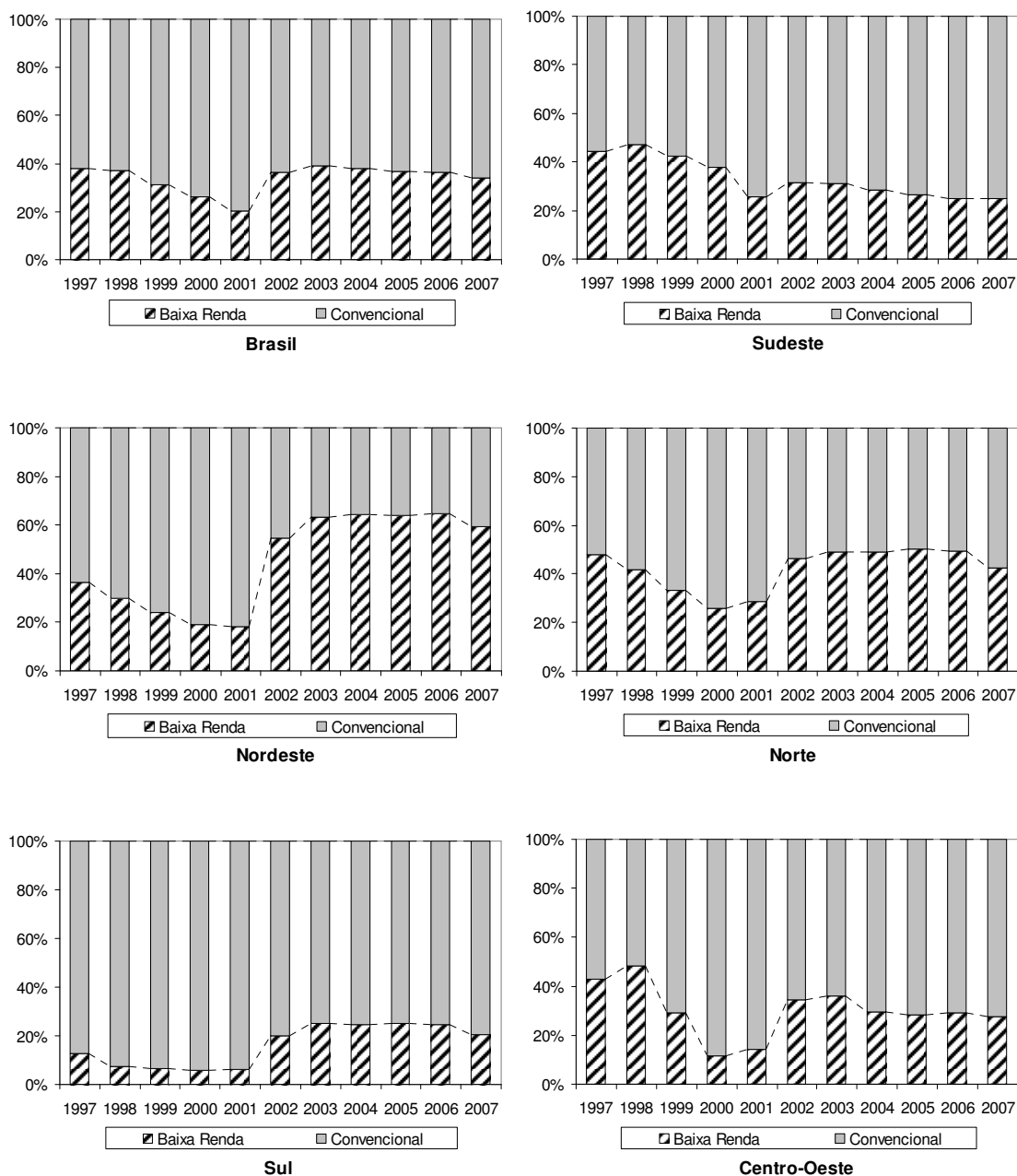


Figura 29 - Evolução da participação das categorias Baixa Renda e Convencional no total de consumidores residenciais, Brasil e Regiões: 1997-2007 (%)

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2008b).

Por ocasião do racionamento de 2001, verifica-se uma forte queda no consumo residencial médio brasileiro, que resulta de reduções em todas as regiões e categorias de consumo (efeito intensidade negativo observado na Figura 25 e Figura 26). No período 2000-2001, o consumo residencial médio da categoria Convencional caiu de

199 kWh/mês para 162 kWh/mês, ao passo que o consumo médio da categoria Baixa Renda caiu de 97 kWh/mês para 70 kWh/mês.

Chama a atenção, no entanto, a queda de 28% observada no consumo médio nacional da categoria Baixa Renda no período 2000-2001 (contra os 19% observados na categoria Convencional), visto que os domicílios com consumo médio mensal inferior a 100 kWh não apresentavam a obrigatoriedade de redução do consumo por ocasião do racionamento em 2001⁷⁹. No entanto, estes domicílios tinham direito a um bônus de até R\$ 2,00 (em valores de 2001) para cada R\$ 1,00 economizado, o que, num contexto de maior restrição orçamentária, parece ter estimulado ações no sentido de cortar consumo. Como pode ser visualizado na Figura 28, as maiores reduções no consumo médio da categoria Baixa Renda entre os anos de 2000 e 2001 ocorreram nas regiões mais afetadas pelo racionamento⁸⁰, ou seja, Sudeste e Centro-Oeste, com reduções de 31% e 18%, respectivamente, seguidos pelo Nordeste, onde a redução chegou a 11% naquele período. Na região Norte⁸¹, onde o racionamento durou menos tempo que nas demais regiões, o decréscimo observado é da ordem de 9%, ao passo que na região Sul, que não esteve submetida a nenhum tipo de restrição de consumo naquela época, houve um pequeno decréscimo de 4%.

Assim, importa destacar que, se o consumo da categoria Baixa Renda num contexto de aumentos tarifários, vivenciado no período 1997-2000, apresentou um comportamento mais próximo do que se poderia chamar de “preço-ineslático” em razão da existência de tarifas subsidiadas para esta categoria⁸²; num contexto em que se vislumbravam ganhos de renda proporcionados por reduções voluntárias no

⁷⁹ Ver Notas 19 e 68.

⁸⁰ Estas regiões estiveram submetidas à restrição no consumo de energia elétrica por todo o período em que vigorou o racionamento no país, ou seja, entre 01 de junho de 2001 até 28 de fevereiro de 2002 (Presidência da República, 2001; 2002).

⁸¹ Na região Norte, o racionamento durou menos tempo que nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, vigorando entre 15 de agosto de 2001 e 1º de janeiro de 2002, tendo começado no dia 15 de agosto de 2001 para os grandes consumidores (Presidência da República, 2001; 2002). Para mais detalhes ver Notas 19 e 68.

⁸² Mesmo após a redução dos descontos e restrição dos mesmos à Subclasse Baixa Renda.

consumo, como ocorreu no período 2000-2001, o comportamento da categoria Baixa Renda se apresentou mais “preço-elástico”.

Nesse sentido, cabe acrescentar que o estudo de Andrade e Lobão (1997), elaborado muito antes da ocorrência do racionamento vivenciado entre 2001 e 2002, já evidenciava que, a despeito de a elasticidade-preço da demanda residencial por eletricidade ser relativamente baixa, variando entre -0,050 e -0,065, conforme estimativa destes autores, ela se apresenta como importante parâmetro a ser levado em consideração em uma política de racionamento do consumo via preço, tendo em vista que a elevação prevista (por aqueles autores) na tarifa residencial média seria capaz de reduzir a quantidade total demandada no ano 2005 de 93,3 TWh para 86,0 TWh, uma redução de cerca de 8%.⁸³ Esta pode ser uma redução substancial, conforme afirmam Andrade e Lobão (1997), na medida em que o consumo residencial de energia elétrica corresponde a cerca de 25% do consumo total desta fonte de energia, o que poderia, eventualmente, adiar a necessidade de investimentos na expansão dos sistemas de geração. Este é um resultado importante a ser considerado na medida em que se imagina a possibilidade de *black-outs* (os conhecidos “apagões”)⁸⁴ provocados pelo excessivo crescimento da demanda de energia elétrica e a dificuldade financeira em dar prosseguimento aos planos de expansão da oferta^{85 86}.

⁸³ Na realidade, o montante conservado pelo setor residencial brasileiro durante o racionamento de 2001/2002 superou esta expectativa – a redução observada no consumo do setor residencial como um todo foi de cerca de 12%.

⁸⁴ De acordo com Andrade e Lobão (1997), o *black-out* (comumente conhecido no Brasil como “apagão”) também é forma de racionamento quantitativo do consumo, mas, economicamente menos eficiente que o racionamento via preço.

⁸⁵ Ressalta-se que o trabalho de Andrade e Lobão foi publicado no ano de 1997, tendo como “pano de fundo” o processo de privatização de concessionárias de energia elétrica e a inexistência de um planejamento determinativo por parte do governo de expansão da oferta de usinas para atender à demanda crescente.

⁸⁶ Os autores concluem sua análise afirmando que a recuperação parcial do valor real da tarifa de energia elétrica, originalmente idealizada para aumentar a receita das empresas distribuidoras, permitindo-lhes expandir os seus investimentos, poderia, portanto, acabar por produzir um efeito colateral de conter a velocidade da expansão do consumo, pelas razões expostas.

A queda observada no consumo residencial médio da categoria Convencional entre 2000 e 2001 (Figura 28) foi mais acentuada na região Sudeste, 31%, seguida pela região Centro-Oeste, com 18%. Nas regiões Nordeste, Norte e Sul as reduções verificadas no consumo residencial médio da categoria Convencional foi, respectivamente, de 11%, 9% e 4% no período 2000-2001. O decréscimo significativo observado no Sudeste em relação às demais regiões parece denotar que existia até então um elevado potencial para substituição de equipamentos e eliminação de desperdício naquela região.

Com efeito, de acordo a Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Uso (PPEHU) realizada entre os anos de 2004 e 2006 pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC), sob encomenda do Procel/Eletrobrás (PUC/Procel, 2007), cerca de 87% dos consumidores residenciais entrevistados declararam que ainda adotam alguma medida para economizar energia elétrica em seus domicílios⁸⁷.

É interessante notar que, ao longo do ano de 2002, após o final do racionamento em fevereiro daquele ano, o efeito intensidade positivo (Figura 25 e Figura 26) denota, de forma geral, a retomada de hábitos de uso da energia elétrica verificados nos domicílios no período pré-acionamento, embora o consumo residencial médio brasileiro entre 2001 e 2002 tenha recuado de 143 kWh/mês para 138 kWh/mês (Tabela 11). Vale frisar que o efeito intensidade nesta análise é um efeito líquido, que corresponde ao somatório dos efeitos em cada categoria de consumo. Assim sendo,

⁸⁷ Com relação à geladeira, às lâmpadas e ao chuveiro elétrico, a maior parte dos consumidores entrevistados (84%, 57% e 51%, respectivamente) declarou que os usa como antes do racionamento. No caso das lâmpadas e do chuveiro, entretanto, verifica-se que muitos consumidores (30% e 22%, respectivamente) ainda mantêm alguma redução no uso destes equipamentos, mesmo com o fim do racionamento. De modo semelhante, embora boa parte dos consumidores tenha retornado ao hábito de uso de lava roupas e aparelhos em *stand-by* com o término do racionamento (31% e 48%, respectivamente), muitos conseguiram manter o uso destes equipamentos reduzido (24% e 15%, respectivamente). As substituições de equipamentos por outros mais eficientes por ocasião do racionamento se limitaram às lâmpadas. Deve-se frisar que alguns equipamentos, especialmente os mais ligados ao conforto e de uso intermitente, ainda não estão presentes em grande parte dos domicílios: 88% dos entrevistados não possuíam aparelhos de ar condicionado e 67% não possuíam forno de microondas. Com relação à lava roupas, cerca de 34% consumidores declararam que não possuíam este equipamento, de acordo com PUC/Procel (2007).

como mostrado na Figura 27, embora a classe de consumo Convencional tenha aumentado seu consumo de 162 kWh/domicílio/mês para 186 kWh/domicílio/mês entre 2001 e 2002, este aumento foi compensado pela redução do consumo da categoria Baixa Renda, de 70 para 54 kWh/domicílio/mês, causada por alterações nas regras para enquadramento de consumidores nesta categoria, conforme determinou a Lei nº 10.438/2002 regulamentada pela ANEEL (ANEEL, 2002a; 2002b e 2007), que passaram a considerar um critério único em todo o território nacional para a definição do público alvo beneficiário da tarifa social⁸⁸. Este critério, conforme descrito mais detalhadamente na Seção 4.3.1, consistiu no estabelecimento de limite máximo de consumo médio domiciliar conjugado à comprovação de que o domicílio esteja habilitado a ser beneficiário do Programa Bolsa Família (no caso em que o consumo médio domiciliar esteja compreendido entre 80 e 220 kWh/mês – desde que dentro do limite máximo regional, que varia entre 140kWh/mês e 220 kWh/mês).⁸⁹

⁸⁸ Antes desta Lei, e desde a Portaria DNAEE nº 437/1995, cada distribuidora de energia elétrica estabelecia seus próprios critérios para definir o público alvo do benefício tarifário (Instituto Acende Brasil, 2007; Santana e Pederneiras, 2009).

⁸⁹ Desde a edição da Resolução ANEEL nº 485/2002, que estabeleceu as condições para classificação na Subclasse Baixa Renda de unidade consumidora com consumo mensal entre 80 e 220 kWh (desde que dentro dos limites máximos regionais), até que fosse concluída a unificação dos procedimentos de gestão e execução das ações de transferência de renda do Governo Federal a fim de se alcançar o objetivo de concessão de um único benefício por meio do Programa Bolsa Família, foi estabelecido um período de transição, durante o qual a comprovação de inscrição por parte do consumidor no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (criado pelo Decreto nº 3.877/2001) ou se beneficiário de qualquer dos programas sociais até então vigentes (Bolsa Escola, Bolsa Alimentação, Auxílio-Gás, Cartão Alimentação), o habilitava a receber a subvenção econômica destinada à Subclasse Baixa Renda. Como parcela significativa dos consumidores que faziam jus ao benefício não estava em condições de comprovar o cadastramento no Cadastro Único para Programas Sociais de imediato, foram criados critérios de transição, ainda vigentes, como a possibilidade da família que se julgar apta a ser beneficiária da Tarifa de Baixa Renda se autodeclarar junto à sua concessionária de energia elétrica (Instituto Acende Brasil, 2007). A data limite para inscrição dos consumidores no Programa Bolsa Família, conforme definido na Resolução nº 694/2003, foi 31 de julho de 2004. Como muitas famílias de baixa renda residem em áreas distantes dos centros urbanos e são compostas, geralmente, por indivíduos com baixo grau de instrução e pouco conhecimento sobre os programas do governo, o que dificulta o seu cadastramento e a obtenção do benefício, a data limite foi prorrogada sucessivamente pela ANEEL e encontra-se suspensa por liminar (Instituto Acende Brasil, 2007).

Nota-se que cada consumidor tem direito a uma única unidade consumidora classificada na Subclasse Residencial Baixa Renda, com consumo mensal entre 80 e 220 kWh, de sua livre escolha, dentre as várias que eventualmente estejam sob sua responsabilidade.

O fato de ter ocorrido reenquadramento de consumo nas categorias de consumo Baixa Renda e Convencional a partir de 2002, conforme Lei nº 10.438/2002 - que estabeleceu critério único para definir o público alvo do benefício concedido por meio, fez com que houvesse aumento na participação da categoria Baixa Renda em todas as regiões e, conseqüentemente, no Brasil. Assim, entre 2001 e 2002 o percentual de consumidores residenciais classificados como Baixa Renda no país aumentou de 20% para 36% - na região Nordeste, foi onde ocorreu o maior incremento nesta categoria, que passou de 18% para 55% entre 2001 e 2002.

Com isto, a participação dos consumidores Baixa Renda evoluiu no período 2001-2002 em todas as regiões do país revertendo a tendência de queda que se verificava até então, conforme ilustrado na Figura 29.

Importa destacar a elevação significativa ocorrida na participação dos consumidores desta categoria na região Nordeste, que passou de 18% (1,8 milhão de unidades) para 55% (5,5 milhões de unidades), correspondendo a um aumento de 210%. Este aumento na participação da categoria Baixa Renda entre 2001 e 2002 se traduz em um efeito estrutura negativo em todas as regiões (Figura 26) e, conseqüentemente, no país como um todo (Figura 25).

Portanto, no período 2001-2002 observa-se, por um lado, um efeito intensidade positivo como resposta ao fim do contingenciamento ocorrido em fevereiro de 2002, quando os consumidores da categoria Convencional, não mais sujeitos a metas de consumo e sobretaxas, retornaram a alguns hábitos e intensificaram o uso de seus equipamentos, elevando em 15% seu consumo médio residencial - de 162 kWh/domicílio/mês em 2001 para 186 kWh/domicílio/mês em 2002 . Por outro lado, o aumento da participação da categoria Baixa Renda, traduzido por um efeito estrutura negativo, contribui para uma redução no consumo residencial naquele ano, haja vista o consumo médio mais modesto desta categoria. Vale ressaltar, ainda, o incremento “artificial” no número de consumidores devido ao desmembramento de faturas de

unidades consumidoras com alto consumo médio, que objetivavam “escapar” das metas de consumo impostas pelo governo à época do racionamento e, sobretudo, das multas causadas pela ultrapassagem (EPE, 2009a).

Desta forma, no período 2001-2002 a ligação de novos consumidores (efeito atividade positivo) e o aumento do consumo dos domicílios após liberação das metas de racionamento (efeito intensidade positivo) foram compensados em parte pelo aumento do número de consumidores de Baixa Renda (efeito estrutura negativo), que apresentam menor intensidade no uso da energia.

O crescimento do consumo residencial no Brasil e em suas regiões no período 2002-2007 é explicado quase exclusivamente pelo aumento do número de consumidores, refletido em um efeito atividade positivo (Figura 25 e Figura 26). Esta expansão na base de consumidores residenciais, no entanto, não tem sido acompanhada por um aumento no uso da energia nos domicílios, com exceção daqueles localizados na região Nordeste. De fato, boa parte da demanda reprimida existente nesta região vem sendo atendida desde o ano de 2003 por meio dos dois principais programas de transferência de renda e de universalização no acesso à energia elétrica do governo brasileiro, respectivamente, o Programa Bolsa Família e o Programa Luz para Todos, cujos resultados para o período 2002-2007 aparecem refletidos num efeito intensidade positivo e num efeito estrutura negativo observados para a região Nordeste na Figura 26.

Até o ano de 2008, o Programa Bolsa Família havia beneficiado mais de 10 milhões de pessoas, das quais aproximadamente 5,5 milhões estão localizadas na região Nordeste – que abriga 46% das famílias pobres do país (MDS, 2009). O recurso recebido pelos beneficiários é destinado principalmente à aquisição de alimentos, material escolar, vestuário e remédios. O gás e a energia elétrica consumidos pelos domicílios, embora não se constituam prioridades na destinação do recurso, também são pagos com o dinheiro recebido do Programa (Ibase, 2008). Já no âmbito do

Programa Luz para Todos, entre 2004 e 2008, somente na região Nordeste foram conectados à rede 936 mil domicílios de baixa renda, o equivalente a cerca de 50% do total das ligações realizadas pelo Programa. Isto significa que, neste período, 38% das ligações de consumidores residenciais realizadas no Nordeste foram devidas ao Programa Luz para Todos (MME, 2009 e EPE, 2008c).

Nas demais regiões parece existir uma maior racionalização no uso da energia elétrica nos domicílios, na medida em que se observam efeitos intensidade negativos ou de pequena magnitude (Figura 26). Esta hipótese é investigada mais detalhadamente no item a seguir, a partir da identificação de alguns fatores sócio-demográficos com influência sobre o consumo residencial de energia elétrica, especialmente àqueles ligados a uma economia em desenvolvimento como o Brasil.

4.3.3 Análise da evolução de variáveis sócio-demográficas selecionadas

Neste item procura-se identificar explicações possíveis para o pequeno efeito intensidade observado na decomposição da variação do consumo residencial brasileiro no período 2002-2007, que sucedeu o racionamento vivenciado entre 2001-2002 (Figura 25) – e que na região Norte chegou a ser negativo neste mesmo período (Figura 26) – a partir da análise da evolução de alguns fatores sócio-demográficos com influência sobre a intensidade de uso da energia elétrica nos domicílios.

De acordo com EPE (2009b): “A transição demográfica tem sido responsável, em muitos países, por ganhos no crescimento econômico, em que se destaca o declínio da fertilidade como elemento condutor do processo. (...) O resultado mais visível dessas transformações (*no Brasil*) tem sido uma população mais envelhecida e com uma maior participação feminina na sociedade, e espera-se que essas características sejam reforçadas nas próximas décadas. Por outro lado, a fase atual (que compreende o início dos anos 2000 até sua segunda década) pode vir a ser afetada positivamente

pelo chamado bônus demográfico⁹⁰, com consequências socioeconômicas significativas”.

A busca por evidências neste sentido no âmbito deste estudo, principalmente no que se refere aos seus impactos sobre o consumo de energia elétrica nos domicílios, começa a partir da formulação da seguinte pergunta: Em que medida aumento do rendimento médio familiar implica em aumento no nível de consumo de energia elétrica nos domicílios? Embora isto possa significar um aumento na posse de equipamentos, não significa necessariamente uma maior intensidade no uso. Por um lado, como os novos equipamentos adquiridos pelas famílias são mais eficientes, a simples reposição do estoque nos domicílios pode significar um menor consumo médio – mantidos os hábitos de consumo. Por outro, há uma relação de causa e efeito entre o aumento do rendimento médio familiar e “arranjos” familiares, na medida em que a participação da “mãe de família” no mercado de trabalho parece estar cada vez mais associada à matrícula de seus filhos em creches (ver Seção 2.3, Figura 12 e Tabela 2), contribuindo para uma redução no consumo de energia elétrica destes domicílios. Cumpre notar que, de acordo com IBGE (2008a; 2009b), a participação de mulheres que trabalham habitualmente mais de 40 horas por semana corresponde a 57% da parcela de mulheres ocupadas na semana de referência (média para o período 2001-2007).

⁹⁰ O bônus demográfico é caracterizado pelo fenômeno que ocorre em um período de tempo no qual a estrutura etária da população apresenta menores razões de dependência e maiores percentuais de população em idade economicamente ativa, possibilitando que as condições demográficas atuem no sentido de incrementar o crescimento econômico e a melhoria das condições sociais dos cidadãos do país. O período deste 1º bônus demográfico é relativamente longo, conforme apontado em (EPE, 2009b). De acordo com Hakkert (2007) *apud* (EPE, 2009b): “a Divisão de População da ONU define o início do bônus demográfico quando a percentagem da população de crianças e jovens (população entre 0 e 14 anos) fica abaixo de 30% e termina quando a percentagem da população de idosos, pessoas com 65 anos e mais, fica acima de 15%”. Assim, conforme apontado em (EPE, 2009b), na trajetória definida pela projeção do IBGE (2008c), o 1º bônus demográfico no Brasil começou no ano 2000 e deve se estender até o horizonte de 2035.

De acordo com Mason (2003) *apud* EPE (2009b), a queda na taxa de fertilidade total (nº de filhos por mulher) observada no país⁹¹ traz, por consequência, a queda das responsabilidades da mulher com relação a “cuidados com as crianças”. De fato, com um número de filhos menor, uma mulher dedicará naturalmente menos tempo de seus anos economicamente produtivos aos “cuidados maternos” e, portanto, poderá dedicá-lo mais às atividades econômicas (Mason, 2003 *apud* EPE, 2009b), permanecendo, provavelmente, mais tempo fora de casa.

Outro efeito da transição demográfica, conforme apontado em Alves (2008a; 2008b), uma vez que tem implicações importantes para as políticas sociais e econômicas, e com reflexos no consumo de energia elétrica nos domicílios, é a mudança da estrutura etária da população, que deixa de ser predominantemente jovem para iniciar um processo progressivo de envelhecimento. Entretanto, isto não significa, necessariamente, um aumento no número de saídas do mercado de trabalho por parte da população ocupada com mais de 60 anos (pelo menos, num primeiro momento). O aumento da expectativa de vida da população atrelada à necessidade de complementar a renda familiar podem explicar, em boa medida, o aumento da participação de trabalhadores com mais de 60 anos de idade na parcela da população ocupada, como pode ser observado na Tabela 16 em todas as regiões do país, no período 2001-2007. Assim, de forma semelhante ao aumento da participação da mulher no mercado de trabalho, o envelhecimento da população pode, neste sentido, também estar contribuindo para a redução do consumo de energia elétrica domiciliar.

⁹¹ De acordo com EPE (2009b), o número de filhos por mulher caiu de cerca de 6,2 no ano de 1940 para 4,4 no ano de 1980, 2,9 em 1990 e 2,5 no ano de 2000. Ressalta-se que a queda acentuada observada nesta variável, associada à atualização das informações sobre as tendências observadas na mortalidade e migração em nível nacional, fez com que o IBGE revisasse recentemente suas projeções de crescimento populacional para o Brasil no horizonte de 2050. Os resultados revelaram que a população brasileira segue um processo de envelhecimento da população, resultante do efeito combinado da redução dos níveis da fecundidade e da mortalidade e do aumento da expectativa de vida (EPE, 2009b). A ordem de grandeza da nova projeção de população para o ano de 2030, por exemplo, considerada pelo IBGE é 21 milhões de habitantes menor do que a estimada previamente (IBGE, 2009c).

Tabela 16 – Pessoas de 60 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência por região geográfica: 2001-2007(%)

Região Geográfica	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Norte	3,98	4,38	4,36	5,17	5,34	5,19	5,64
Nordeste	7,30	7,31	7,56	7,49	7,24	7,50	7,48
Sudeste	5,54	5,48	5,67	5,42	5,58	6,10	5,96
Sul	6,94	7,23	7,58	7,18	7,56	7,63	7,43
Centro-Oeste	4,75	5,33	5,09	5,29	5,21	5,48	5,99
Brasil	6,14	6,23	6,42	6,23	6,30	6,60	6,57

Nota: Até 2003, exclusive a população da área rural de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará e Amapá.

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2008a; 2009b).

Portanto, sob uma ótica puramente demográfica, o menor nível que a “carga econômica” da dependência demográfica no Brasil alcançará durante a primeira metade do século XXI poderá trazer um efeito positivo sobre a renda *per capita*. No entanto, não se pode afirmar que há uma ligação automática entre as mudanças na estrutura populacional e o crescimento econômico de um país. A eficiência de um bônus demográfico depende da qualidade das instituições governamentais e das políticas realizadas, especialmente àqueles que representam avanços nas legislações trabalhistas, aberturas comerciais e políticas educacionais, no sentido de possibilitarem uma melhor qualificação da força de trabalho e geração de empregos capazes de absorver a mão-de-obra excedente. (EPE, 2009b)

Portanto, os impactos de alterações na estrutura populacional e seus possíveis efeitos diretos sobre a renda *per capita*, pelos indícios apontados anteriormente, parecem já estar trazendo importantes modificações no perfil de uso de energia elétrica nos domicílios e que, embora deva ser investigada mais detalhadamente, foge ao escopo original deste trabalho.

5 Considerações Finais

Nesta tese foi apresentada metodologia que objetiva contribuir para o aprimoramento de análises sobre o setor residencial brasileiro, mais especificamente, para a investigação de desigualdades regionais no acesso e uso da energia elétrica pelas famílias em seus domicílios, e de desigualdades existentes entre o consumo de domicílios pertencentes a categorias de consumo distintas. Assim, foram identificados e analisados os efeitos explicativos das variações observadas no consumo residencial de energia elétrica do Brasil desde 1980, a partir da aplicação da técnica de decomposição LMDI (Ang, 2004 e 2005). Partindo de dados referentes ao período 1980-2007 sobre consumo faturado e número de consumidores residenciais ligados em baixa tensão por concessionária de energia elétrica, além de dados referentes a trabalho e rendimento, domicílios, famílias e seus atributos, a decomposição das variações do consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro foi realizada em duas etapas. Numa primeira análise, quantificaram-se os efeitos explicativos da evolução do consumo residencial de energia elétrica em termos de dinâmicas regionais, ou seja, considerando a estrutura de consumidores por região geográfica do país. Em seguida, numa análise mais aprofundada para cada região geográfica no período 1997-2007, procedeu-se à investigação de variações no consumo residencial de energia elétrica decorrentes de dinâmicas distintas de evolução no consumo de domicílios pertencentes a diferentes classes de renda.

Os resultados obtidos na primeira etapa da análise evidenciam, de uma forma geral, que as variações observadas no consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro decorrem principalmente do aumento no número de consumidores (efeito atividade positivo) e de alterações no consumo específico de energia elétrica nos domicílios (efeito intensidade). Assim, em momentos de expansão da economia, o

aumento da renda e o acesso ao crédito criaram condições para a aquisição de equipamentos e maior uso da energia elétrica nos domicílios (efeito intensidade positivo). Por outro lado, em períodos recessivos, quando se verificaram altas taxas de inflação, queda no rendimento dos domicílios e, muitas vezes, elevações nas tarifas de energia elétrica, o uso da energia nos domicílios não era favorecido (efeito intensidade negativo). Alterações na estrutura de consumidores por região (efeito estrutura), embora apresentem pouca influência nas variações do consumo residencial de energia elétrica, sinalizam a importância das políticas governamentais de transferência de renda e de universalização no acesso à energia elétrica que vem sendo implementadas no sentido de reduzir as desigualdades existentes no uso da energia entre domicílios pertencentes a diferentes regiões (e classes de renda).

Neste sentido, os resultados obtidos na primeira análise, especialmente no que se refere à pequena magnitude do efeito estrutura, sugerem que a investigação do impacto de programas de transferência de renda do Governo, sobretudo àqueles que vêm beneficiando regiões mais pobres do país, sobre o consumo residencial de eletricidade deva ser conduzida agregando-se os consumidores das regiões Norte e Nordeste.

A segunda análise empreendida neste trabalho buscou identificar os principais determinantes das variações do consumo residencial de energia elétrica observadas no período 1997-2007, quando a estrutura é dada pela participação dos consumidores de duas categorias de consumo (Baixa Renda e Convencional) no total. Nesta análise, embora os efeitos atividade e intensidade sejam os principais fatores explicativos das variações do consumo, o efeito estrutura se destaca no período imediatamente após o racionamento de 2001. Houve, de fato, uma mudança na estrutura de consumidores de Baixa Renda e Convencionais, a partir do ano 2002 devido a alterações nos critérios de enquadramento na primeira categoria (unificação do critério para as concessionárias) e incorporação de consumidores de Baixa Renda no âmbito dos

programas de universalização e transferência de renda, especialmente na região Nordeste, criando condições para uma maior utilização da energia elétrica nos domicílios daquela região.

Nas demais regiões, especialmente no Sudeste e Centro-Oeste, os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia proposta, em que se observam efeitos intensidade de pequena magnitude ou negativos, cotejados com as informações apresentadas em PUC/Eletróbras (2007), sugerem existir uma maior racionalização no uso da energia elétrica nos domicílios naquelas regiões, denotando o que se poderia chamar de um efeito-aprendizagem decorrente dos hábitos adquiridos durante o racionamento de 2001/2002.

A aplicação de técnica de decomposição ao setor residencial brasileiro se mostrou adequada para explicar as variações do consumo de energia elétrica deste setor em termos dos efeitos atividade, estrutura e intensidade, e suficientemente flexível por permitir a adoção de estruturas distintas e complementares à análise. Adicionalmente, no caso de países em desenvolvimento como o Brasil, o emprego de técnicas de decomposição para explicar as variações no consumo de energia do setor residencial se apresenta como instrumento valioso na mensuração do impacto da implementação de programas sociais, auxiliando no direcionamento de estratégias futuras com vistas à redução das desigualdades regionais e no favorecimento de uma redistribuição de renda entre domicílios.

5.1 Recomendações para Trabalhos Futuros

A partir das análises empreendidas ao longo deste estudo, são vislumbrados alguns desdobramentos para trabalhos futuros acerca do tema aqui tratado.

Embora tenha sido possível entender a evolução do consumo residencial de energia elétrica além dos parâmetros comumente empregados em análises sobre o mercado de energia elétrica – quais sejam: os agregados que expressam atividade (número de

consumidores) e intensidade (consumo por consumidor) - na medida em que foram propostas duas alternativas para se avaliar o impacto da estrutura de consumidores (e, por conseguinte, da extensão das políticas governamentais voltadas ao setor residencial) sobre as variações observadas, faz-se necessária uma análise mais aprofundada sobre o “efeito intensidade” apontado na segunda análise, especialmente no que se refere ao período pós-2002.

Para isto, sugere-se a obtenção e a tabulação de microdados apresentados na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD/IBGE (especialmente, as mais antigas) e na Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF/IBGE, buscando-se cruzá-los com as séries de consumo e consumidores residenciais de energia elétrica. Com isto poder-se-ia chegar a estimativas sobre a evolução do consumo residencial de eletricidade segundo diferentes estruturas demográficas, fornecendo informações úteis para melhor planejar o atendimento energético no longo prazo.

Neste ponto, chama-se atenção para a escolha da técnica de decomposição mais adequada ao problema a ser estudado. Neste trabalho, optou-se por utilizar a técnica Divisia Index de média logarítmica (LMDI), seguindo-se a recomendação apresentada na literatura internacional. Nota-se que, por fornecer uma decomposição perfeita, livre de resíduos, os principais efeitos explicativos das variações no consumo são considerados independentes nesta técnica. O que é considerado uma vantagem em análises para países OCDE, que apresentam um elevado grau de maturidade no que se refere ao consumo residencial de eletricidade, pode constituir-se em desvantagem se aplicado em análises voltadas ao setor residencial de países não-OCDE, na medida em que há ainda uma grande demanda reprimida e que cada novo consumidor residencial agregado à rede representa impacto não somente em termos do efeito atividade, mas em termos de um efeito atividade-estrutura-intensidade.

Tendo isto em mente, recomenda-se aplicar aos dados apresentados neste trabalho técnicas de decomposição que possibilitem mensurar, além dos efeitos principais,

efeitos de segunda e terceira ordem. Para mais detalhes sobre a aplicação de técnicas que geram um termo de interação, vide Machado (1996).

Outro importante desdobramento vislumbrado seria a extensão do uso de técnicas de decomposição para o estabelecimento de indicadores de eficiência energética para o Brasil, alinhando o país com organismos internacionais no que diz respeito à adoção de ferramentas matemáticas mais adequadas para mensuração de ganhos de eficiência e estabelecimento de metas de longo prazo. Para tanto, num primeiro momento, seria necessário adotar uma estrutura em termos dos usos finais da energia elétrica nos domicílios (tais como iluminação, condicionamento de ar, conservação de alimentos, aquecimento de água, cocção, e usos relacionados a equipamentos eletrônicos), a fim de identificar em que medida as variações no consumo residencial de energia elétrica decorrem de alterações no consumo específico dos equipamentos (efeito intensidade, que poderia denotar ganhos de eficiência) e/ou de alterações na participação relativa dos usos finais (e, eventualmente, substituições entre fontes energéticas).

Nesse sentido, o cruzamento de microdados das Pesquisas de Posse de Equipamentos de Hábitos de Uso já realizadas pela PUC/Procel permitiria estimar o consumo residencial pelos principais usos finais (estrutura proposta), levando em consideração a evolução da posse de equipamentos associada ao crescimento do número de domicílios (atividade), e o consumo específico dos equipamentos associados aos usos finais (intensidade). A aplicação da técnica de decomposição sobre o consumo residencial de eletricidade com esta abertura possibilitaria a avaliação dos mecanismos de eficiência voltados para o setor que resultaram nas variações observadas, permitindo o estabelecimento de novos mecanismos (incluindo aqui o desenvolvimento de mecanismos mais adequados para a promoção do uso racional de energia em comunidades consideradas de baixa renda), metas de evolução da eficiência energética e monitorá-las a partir da aplicação da metodologia

proposta. Neste sentido, esta estratégia contribuiria para reduzir as perdas comerciais e, na medida em que os consumidores em situação irregular fossem sendo incorporados à base das concessionárias, conduziria ao aprimoramento das análises e implementação de políticas cada vez mais eficazes.

Naturalmente, a elaboração periódica de pesquisas sobre o padrão de consumo de energia nos domicílios brasileiros é condição essencial para que se avance em estudos relacionados à eficiência energética e ao planejamento racional de recursos energéticos. Com este intuito, recomenda-se a realização de levantamento de dados num nível de desagregação suficiente que permita traçar a estrutura de uso da energia neste setor, e assim estabelecer um programa de atendimento energético que seja eficiente e adequado para a realidade presente em cada região do país e classes de renda, especialmente nas camadas inferiores e em áreas rurais. Com isto, seria possível, a partir do uso dos recursos disponíveis, evitar o desperdício e fomentar atividades artesanais domésticas que possuem importância fundamental para a economia da localidade. Assim, como apontado por Cartaxo (2000), ao estimular o investimento nas cidades secundárias e zonas rurais, de forma descentralizada, torna-se possível redirecionar a migração que está continuamente expandindo a população de suas principais cidades.

6 Referências Bibliográficas

- Abreu, Y.V., 1999. *A Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro: Questões e Perspectivas*. Dissertação de M.Sc., Programa de Interunidades de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- Achão, C.C.L., 2003. *Análise da Estrutura de Consumo de Energia no Setor Residencial Brasileiro*. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/cclachao.pdf>>.
- Achão, C. e Schaeffer, R., 2009. "Decomposition analysis of the variations in residential electricity consumption in Brazil for the 1980-2007 period: Measuring the activity, intensity and structure effects". *Energy Policy*, *in press*.
- Agência Nacional de Energia Elétrica [ANEEL], 2008. Informações técnicas. Tarifas residenciais de energia elétrica. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/areaPerfil.cfm?idPerfil=2>>. Acesso em: 16-05-2008.
- Agência Nacional de Energia Elétrica [ANEEL], 2002a. Resolução ANEEL N° 246, de 30 de abril de 2002. Estabelece condições para o enquadramento na subclasse Residencial de Baixa Renda de unidades consumidoras com consumo médio mensal inferior a 80 kWh. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/bres2002246.pdf>>. Acesso em: 10-10-2008.
- Agência Nacional de Energia Elétrica [ANEEL], 2002b. Resolução ANEEL N° 485, de 29 de agosto de 2002. Regulamenta o disposto no Decreto n° 4.336, de 16 de agosto de 2002, que estabelece as diretrizes para classificação na Subclasse Residencial Baixa Renda de unidade consumidora com consumo mensal entre 80 e 220 kWh e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/bres2002485.pdf>>. Acesso em: 10-10-2008.
- Agência Nacional de Energia Elétrica [ANEEL], 2007. Resolução ANEEL N° 253, de 14 de fevereiro de 2007. Altera a redação dos §§ 1º e 5º do art. 2º e inciso IV do art. 4º da Resolução n° 485, de 29 de agosto de 2002, que regulamentou o processo de cadastramento e classificação de unidade consumidora com consumo mensal entre 80 e 220 kWh na Subclasse Residencial Baixa Renda.
- Albrecht, J., Francois, D., Schoors, K., 2002. "A Shapley decomposition of carbon emissions without residuals". *Energy Policy* 30 (9), 727–736.

- Alcántara, V. e Roca, J., 1995. "Energy and CO₂ emissions in Spain: methodology of analysis and some results for 1980–90". *Energy Economics* 17 (3), pp. 221–230.
- Alves, J.E.D., 2008a. *O Bônus Demográfico e o Crescimento Econômico no Brasil*. Texto disponível em: http://www.braudel.org.br/eventos/seminarios/2008/0506/bonusdemografico_jeda_aparte.pdf. Acesso em: 06-09-2009.
- Alves, J.E.D., 2008b. *As Transições Demográficas, as Mudanças na Estrutura Etária e o Bônus Demográfico no Brasil*. Apresentação em power-point. Disponível em: <http://www.braudel.org.br>. Acesso em: 06-09-2009.
- Andrade, T.A., Lobão, W.J.A., 1997. *Elasticidade Renda e Preço da Demanda Residencial de Energia Elétrica no Brasil*. Texto para Discussão nº 489. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília.
- Ang, B.W., 1987. "Structural change and energy demand forecasting in industry with applications to two newly industrialized countries". *Energy* 12 (2), pp. 101–111.
- Ang, B.W., 1994. "Decomposition of industrial energy consumption: the energy intensity approach". *Energy Economics* 16 (3), 163-174.
- Ang, B.W., 1995. "Decomposition methodology in industrial energy demand analysis". *Energy* 20, pp. 1081-1095.
- Ang, B.W., 1997. "Decomposition of aggregate energy intensity of industry with application to China, Korea and Taiwan". *Energy & Environment* 8 (1), pp. 1–11.
- Ang, B.W., 2004. "Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method?" *Energy Policy* 32, pp 1131–1139.
- Ang, B.W., 2005, "The LMDI approach to decomposition analysis: a practical guide". *Energy Policy* 33, pp 867-871.
- Ang, B.W., 2006. "Monitoring changes in economy-wide energy efficiency: From energy-GDP ratio to composite efficiency index". *Energy Policy* 34, pp 574-582.
- Ang, B.W., Choi, K.H., 1997. "Decomposition of aggregate energy and gas emission intensities for industry: a refined Divisia index method". *Energy Journal* 18 (3), 59–73.
- Ang, B.W., Lee, S.Y., 1994. "Decomposition of industrial energy consumption". *Energy Economics*, 16 (2), pp. 83-92.
- Ang, B.W., Liu, N., 2007a. "Negative-value problems of the logarithmic mean Divisia index decomposition approach". *Energy Policy*, 35 (1), pp. 739-742.

- Ang, B.W., Liu, N., 2007b. "Energy decomposition analysis: IEA model versus other methods". *Energy Policy* 35 (3), pp. 1426-1432.
- Ang, B.W., Liu, N., 2007b. "Energy decomposition analysis: IEA model versus other methods". *Energy Policy* 35 (3), pp. 1426-1432
- Ang, B.W., Liu, F.L., 2007c. "Handling zero values in the logarithmic mean Divisia index decomposition approach". *Energy Policy* 35 (1), pp. 238–246.
- Ang, B.W., Liu, X.Q. e Ong, H.L., 1992. "Sector disaggregation and the effect of structural change on industrial energy consumption". *Energy*, 17 (7), pp. 679-687.
- Ang, B.W., Liu, F.L., Chew, E.P., 2003. "Perfect decomposition techniques in energy and environmental analysis". *Energy Policy* 31 (14), pp. 1561-1566.
- Ang, B.W., Liu, F.L., Chung, H.S., 2002. *Index numbers and the Fisher ideal index approach in energy decomposition analysis*. Research Report 38/2002, Department of Industrial and Systems Engineering, National University of Singapore, 10 Kent Ridge Crescent, Singapore 119260.
- Ang, B.W. e Skea, J.F., 1994. "Structural change, sector disaggregation and electricity consumption in the UK industry". *Energy & Environment* 5 (1), pp. 1–16.
- Ang, B.W., Zhang, F.Q. e Choi, K.H., 1998. "Factorizing changes in energy and environmental indicators through decomposition". *Energy* 23 (6), pp 489-495.
- Ang, B.W., Zhang, F.Q., 2000. "A survey of index decomposition analysis in energy and environmental studies". *Energy* 25 (12), 1149-1176.
- Ang, B.W., Zhang, F.Q., e Chew, E.P., 2000. "A decomposition technique for quantifying real process performance", *Production Planning and Control* 11, pp. 314–321.
- Araújo, A.C.M., 2007. *Perdas e Inadimplência na Atividade de Distribuição de Energia Elétrica no Brasil*. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/daraujoacm.pdf>>.
- Arouca, M.C., 1982. *Análise da Demanda de Energia no Setor Residencial no Brasil*. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Asia Pacific Energy Research Centre, 2001. *Energy efficiency indicators - a study of energy efficiency indicators in APEC economies*, Tokyo. Disponível em: <<http://www.ieej.or.jp/aperc/2001/Efficiency Part1.pdf>>, e em: <<http://www.ieej.or.jp/aperc/2001/Efficiency Part2.pdf>>.

- Banco Central do Brasil [BCB], 2008. Séries relativas à atividade econômica (PIB, em valores anuais correntes e deflator implícito), obtidos no Sistema Gerenciador de Séries Temporais (SGS) - v1.3.2. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br>>. Acesso em: 11-08-2009.
- Barro, R., 2000. "Inequality and Growth in a Panel of Countries". *Journal of Economic Growth* 5, pp 5-32.
- Barros, R.P., Carvalho, M., Franco, S., Mendonça, R., 2007. "A queda recente da desigualdade de renda no Brasil". In: *Desigualdade de Renda no Brasil: Uma Análise da Queda Recente*, v. 1, cap. 2 (Barros, R. P. et alli (org.)). Brasília: IPEA.
- Barros, R.P., Henriques, R., Mendonça, R., 2001. *A estabilidade inaceitável: desigualdade e pobreza no Brasil*. Texto para Discussão nº 800. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Rio de Janeiro.
- Bending, R.C., Cattell, R.K. e Eden, R.J., 1987. "Energy and structural change in the United Kingdom and Western Europe". *Annual Review of Energy* 12, pp. 185–222.
- Bernardini, O. e Galli, R., 1993. "Dematerialization: long-term trends in the intensity of use of materials and energy". *Futures* 25, pp. 431–448.
- Bhattacharyya, S. e Ussanarassamee, A., 2005. "Changes in energy intensities of Thai industry between 1981 and 2000: a decomposition analysis". *Energy Policy* 33, pp. 995–1002.
- Bôa Nova, A.C., 1985. *Energia e Classes Sociais no Brasil*. Ed. Loyola, São Paulo, SP, Brasil.
- Bossanyi, E., 1979. "UK primary energy consumption and the changing structure of final demand". *Energy Policy* 7 (6), pp. 253–258.
- Bosseboeuf, D. e Richard, F., 1997. "The need to link energy efficiency indicators to related policies: a practical experience based on 20 years of facts and trends in France 1973–1993". *Energy Policy* 25 (7-9), pp. 813–823.
- Boyd, G., McDonald, J.F., Ross, M., Hanson, D.A., 1987. "Separating the changing composition of US manufacturing production from energy efficiency improvements: a Divisia index approach". *Energy Journal* 8 (2), 77–96.
- Boyd, G.A., Hanson, D.A., Sterner, T., 1988. "Decomposition of changes in energy intensity: a comparison of the Divisia index and other methods". *Energy Economics* 10 (4), 309–312.

- Brasil. Tribunal de Contas da União, 2004. *Tarifa social e desafios da universalização dos serviços de energia elétrica no Brasil* (Sumário Executivo). Secretaria de Fiscalização de Desestatização, Tribunal de Contas da União, Brasília, DF, Brasil.
- Cartaxo, E.F., 2000. *Fornecimento de Serviço de Energia elétrica para Localidades Isoladas da Amazônia: Reflexões a partir de um estudo de caso*. Tese de D.Sc., Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.
- Centro de Estudios Distributivos, Laborales y Sociales [CEDLAS]/Banco Mundial, 2008. SEDLAC: Socio-Economic Database for Latin America and the Caribbean (atualizado em: 22 de dezembro de 2008). Disponível em: <<http://www.depeco.econo.unlp.edu.ar/cedlas/sedlac/default.html>>. Acesso em: 11-2-2009.
- Choi, K.H., Ang, B.W. e Ro, K.K., 1995. "Decomposition of the energy intensity index with application for the Korea manufacturing industry". *Energy* 20 (9), pp. 835–842.
- Choi, K.H., Ang, B.W., 2001. "A time-series analysis of energy-related carbon emissions in Korea". *Energy Policy* 29, pp. 1155–1161.
- Choi, K.H., Ang, B.W., 2002. "Measuring thermal efficiency improvement in power generation: the Divisia decomposition approach". *Energy* 27, pp. 447–455.
- Choi, K.H., Ang, B.W., 2003. "Decomposition of aggregate energy intensity changes in two measures: ratio and difference". *Energy Economics* 25, pp. 615–624.
- Chung, H.S., 1998. "Industrial structure and source of carbon dioxide emissions in East Asia: estimation and comparison". *Energy & Environment* 9 (5), pp. 509–533.
- Chung, H.S. e Rhee, H.C., 2001. "A residual-free decomposition of the sources of carbon dioxide emissions: a case of the Korean industries". *Energy* 26 (1), pp. 15–30.
- Cohen, C., 2002. *Padrões de Consumo: Desenvolvimento, meio-ambiente e energia no Brasil*. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Cohen, C., Lenzen, M., Schaeffer, R., 2005. "Energy requirements of households in Brazil". *Energy Policy* 33, pp 555–562.
- Cole, M.A., Elliott, R.J.R. e Shimamoto, K., 2005. "A note on trends in European industrial pollution intensities: a Divisia index approach". *The Energy Journal* 26 (3), pp. 61–73.

- CPFL Energia, 2009. Informações disponíveis em: <<http://www.cpfl.com.br>>. Acesso em: 19-08-2009.
- Darmstadter, J., Dunkerly, J., Alterman, J., 1977. *How Industrial Societies Use Energy: A Comparative Analysis*. Baltimore and Londres: John Hopkins University Press.
- De Ferranti, D. et al., 2004. *Inequality in Latin America and the Caribbean: Breaking with History?*. Washington D.C.: The World Bank.
- Deininger, K., Squire, L., 1996. "A new data set measuring income inequality". *The World Bank Economic Review* 10, pp. 565-591.
- Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Sócio-Econômicos [DIEESE], 1998. As Tarifas de Energia Elétrica no Brasil. Boletim Dieese nº 206, Edição de julho. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/bol/esp/estjul98.xml>>. Acesso em: 05-08-2009.
- Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica [DNAEE], 1995. Portaria DNAEE nº 437, de 3 de novembro de 1995. Estabelece a distinção, entre os consumidores residenciais, daqueles de baixo poder aquisitivo, doravante pertencentes à subclasse Residencial Baixa Renda, para que se possa praticar política tarifária mais adequada. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/prt1995437.pdf>>. Acesso em: 10-10-2008.
- Dias, A.B., 1981. *Consumo de Energia e Distribuição de Renda*. Texto para Discussão nº 103. Departamento de Economia/UFPE, Pernambuco, PE, Brasil.
- Doblin, C.P., 1988. "Declining energy intensity in the US manufacturing sector". *The Energy Journal* 9 (2), pp. 109–135.
- Dollar, D., Kraay, A., 2002. "Growth is good for the poor". *Journal of Economic Growth* 7, pp 195-225.
- Eichhammer, W. e Mannsbart, W., 1997. "Industrial energy efficiency: indicators for a European cross-country comparison of energy efficiency in the manufacturing industry". *Energy Policy* 25 (7-9), pp. 759–772.
- Eichhammer, W., Schloman, B., 1998. "Methodological issues and relevance in a policy context of energy efficiency indicators". Paper presented to APERC *Workshop on Energy Efficiency Indicators in Industry*, Tokyo, September 21–22.
- Eletrobrás, 1996. *Consumo Residencial de Energia Elétrica: Análise por Faixa de Consumo - Brasil e Regiões Geográficas, 1986-1995*. Relatório Técnico (REL

202). Diretoria de Gestão Corporativa e Financeira. Área de Especialização de Estudos de Mercado e Tarifas. Rio de Janeiro.

Empresa de Pesquisa Energética [EPE], 2005. *Relatório Analítico: Projeções do Mercado de Energia Elétrica 2005-2015*. EPE: Rio de Janeiro, Brasil.

Empresa de Pesquisa Energética [EPE], 2006. *Consumo Final e Conservação de Energia Elétrica (1970 – 2005)*. Nota Técnica, EPE: Rio de Janeiro, Brasil.

Disponível em:

<http://www.epe.gov.br/mercado/Paginas/Mercado_16.aspx?CategoriaID=>.

Acesso em: 04-09-2009.

Empresa de Pesquisa Energética [EPE], 2008a. “Boletim Trimestral (ref. IV trimestre de 2007)”. *Acompanhamento do Mercado de Energia Elétrica e da Economia*.

Disponível em:

<<http://www.epe.gov.br/BoletimTrimestral/Forms/EPEBoletimMercado.aspx>>.

Acesso em: 11-10-2008.

Empresa de Pesquisa Energética [EPE], 2008b. Comunicação pessoal. Séries de dados sobre consumo e consumidores residenciais de energia elétrica em baixa tensão: 1980-2007.

Empresa de Pesquisa Energética [EPE], 2008c. “O crescimento recente do consumo residencial de energia elétrica na região Nordeste”. Nota Técnica DEN 04/08.

Série Estudos da Demanda. Disponível em:

<http://www.epe.gov.br/Lists/Mercado/DispForm.aspx?ID=17&Source=http%3A%2F%2Fwww%2Eepe%2Egov%2Ebr%2FLists%2FMercado%2FMercado%2Easpx>.

Acesso em: 11-10-2008.

Empresa de Pesquisa Energética [EPE], 2009a. Comunicação pessoal.

Empresa de Pesquisa Energética [EPE], 2009b. “Premissas sociodemográficas de longo prazo”. Nota Técnica DEA 03/09. *Série Parâmetros Econômicos*. Disponível em:

<http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20090430_1.pdf>. Acesso em: 06-09-2009.

Enerdata, 2008. Energy Efficiency and CO₂ Indicators for 1980, 1990, 2000 and 2005.

Disponível em: <<http://www.enerdata.fr>>. Acesso em: 01-10-2008.

Farla, J.C.M., Blok, K., 2000. “Energy efficiency and structural change in the Netherlands, 1980–1995”. *Journal of Industrial Ecology* 4 (1), pp. 93–117.

- Farla, J., Blok, K., Schipper, L., 1997. "Energy efficiency developments in the pulp and paper industry : A cross-country comparison using physical production data". *Energy Policy* 25 (7-9), pp. 745-758.
- Fernández, P. e Pérez, R., 2003. "Decomposing the variation of aggregate electricity intensity in Spanish industry". *Energy* 28, pp. 171–184.
- Ferreira, F., Leite, P., Litchfield, J., 2006. *The rise and fall of Brazilian inequality: 1981-2004*. The World Bank, Policy Research Working Paper nº 3867. Disponível em: <http://econ.worldbank.org>. Acesso em: 05-02-2009.
- França, C.R.A., 1999. *Programas Sociais em Empresa Estatal de Serviço Público: Análise dos Projetos de Eletrificação de Áreas Residenciais Urbanas de Baixa Renda na Eletropaulo S/A e de suas Perspectivas sob Gestão Privada*. Dissertação de M.Sc., Instituto de Eletrotécnica e Energia, Universidade de São Paulo [IEE/USP], São Paulo, SP, Brasil.
- Gardner, D., 1993. "Industrial energy use in Ontario from 1962 to 1984". *Energy Economics* 15 (1), pp. 25–32.
- Goldemberg, J., 1998. "Leapfrog energy technologies". *Energy Policy* 26 (10), pp. 729–741.
- Golove, W.H. e Schipper, L. 1997. "Restraining carbon emissions: measuring energy use and efficiency in the USA". *Energy Policy* 25 (7-9), pp. 803–812.
- Gomes, B. M., Cohen, C., 2006. "Despesas de Energia Elétrica no Setor Residencial Brasileiro". In: *Anais do XI Congresso Brasileiro de Energia – CBE, 2006*. Rio de Janeiro. RJ: PPE/COPPE/UFRJ.
- Greening, L., Ting, M. e Krackler, T., 2001. "Effects of changes in residential end-uses and behavior on aggregate carbon intensity: comparison of 10 OECD countries for the period 1970 through 1993". *Energy Economics* 23, pp 153-178.
- Greening, L.A., Davis, W.B., Schipper, L. e Khrushch, M., 1997. "Comparison of six previous term decomposition next term methods: application to aggregate energy intensity for manufacturing in 10 OECD countries". *Energy Economics* 19, pp. 375–390.
- Greening, L.A., Davis, W.B. e Schipper, L., 1998. "Decomposition of aggregate carbon intensity for the manufacturing sector: comparison of declining trends from 10 OECD countries for the period 1971–1991". *Energy Economics* 20 (1), pp. 43–65.

- Grubler, G., 1993. "The transportation sector: growing demand and emissions". *Pacific and Asian Journal of Energy* 1993 (2), pp. 179–199.
- Hass, R., 1997. "Energy efficiency indicators in the residential sector: what do we know and what has to be ensured". *Energy Policy* 25 (7-9), pp. 789–802
- Haas, R., Schipper, L., 1998. "Residential energy demand in OECD-countries and the role of irreversible efficiency improvements". *Energy Economics* 20, pp 421-442.
- Herman, R., Ardekani, S.A. e Ausubel, J.H., 1990. "Dematerialization". *Technological Forecasting and Social Change* 38, pp. 333–347.
- Hoekstra, R., van den Bergh, J.C.J.M., 2003. "Comparing structural and index decomposition analysis". *Energy Economics* 25, pp. 39–64.
- Hoffmann, R., 2005. "As transferências não são a principal causa de redução de desigualdade". In: *Econômica*. Revista de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, v. 7, nº 2. Niterói: UFF.
- Hoffmann, R., 2007. "Transferências de renda e redução da desigualdade no Brasil em cinco regiões, entre 1997 e 2005". In: *Desigualdade de Renda no Brasil: Uma Análise do Quadro Recente*, v. 2, cap. 15 (Barros, R. P. et alli (org.)). Brasília: IPEA.
- Howarth, R.B., Schipper, L., Duerr, P. and Strom, S., 1991. "Manufacturing energy use in eight OECD Countries: Decomposing the impacts of changes in output, industry structure and energy intensity", *Energy Economics* 13 (2), pp. 135-142.
- Huang, J.P., 1993. "Industrial energy use and structural change: a case study of the People's Republic of China". *Energy Economics* 15 (2), pp. 131–136.
- Instituto Acende Brasil, 2007. "Tarifa Baixa Renda". *Cadernos de Política Tarifária*, nº 06, dezembro. Disponível em:
<http://acendebrasil.com.br/archives/files/estudos/Caderno_06_Baixa_Renda.pdf>.
Acesso em: 22-08-2009.
- Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas [IBASE], 2008. *Repercussões do Programa Bolsa Família na Segurança Alimentar e Nutricional das Famílias Beneficiadas*. Documento Síntese. Disponível em:
<http://www.ibase.br/userimages/ibase_bf_sintese_site.pdf>. Acesso em: 14-02-2009.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2001. Censo Demográfico 2000. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 30-01-2009.

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2008a. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2007. Disponível em:
<<http://www.sidra.ibge.gov.br/pnad/pnadpb.asp>>. Acesso em: 05-10-2008.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2008b. Pesquisa Mensal de Emprego. Várias. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 16-07-2008.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2009a. Pesquisa de Orçamentos Familiares 1986-1987 e 1995-1996. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 06-02-2009.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2009b. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Várias anteriores à edição de 2007. Disponível em:
<<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 09-02-2009.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2009c. Projeção da População do Brasil por sexo e idade: 1980-2050 - Revisão 2008. Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2008/default.shtm>. Acesso em: 13-06-2009.
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [IPEA], 2009. Base de dados macroeconômicos, financeiros e regionais do Brasil. Disponível em:
<<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 30-08-2009.
- International Energy Agency [IEA], 1997. Indicators of energy use and efficiency, OECD, Paris.
- Jenne, J., Cattell, R., 1983. "Structural change and energy efficiency in industry". *Energy Economics* 5 (2), pp. 114–123.
- Joyeux, R., Ripple, R. D., 2007. "Household energy consumption versus income and relative standard of living: A panel approach". *Energy Policy* 35, pp. 50-60.
- Kander, A., 2005. "Baumol's disease and dematerialization of the economy". *Ecological Economics* 55 (1), pp. 119-130.
- Kwon, T.H., 2005. "Decomposition of factors determining the trend of CO₂ emissions from car travel in Great Britain (1970–2000)". *Ecological Economics* 53, pp. 261–275.
- Landwehr, M. e Jochem, E., 1997. "From primary to final energy consumption — analyzing structural and efficiency changes on the energy supply side". *Energy Policy* 25 (7-9), pp. 693–702.

- Langoni, C.G., 2005. *Distribuição de Renda e Desenvolvimento Econômico no Brasil*. 3ª edição. FGV Editora, Rio de Janeiro (1ª edição, Editora Expressão e Cultura, 1973).
- Leach, G., Jarass, L., Obermair, G.M., Hoffmann, L., 1986. *Energy and Growth: A Comparison of 13 Industrial and Developing Countries*. Guildford: Butterworth Scientific.
- Lee, K., Oh, W., 2006. "Analysis of CO₂ emissions in APEC countries: a time-series and a cross-sectional decomposition using the log mean Divisia method". *Energy Policy* 34 (17), pp. 2779-2787.
- Lenzen, M., Schaeffer, R., 2004. "Interrelational income distribution in Brazil". *Developing Economies* XLII, pp. 371-391.
- Lenzen, M., 2006. "Decomposition analysis and the mean-rate-of-change index". *Applied Energy* 83, pp 185-198.
- Leon, N., Pessanha, J.F.M., 2005. "Dinâmica da evolução do consumo de energia no setor residencial". Anais do XVIII SNPTTE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. 16 a 21 de outubro, Curitiba, Paraná, Brasil.
- Lermit, J., Jollands, N., 2001. *Monitoring energy efficiency performance in New Zealand: a conceptual and methodological framework*. National Energy Efficiency and Conservation Authority, Wellington. Disponível em: <<http://www.energywise.co.nz/Strategy/Documents/Monitoring%201.pdf>>.
- Levy, P. M., Villela, R. (orgs.), 2006. *Uma agenda para o crescimento econômico e redução da pobreza*. Texto para Discussão nº 1234. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Rio de Janeiro.
- Lin, S.J. e Chang, T.C., 1996. "Decomposition of SO₂, NO_x and CO₂ emissions from energy use of major economic sectors in Taiwan". *The Energy Journal* 17 (1), pp. 1–17.
- Lins, M.P., 1988. *Estrutura do Consumo Energético Residencial no Estado do Rio de Janeiro*. LIGHT, Informação Técnica AESP 0-001/88. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Liu, X.Q., Ang, B.W., Ong, H.L., 1992. "The application of the Divisia index to the decomposition of changes in industrial energy consumption". *Energy Journal* 13 (4), pp. 161-177.

- Lopez, J. H., Servén, L., 2006. A Normal Relationship? Poverty, Growth, and Inequality. The World Bank, Policy Research Working Paper nº 3814, January 2006. Disponível em: <<http://econ.worldbank.org>>. Acesso em: 02-02-2009.
- Luyanga, S., Miller, R., Stage, J., 2006. "Index number analysis of Namibian water intensity". *Ecological Economics* 57 (3), pp. 374-381.
- Ma, Chunbo e Stern, D.I., 2008. "China's changing energy intensity trend: A decomposition analysis". *Energy Economics* 30, pp. 1037-1053.
- Machado, G. V., 1996. *Modificações Recentes no Padrão de Uso de Energia na Indústria Brasileira Face à Inserção do País na Economia Mundial*. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Machado, G., Schaeffer, R., 2006. "Energy and Economic Development". In: *Brazil: A Country Profile on Sustainable Energy Development*, chapter 5 (International Atomic Energy Agency, et al. (sponsored)). Vienna: IAEA.
- Marlay, R., 1984. "Trends in industrial use of energy". *Science* 226, pp 1277-1283.
- Mason, A. 2003. "Capitalizing on the demographic dividend". In: *Population and poverty – Achieving equity, equality and sustainability* (cap. 2). Série Population and Development Strategies (PDS), n. 8. Nova York: UNFPA.
- Mendes, T.R., 2000. "Energia Elétrica: Tarifas". In: *Seminário O Colapso Energético no Brasil e Alternativas Futuras*, Brasília: IEE-PPG-USP: Câmara dos Deputados, 14 de junho de 2000. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/StaticFile/documentacao/dpl_20000601_energia_eletrica_tarifas_tania.htm>. Acesso em: 25-07-2009.
- Ministério de Minas e Energia/Empresa de Pesquisa Energética [MME/EPE], 2008. Balanço Energético Nacional – Ano Base 2007. Disponível em: <<https://www.ben.epe.gov.br/>>. Acesso em: 20-09-2008.
- Ministério de Minas e Energia [MME], 2009. Informações sobre o Programa Luz para Todos. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/programs_display.do?chn=682>. Acesso em: 02-02-2009.
- Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome [MDS], 2009. Informações sobre o Programa Bolsa Família. Disponível em: <http://www.mds.gov.br/bolsafamilia/o_programa_bolsa_familia>. Acesso em: 02-02-2009.

- Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão [MPOG]/Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [IPEA], 2001. *Evolução recente das condições e das políticas sociais no Brasil*. Brasília, IPEA.
- Modiano, E.M., 1984. *Elasticidade-renda e preço da demanda de energia elétrica no Brasil*. Texto para Discussão nº 68. Departamento de Economia - PUC/RJ.
- Motta, R.S., Araújo, J.L., 1989. "Decomposição dos efeitos de intensidade energética no setor industrial brasileiro". *Pesquisa e Planejamento Econômico* 19 (1).
- ODYSSEE, 1999. Aggregate energy efficiency indicators in ODYSSEE for industry. Disponível em: <<http://www.odyssee-indicators.org/Publication/PDF/indic-ind.pdf>>.
- Office of Energy Efficiency, 2004. *Energy efficiency trends in Canada 1990–2002. Natural Resources Canada (June 2004)*. Ottawa, Canadá. Disponível em: <http://oee.nrcan.gc.ca/neud/dpa/data_e/trends.pdf>.
- Oliveira, A., (coordenador), Potengy, G.F., Di Sabatto, A., Silva, M.F., Nicoll, M., Bacellar, B., Oliveira, C., 2005. *Pobreza Energética: Complexo do Caju*. Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil: maio/2005.
- (U.S.) Office of Energy Efficiency and Renewable Energy [OEERE], 2005. <<http://intensityindicators.pnl.gov/methodology.html>>. Acesso em: 27-07-2009.
- Park, S.H., 1992. "Decomposition of industrial energy consumption - an alternative method". *Energy Economics* 14 (4), pp. 265–270.
- Park, S.H., Dissmann, B., Nam, K.Y., 1993. "A cross-country decomposition analysis of manufacturing energy consumption". *Energy* 8 (8), pp. 843-858.
- Peliano, A. M. (org.), 2006. *Desafios e Perspectivas da Política Social*. Texto para Discussão nº 1248. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/publicacoes/tds/td_1248.pdf>. Acesso em: 08-11-2008.
- Pires, J. C. L., Giambiagi, F., Sales, A. F., 2002. *As Perspectivas do Setor Elétrico após o Racionamento*. Texto de Discussão nº 97. BNDES, Rio de Janeiro.
- Presidência da República Federativa do Brasil, Casa Civil, Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica, 2001. Resolução GCE nº 04, de 22 de maio de 2001 (Publicada no DOU de 23/5/2001). Dispõe sobre regimes especiais de tarifação, limites de uso e fornecimento de energia elétrica e medidas de redução de seu consumo. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/cge/rescge.htm>. Acesso em: 10-11-2008.

- Presidência da República Federativa do Brasil, Casa Civil, Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica, 2002. Resolução GCE nº 117, de 19 de fevereiro de 2002 (Publicado no DOU de 21/2/2002). Dispõe sobre o fim do Programa Emergencial de Redução do Consumo de Energia Elétrica e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/cge/rescge.htm>. Acesso em: 10-11-2008.
- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento [PNUD], 2007. Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/rdh>>. Acesso em: 20-08-2009.
- Pontifícia Universidade Católica [PUC]/Programa Nacional de Conservação de Energia [PROCEL], 2007. Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Uso – Setor Residencial (Relatórios Brasil e Regiões).
- Ramírez, C.A., Patel, M. e Blok, K., 2005. “The non-energy intensive manufacturing sector - an energy analysis relating to the Netherlands”. *Energy* 30, pp. 749–767.
- Ramírez, C.A. e Worrell, E., 2006. “Feeding fossil fuels to the soil: an analysis of energy embedded and technological learning in the fertilizer industry”. *Resources, Conversation and Recycling* 46, pp. 75–93
- Reitler, W., Rudolph, M., Schaefer, H., 1987. “Analysis of the factors influencing energy consumption in industry: a revised method”. *Energy Economics* 14 (1), pp. 49–56.
- Rocha, S., 1998. *Desigualdade Regional e Pobreza no Brasil: A evolução 1981-1995*. Texto para Discussão nº 567. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/pub/td/td0567.pdf>>. Acesso em: 27-09-2008.
- Rodrigues, M.G., 1987. *Combustíveis no Setor Residencial: Um estudo sobre o Estado do Rio de Janeiro*. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Rosa, L.P., Tolmasquim, M.T., 1993. “An analytical model to compare energy-efficiency indices and CO₂ emissions in developed and developing countries”. *Energy Policy* 21 (3).
- Rose, A., Casler, S., 1996. “Input-output structural decomposition analysis: a critical appraisal”. *Economic Systems Research* 8, pp. 33-61.
- Santana, R. e Pederneiras, F.L., 2009. “Aplicação de tarifas sociais e populações de baixo recurso: uma abordagem do caso brasileiro”. *Anais do XIII ERIAC* -

Encuentro Regional Ibero Americano de Cigré. Comitê de Estudio C5 – Mercados de Electricidad y Regulación. Porto Iguazú, Argentina.

Sauer, I., 2002. “Energia elétrica no Brasil contemporâneo: a reestruturação do setor, questões e alternativas”. In: *BRANCO, A.M. (Org.). “Política energética e crise de desenvolvimento: a antevisão de Catullo Branco”*. São Paulo: Paz e Terra. Cap. 5, pp. 117-227.

Schaeffer, R., Cohen, C., Almeida, M.A., Achão, C.C., Cima, F.M., 2003. *Energia e Pobreza: Problemas de Desenvolvimento Energético e Grupos Sociais Marginais em Áreas Rurais e Urbanas do Brasil* (Altomonte, H. (org.)), Unidad de Recursos Naturales e Infraestructura de La Comisión Económica para America Latina y el Caribe (Cepal), Naciones Unidas, Santiago de Chile.

Schaeffer, R. (coordenador), 2008. *Elaboração de Ferramenta Computacional para Estimar o Potencial de Conservação de Energia Elétrica em Comunidades de Baixo Poder Aquisitivo*. Relatório Técnico Light. COPPE/UFRJ.

Schipper, L., Meyers, S., Howarth, R.B., Steiner, R., 1992. *Energy Efficiency and Human Activity: Past Trends, Future Prospects*. Cambridge: Cambridge University Press.

Schipper, L., Ting, M., Khrushch, M., e Golove, W., 1997. “The evolution of carbon dioxide emissions from energy use in industrialized countries: an end-use analysis”. *Energy Policy* 25 (7-9), pp. 651–672.

Schipper, L., Unander, F., Marie-Lilliu, C., 2000. The IEA energy indicators effort: increasing the understanding of the energy/emissions link. IEA Public Information Office, 9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15. Disponível em: <<http://www.iea.org/envissu/cop6/eneinl.pdf>>.

Schmidt, C.A.J., Lima, M.A., 2002. *Estimações e previsões da demanda por energia elétrica no Brasil*. Secretaria de Acompanhamento Econômico. Ministério da Fazenda. Documento de Trabalho nº 16. Disponível em: <http://www.seae.fazenda.gov.br/central_documentos/documento_trabalho/2002-1/doctrab16.pdf/view?searchterm=Estimações>. Acesso em: 20-8-2008.

Scholl, L., Schipper, L. e Kiang, N., 1996. “CO₂ emissions from passenger transport: a comparison of international trends from 1973 to 1992”. *Energy Policy* 24 (1), pp. 17–30.

- Schwartzman, S., 2006. *Redução da desigualdade, da pobreza, e os programas de transferência de renda*. Versão 3, fevereiro. Instituto de Estudos do Trabalho e Sociedade, IETS.
- Silva, T.L.V., 2003. *Estimativa de Padrão de Consumo Energético de Comunidades Carentes, Estudo de Caso: Complexo da Maré*. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/tatianas.pdf>>.
- Soares, S. S., 2006. *Distribuição de renda no Brasil de 1976 a 2004 com ênfase no período entre 2001 e 2004*. Texto para Discussão nº 1166. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília.
- Sterner, T., 1985. "Structural change and technology choice: energy use in Mexican manufacturing industry, 1970–81". *Energy Economics* 7 (2), pp. 77–86.
- Stage, J., 2001. "Decomposition of Namibian energy intensity". *The South Africa Journal of Economics* 69, pp. 698–707.
- Sun, J.W., 1998. "Changes in energy consumption and energy intensity: a complete decomposition model". *Energy Economics* 20 (1), pp. 85–100.
- Sun, J.W., 2001. "Energy demand in the fifteen European Union countries by 2010: a forecasting model based on the decomposition approach". *Energy* 26 (6), pp. 549–560.
- Sun, J. W. e Meristo, T., 1999. "Measurement of dematerialization/materialization: a case analysis of energy saving and decarbonization in OECD countries, 1960–95". *Technological Forecasting and Social Change* 60 (3) pp. 275–294.
- Tavares, M.L., 2003. *Análise e Evolução da Tarifa Social de Energia no Brasil, 1985/2002*. Dissertação de M.Sc. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz [ESALQ]. Piracicaba, São Paulo, Brasil.
- Todos pela Educação, 2009. Informações obtidas em: <<http://www.todospelaeducacao.org.br>>. Acesso em: 30-08-2009.
- Tolmasquim, M., Gorini, R., Campos, A., 2002. *As Empresas do Setor Elétrico Brasileiro: Estratégias e performance*, CENERGIA, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Tornqvist, L., Vartia, P., Vartia, Y., 1985. "How should relative changes be measured?" *The American Statistician* 39 (1), pp. 43–46.
- Wade, S.H., 2002. *Measuring change in energy efficiency for the annual energy outlook 2002*. Energy Information Administration, Department of Energy, United

States, Washington, DC. Disponível em:

<<http://www.eia.doe.gov/oiaf/analysispaper/efficiency/pdf/efficiency.pdf>>.

- Wachsmann, U., 2005. *Mudanças no Consumo de Energia e nas Emissões associadas de CO₂ no Brasil entre 1970 e 1996: Uma análise de decomposição estrutural*. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Wachsmann, U., Wood, R., Lenzen, M., Schaeffer, R., 2009. "Structural decomposition of energy use in Brazil from 1970 to 1996". *Applied Energy* 86, pp. 578–589.
- Wang, C., Chen, J. e Zou, J., 2005. "Decomposition of energy-related CO₂ emission in China: 1957–2000". *Energy* 30, pp. 73–83.
- Werbos, P., 1984. "Industrial electricity demand: prospects and uncertainties". In: *Proceedings: Forecasting the Impact of Industrial Structural Change on US Electricity Demand*, Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA.
- Wood, R., Lenzen, M., 2006. "Zero-value problems of the logarithmic mean Divisia index decomposition method". *Energy Policy* 34, pp 1326-1331.
- Worrell, E., Price, L., Martin, N., Farla, J., Schaeffer, R., 1997. "Energy intensity in the iron and steel industry: a comparison of physical and economic indicators". *Energy Policy* 25, pp 727-744.
- Wu, L., Kaneko, S., Matsuoka, S., 2005. "Driving forces behind the stagnancy of China's energy-related CO₂ emissions from 1996 to 1999: the relative importance of structural change, intensity change and scale change". *Energy Policy* 33, pp 319-335.
- Wu, L., Kaneko, S., Matsuoka, S., 2006. "Dynamics of energy-related CO₂ emissions in China during 1980 to 2002: the relative importance of energy supply-side and demand-side effects". *Energy Policy* 34 (18), pp. 3549-3572.
- Yamamoto, Y., Suzuki, A., Fuwa, Y., Sato, T., 2008. "Decision-making in electrical appliance use in the home". *Energy Policy* 36, pp 1679-1686.
- Zhang, F.Q., Ang, B.W., 2001. "Methodological issues in cross-country/region decomposition of energy and environment indicators". *Energy Economics* 23 (2), pp. 179–190.

ANEXO I: Decomposição das variações do consumo residencial de eletricidade (estrutura = % consumidores por região)

Neste Anexo são apresentados os dados de entrada bem como os resultados obtidos para o período 1980-2007, em abertura anual, a partir da aplicação do método Divisia index de média logarítmica LMDI I (formulação geral abaixo) quando a estrutura é dada pela participação dos consumidores de cada região geográfica no total de consumidores.

$$\Delta E = E_t - E_{t-1} = \Delta E_{act} + \Delta E_{str} + \Delta E_{int} = \sum_i^n \frac{(e_t^i - e_{t-1}^i)}{(\ln e_t^i - \ln e_{t-1}^i)} \times \left[\ln \left(\frac{Q_t^i}{Q_{t-1}^i} \right) + \ln \left(\frac{I_t^i}{I_{t-1}^i} \right) + \ln \left(\frac{S_t^i}{S_{t-1}^i} \right) \right]$$

CONSUMO RESIDENCIAL "Ei" (MWh)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sudeste	15.792.656	16.746.563	17.756.933	19.246.924	19.805.999	20.665.214	22.506.204	24.072.459	25.092.244	26.643.948	28.937.085	30.576.203	31.104.015	32.080.716
Nordeste	2.709.328	3.026.085	3.411.012	3.855.754	3.995.548	4.258.800	4.840.585	4.824.558	5.264.166	5.924.903	6.668.830	7.042.886	7.121.457	7.385.986
Norte	591.183	681.061	756.497	888.828	919.547	1.006.704	1.186.518	1.380.517	1.472.402	1.633.982	1.930.646	2.110.641	2.057.800	2.087.199
Sul	2.937.064	3.270.141	3.650.475	4.076.730	4.401.011	4.748.484	4.969.437	5.585.461	5.995.813	6.578.310	7.292.741	7.873.614	8.060.364	8.439.815
Centro-Oeste	1.090.494	1.207.317	1.365.114	1.528.095	1.676.926	1.854.261	2.125.785	2.390.318	2.570.037	2.756.631	3.035.400	3.286.944	3.294.400	3.481.855
TOTAL	23.120.725	24.931.167	26.940.031	29.596.331	30.799.031	32.533.463	35.628.529	38.253.313	40.394.662	43.537.774	47.864.702	50.890.288	51.638.036	53.475.571

NUMERO DE CONSUMIDORES "Qi" (Unidades)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sudeste	8.510.478	9.058.481	9.721.614	10.280.122	10.834.955	11.384.106	11.905.426	12.336.207	12.718.122	13.308.355	13.769.636	14.264.199	14.769.761	15.435.481
Nordeste	2.654.781	2.951.231	3.302.974	3.661.335	3.910.842	4.213.347	4.646.896	4.969.513	5.242.443	5.543.379	5.795.008	6.019.327	6.272.242	6.663.633
Norte	388.320	427.814	476.245	531.756	583.851	641.494	707.389	767.619	843.666	992.940	1.070.528	1.145.012	1.221.911	1.311.404
Sul	2.331.935	2.545.744	2.765.612	2.943.442	3.096.754	3.268.540	3.450.866	3.607.943	3.799.298	4.015.772	4.166.961	4.336.508	4.536.235	4.793.327
Centro-Oeste	678.841	750.051	834.702	924.517	1.030.396	1.104.090	1.212.899	1.297.549	1.407.602	1.454.642	1.573.222	1.668.650	1.774.261	2.223.087
TOTAL	14.564.355	15.733.321	17.101.147	18.341.172	19.456.798	20.611.577	21.923.476	22.978.831	24.011.131	25.315.088	26.375.355	27.433.696	28.574.410	30.426.932

CONSUMIDORES POR REGIÃO (S = Qi / Q)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sudeste	0,584	0,576	0,568	0,560	0,557	0,552	0,543	0,537	0,530	0,526	0,522	0,520	0,517	0,507
Nordeste	0,182	0,188	0,193	0,200	0,201	0,204	0,212	0,216	0,218	0,219	0,220	0,219	0,220	0,219
Norte	0,027	0,027	0,028	0,029	0,030	0,031	0,032	0,033	0,035	0,039	0,041	0,042	0,043	0,043
Sul	0,160	0,162	0,162	0,160	0,159	0,159	0,157	0,157	0,158	0,159	0,158	0,158	0,159	0,158
Centro-Oeste	0,047	0,048	0,049	0,050	0,053	0,054	0,055	0,056	0,059	0,057	0,060	0,061	0,062	0,073
TOTAL	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

CONSUMO POR CONSUMIDOR (I = Ei / Qi) (kWh/mês)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sudeste	154,6	154,1	152,2	156,0	152,3	151,3	157,5	162,6	164,4	166,8	175,1	178,6	175,5	173,2
Nordeste	85,0	85,4	86,1	87,8	85,1	84,2	86,8	80,9	83,7	89,1	95,9	97,5	94,6	92,4
Norte	126,9	132,7	132,4	139,3	131,2	130,8	139,8	149,9	145,4	137,1	150,3	153,6	140,3	132,6
Sul	105,0	107,0	110,0	115,4	118,4	121,1	120,0	129,0	131,5	136,5	145,8	151,3	148,1	146,7
Centro-Oeste	133,9	134,1	136,3	137,7	135,6	140,0	146,1	153,5	152,2	157,9	160,8	164,2	154,7	130,5
MÉDIA	132,3	132,1	131,3	134,5	131,9	131,5	135,4	138,7	140,2	143,3	151,2	154,6	150,6	146,5

(continua)

VARIAÇÃO CONSUMO RESIDENCIAL (Eit -Ei0) (MWh)													(continuação)	
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sudeste	-	953.907	1.010.370	1.489.991	559.075	859.215	1.840.990	1.566.255	1.019.785	1.551.704	2.293.137	1.639.118	527.812	976.701
Nordeste	-	316.757	384.927	444.742	139.794	263.252	581.785	-16.027	439.608	660.737	743.927	374.056	78.571	264.529
Norte	-	89.878	75.436	132.331	30.719	87.157	179.814	193.999	91.885	161.580	296.664	179.995	-52.841	29.399
Sul	-	333.077	380.334	426.255	324.281	347.473	220.953	616.024	410.352	582.497	714.431	580.873	186.750	379.451
Centro-Oeste	-	116.823	157.797	162.981	148.831	177.335	271.524	264.533	179.719	186.594	278.769	251.544	7.456	187.455
TOTAL	-	1.810.442	2.008.864	2.656.300	1.202.700	1.734.432	3.095.066	2.624.784	2.141.349	3.143.112	4.326.928	3.025.586	747.748	1.837.535
(ln Eit - ln Ei0)														
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sudeste	-	0,059	0,059	0,081	0,029	0,042	0,085	0,067	0,041	0,060	0,083	0,055	0,017	0,031
Nordeste	-	0,111	0,120	0,123	0,036	0,064	0,128	-0,003	0,087	0,118	0,118	0,055	0,011	0,036
Norte	-	0,142	0,105	0,161	0,034	0,091	0,164	0,151	0,064	0,104	0,167	0,089	-0,025	0,014
Sul	-	0,107	0,110	0,110	0,077	0,076	0,045	0,117	0,071	0,093	0,103	0,077	0,023	0,046
Centro-Oeste	-	0,102	0,123	0,113	0,093	0,101	0,137	0,117	0,072	0,070	0,096	0,080	0,002	0,055
TOTAL	-	0,075	0,077	0,094	0,040	0,055	0,091	0,071	0,054	0,075	0,095	0,061	0,015	0,035
ln (Qt/Q0)														
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sudeste	-	0,062	0,071	0,056	0,053	0,049	0,045	0,036	0,030	0,045	0,034	0,035	0,035	0,044
Nordeste	-	0,106	0,113	0,103	0,066	0,075	0,098	0,067	0,053	0,056	0,044	0,038	0,041	0,061
Norte	-	0,097	0,107	0,110	0,093	0,094	0,098	0,082	0,094	0,163	0,075	0,067	0,065	0,071
Sul	-	0,088	0,083	0,062	0,051	0,054	0,054	0,045	0,052	0,055	0,037	0,040	0,045	0,055
Centro-Oeste	-	0,100	0,107	0,102	0,108	0,069	0,094	0,067	0,081	0,033	0,078	0,059	0,061	0,226
TOTAL	-	0,077	0,083	0,070	0,059	0,058	0,062	0,047	0,044	0,053	0,041	0,039	0,041	0,063
ln (Sit/Si0)														
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sudeste	-	-0,015	-0,013	-0,014	-0,006	-0,008	-0,017	-0,011	-0,013	-0,008	-0,007	-0,004	-0,006	-0,019
Nordeste	-	0,029	0,029	0,033	0,007	0,017	0,036	0,020	0,010	0,003	0,003	-0,001	0,000	-0,002
Norte	-	0,020	0,024	0,040	0,034	0,036	0,036	0,035	0,051	0,110	0,034	0,028	0,024	0,008
Sul	-	0,011	-0,001	-0,008	-0,008	-0,004	-0,007	-0,003	0,008	0,003	-0,004	0,001	0,004	-0,008
Centro-Oeste	-	0,023	0,024	0,032	0,049	0,011	0,032	0,020	0,037	-0,020	0,037	0,020	0,021	0,163
TOTAL	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ln (lit/li0)														
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sudeste	-	-0,004	-0,012	0,025	-0,024	-0,007	0,041	0,032	0,011	0,015	0,048	0,020	-0,018	-0,013
Nordeste	-	0,005	0,007	0,020	-0,030	-0,011	0,030	-0,070	0,034	0,062	0,074	0,017	-0,030	-0,024
Norte	-	0,045	-0,002	0,051	-0,059	-0,004	0,067	0,070	-0,030	-0,059	0,092	0,022	-0,090	-0,056
Sul	-	0,020	0,027	0,048	0,026	0,022	-0,009	0,072	0,019	0,037	0,066	0,037	-0,022	-0,009
Centro-Oeste	-	0,002	0,016	0,011	-0,015	0,031	0,043	0,050	-0,009	0,037	0,018	0,021	-0,059	-0,170
TOTAL	-	-0,002	-0,006	0,024	-0,019	-0,003	0,029	0,024	0,011	0,022	0,054	0,022	-0,026	-0,028
(continua)														

FORMULA GERAL DO CONSUMO RESIDENCIAL - AGREGANDO OS EFEITOS Q, S e I

(continuação)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sudeste	-	16.746.563	17.756.933	19.246.924	19.805.999	20.665.214	22.506.204	24.072.459	25.092.244	26.643.948	28.937.085	30.576.203	31.104.015	32.080.716
Nordeste	-	3.026.085	3.411.012	3.855.754	3.995.548	4.258.800	4.840.585	4.824.558	5.264.166	5.924.903	6.668.830	7.042.886	7.121.457	7.385.986
Norte	-	681.061	756.497	888.828	919.547	1.006.704	1.186.518	1.380.517	1.472.402	1.633.982	1.930.646	2.110.641	2.057.800	2.087.199
Sul	-	3.270.141	3.650.475	4.076.730	4.401.011	4.748.484	4.969.437	5.585.461	5.995.813	6.578.310	7.292.741	7.873.614	8.060.364	8.439.815
Centro-Oeste	-	1.207.317	1.365.114	1.528.095	1.676.926	1.854.261	2.125.785	2.390.318	2.570.037	2.756.631	3.035.400	3.286.944	3.294.400	3.481.855
TOTAL	-	24.931.167	26.940.031	29.596.331	30.799.031	32.533.463	35.628.529	38.253.313	40.394.662	43.537.774	47.864.702	50.890.288	51.638.036	53.475.571

(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(Qt / Q0) - Efeito atividade

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sudeste	-	1.255.714	1.437.776	1.294.487	1.152.923	1.166.537	1.331.141	1.094.544	1.080.095	1.367.574	1.139.583	1.170.389	1.256.381	1.984.366
Nordeste	-	221.172	267.993	254.029	231.778	237.877	280.356	227.205	221.530	295.512	258.056	269.656	288.521	455.603
Norte	-	49.029	59.866	57.464	53.385	55.492	67.515	60.230	62.663	82.063	72.958	79.444	84.906	130.185
Sul	-	239.379	288.177	270.189	250.175	263.637	299.771	247.839	254.358	332.241	284.309	298.191	324.556	518.151
Centro-Oeste	-	88.623	107.090	101.159	94.557	101.712	122.604	106.042	108.941	140.788	118.730	124.301	134.060	212.776
TOTAL	-	1.854.014	2.161.032	1.977.396	1.782.882	1.825.305	2.101.525	1.736.060	1.727.631	2.218.265	1.873.696	1.942.001	2.088.440	3.301.102

(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(Sit / Si0) - Efeito Estrutura

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sudeste	-	-240.727	-219.285	-261.519	-126.577	-166.225	-365.204	-267.052	-330.703	-194.442	-193.191	-120.634	-182.274	-591.667
Nordeste	-	82.095	93.986	119.758	26.993	69.512	164.642	97.168	48.000	16.393	21.153	-9.345	2.967	-16.577
Norte	-	12.482	17.148	33.040	31.113	35.128	39.472	44.450	72.038	170.744	60.828	56.381	50.563	16.301
Sul	-	32.621	-1.817	-29.662	-35.052	-16.770	-36.063	-13.193	44.768	15.896	-28.217	4.096	34.164	-63.425
Centro-Oeste	-	25.886	30.277	46.522	79.073	20.149	64.152	46.121	92.882	-53.274	108.043	61.759	67.885	551.095
TOTAL	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(li0 / li0) - Efeito Intensidade

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sudeste	-	-61.080	-208.121	457.023	-467.270	-141.097	875.053	738.763	270.394	378.572	1.346.745	589.362	-546.295	-415.998
Nordeste	-	13.490	22.948	70.955	-118.977	-44.137	136.786	-340.400	170.078	348.832	464.718	113.745	-212.917	-174.497
Norte	-	28.367	-1.578	41.826	-53.779	-3.463	72.827	89.319	-42.816	-91.228	162.878	44.170	-188.310	-117.088
Sul	-	61.076	93.974	185.729	109.158	100.606	-42.755	381.378	111.226	234.360	458.339	278.585	-171.971	-75.275
Centro-Oeste	-	2.314	20.430	15.299	-24.799	55.473	84.769	112.371	-22.105	99.080	51.995	65.483	-194.489	-576.416
TOTAL	-	-43.572	-152.168	678.904	-580.182	-90.873	993.541	888.724	413.718	924.847	2.453.232	1.083.585	-1.340.692	-1.463.567

DECOMPOSIÇÃO DO CONSUMO RESIDENCIAL (MWh)

	1981/80	1982/81	1983/82	1984/83	1985/84	1986/85	1987/86	1988/87	1989/88	1990/89	1991/90	1992/91	1993/92
Efeito atividade	1.853.919	2.160.902	1.977.328	1.782.819	1.825.255	2.101.387	1.735.860	1.727.587	2.218.178	1.873.637	1.941.982	2.088.424	3.301.082
Efeito estrutura	-87.643	-79.692	-91.861	-24.451	-58.205	-133.001	-92.507	-73.014	-44.683	-31.384	-7.742	-26.695	-104.274
Efeito intensidade	44.167	-72.347	770.832	-555.667	-32.618	1.126.680	981.431	486.776	969.616	2.484.675	1.091.346	-1.313.982	-1.359.273
Variação total (Et - E0)	1.810.442	2.008.864	2.656.300	1.202.700	1.734.432	3.095.066	2.624.784	2.141.349	3.143.112	4.326.928	3.025.586	747.748	1.837.535

(continua)

CONSUMO RESIDENCIAL "Ei" (MWh)														(continuação)	
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Sudeste	33.325.393	37.547.854	40.583.750	43.443.493	46.362.682	47.265.640	48.071.047	40.916.919	39.994.271	41.786.780	42.699.493	44.890.636	46.713.012	48.682.943	
Nordeste	7.699.252	8.888.011	9.730.079	10.504.279	11.669.065	11.923.644	12.417.218	10.906.755	10.762.499	11.895.424	12.374.949	13.340.404	13.952.881	14.652.860	
Norte	2.130.396	2.569.738	2.856.298	3.143.337	3.423.156	3.571.773	3.893.381	3.730.331	3.821.992	3.952.182	4.065.816	4.252.236	4.403.772	4.625.306	
Sul	8.881.745	9.949.652	10.416.787	11.546.093	12.088.432	12.547.664	13.039.380	12.771.700	12.756.146	12.922.585	13.136.266	13.641.890	14.065.947	14.805.312	
Centro-Oeste	3.769.117	4.397.695	4.761.844	5.195.492	5.537.691	5.764.248	5.983.132	5.216.893	5.289.296	5.613.494	5.890.610	6.215.832	6.491.419	6.761.221	
TOTAL	55.805.903	63.352.950	68.348.759	73.832.694	79.081.025	81.072.969	83.404.156	73.542.598	72.624.204	76.170.465	78.167.133	82.340.998	85.627.031	89.527.642	

NUMERO DE CONSUMIDORES "Qi" (Unidades)															
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Sudeste	16.040.432	16.534.032	17.110.983	17.828.347	19.063.021	19.212.126	20.031.882	21.850.561	21.913.961	22.299.402	22.910.609	23.807.742	24.519.828	25.096.691	
Nordeste	7.021.146	7.302.642	7.605.723	7.950.774	8.458.695	8.954.143	9.370.230	9.806.524	10.132.160	10.661.909	11.322.278	11.813.986	12.402.678	12.991.045	
Norte	1.387.296	1.447.797	1.519.832	1.602.495	1.693.173	1.838.827	1.967.563	2.041.361	2.162.968	2.285.530	2.381.818	2.486.672	2.616.018	2.744.961	
Sul	5.009.188	5.187.353	5.412.440	5.563.216	5.792.009	5.989.361	6.189.628	6.368.800	6.549.208	6.751.821	6.923.862	7.090.188	7.325.795	7.503.114	
Centro-Oeste	2.363.589	2.115.118	2.224.581	2.350.384	2.454.299	2.578.085	2.714.323	2.873.907	3.032.461	3.161.678	3.321.754	3.444.327	3.578.501	3.703.251	
TOTAL	31.821.651	32.586.942	33.873.559	35.295.216	37.461.197	38.572.541	40.273.626	42.941.153	43.790.758	45.160.340	46.860.320	48.642.915	50.442.820	52.039.062	

CONSUMIDORES POR REGIÃO (S = Qi / Q)															
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Sudeste	0,504	0,507	0,505	0,505	0,509	0,498	0,497	0,509	0,500	0,494	0,489	0,489	0,486	0,482	
Nordeste	0,221	0,224	0,225	0,225	0,226	0,232	0,233	0,228	0,231	0,236	0,242	0,243	0,246	0,250	
Norte	0,044	0,044	0,045	0,045	0,045	0,048	0,049	0,048	0,049	0,051	0,051	0,051	0,052	0,053	
Sul	0,157	0,159	0,160	0,158	0,155	0,155	0,154	0,148	0,150	0,150	0,148	0,146	0,145	0,144	
Centro-Oeste	0,074	0,065	0,066	0,067	0,066	0,067	0,067	0,067	0,069	0,070	0,071	0,071	0,071	0,071	
TOTAL	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	

CONSUMO POR CONSUMIDOR (I = Ei / Qi) (kWh/mês)															
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Sudeste	173,1	189,2	197,6	203,1	202,7	205,0	200,0	156,0	152,1	156,2	155,3	157,1	158,8	161,7	
Nordeste	91,4	101,4	106,6	110,1	115,0	111,0	110,4	92,7	88,5	93,0	91,1	94,1	93,7	94,0	
Norte	128,0	147,9	156,6	163,5	168,5	161,9	164,9	152,3	147,3	144,1	142,3	142,5	140,3	140,4	
Sul	147,8	159,8	160,4	173,0	173,9	174,6	175,6	167,1	162,3	159,5	158,1	160,3	160,0	164,4	
Centro-Oeste	132,9	173,3	178,4	184,2	188,0	186,3	183,7	151,3	145,4	148,0	147,8	150,4	151,2	152,1	
MÉDIA	146,1	162,0	168,1	174,3	175,9	175,2	172,6	142,7	138,2	140,6	139,0	141,1	141,5	143,4	

(continua)

VARIAÇÃO CONSUMO RESIDENCIAL (Eit -Ei0) (MWh)

(continuação)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Sudeste	1.244.677	4.222.461	3.035.896	2.859.743	2.919.188	902.958	805.407	-7.154.128	-922.647	1.792.509	912.713	2.191.143	1.822.376	1.969.931
Nordeste	313.266	1.188.759	842.068	774.200	1.164.787	254.579	493.574	-1.510.464	-144.256	1.132.926	479.525	965.454	612.477	699.979
Norte	43.197	439.342	286.560	287.039	279.818	148.617	321.608	-163.049	91.661	130.190	113.634	186.420	151.536	221.534
Sul	441.930	1.067.907	467.136	1.129.306	542.339	459.233	491.715	-267.680	-15.554	166.439	213.681	505.624	424.057	739.365
Centro-Oeste	287.262	628.578	364.149	433.648	342.199	226.557	218.884	-766.238	72.403	324.198	277.116	325.223	275.587	269.802
TOTAL	2.330.332	7.547.047	4.995.809	5.483.935	5.248.331	1.991.943	2.331.188	-9.861.559	-918.394	3.546.262	1.996.668	4.173.864	3.286.033	3.900.611

(ln Eit - ln Ei0)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Sudeste	0,038	0,119	0,078	0,068	0,065	0,019	0,017	-0,161	-0,023	0,044	0,022	0,050	0,040	0,041
Nordeste	0,042	0,144	0,091	0,077	0,105	0,022	0,041	-0,130	-0,013	0,100	0,040	0,075	0,045	0,049
Norte	0,020	0,187	0,106	0,096	0,085	0,042	0,086	-0,043	0,024	0,033	0,028	0,045	0,035	0,049
Sul	0,051	0,114	0,046	0,103	0,046	0,037	0,038	-0,021	-0,001	0,013	0,016	0,038	0,031	0,051
Centro-Oeste	0,079	0,154	0,080	0,087	0,064	0,040	0,037	-0,137	0,014	0,059	0,048	0,054	0,043	0,041
TOTAL	0,043	0,127	0,076	0,077	0,069	0,025	0,028	-0,126	-0,013	0,048	0,026	0,052	0,039	0,045

ln (Qt/Q0)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Sudeste	0,038	0,030	0,034	0,041	0,067	0,008	0,042	0,087	0,003	0,017	0,027	0,038	0,029	0,023
Nordeste	0,052	0,039	0,041	0,044	0,062	0,057	0,045	0,046	0,033	0,051	0,060	0,043	0,049	0,046
Norte	0,056	0,043	0,049	0,053	0,055	0,083	0,068	0,037	0,058	0,055	0,041	0,043	0,051	0,048
Sul	0,044	0,035	0,042	0,027	0,040	0,034	0,033	0,029	0,028	0,030	0,025	0,024	0,033	0,024
Centro-Oeste	0,061	-0,111	0,050	0,055	0,043	0,049	0,051	0,057	0,054	0,042	0,049	0,036	0,038	0,034
TOTAL	0,045	0,024	0,039	0,041	0,060	0,029	0,043	0,064	0,020	0,031	0,037	0,037	0,036	0,031

ln (Sit/Si0)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Sudeste	-0,006	0,007	-0,004	0,000	0,007	-0,021	-0,001	0,023	-0,017	-0,013	-0,010	0,001	-0,007	-0,008
Nordeste	0,007	0,016	0,002	0,003	0,002	0,028	0,002	-0,019	0,013	0,020	0,023	0,005	0,012	0,015
Norte	0,011	0,019	0,010	0,012	-0,005	0,053	0,025	-0,027	0,038	0,024	0,004	0,006	0,014	0,017
Sul	-0,001	0,011	0,004	-0,014	-0,019	0,004	-0,010	-0,036	0,008	0,000	-0,012	-0,014	-0,004	-0,007
Centro-Oeste	0,016	-0,135	0,012	0,014	-0,016	0,020	0,008	-0,007	0,034	0,011	0,012	-0,001	0,002	0,003
TOTAL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

ln (lit/li0)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Sudeste	0,000	0,089	0,043	0,027	-0,002	0,011	-0,025	-0,248	-0,026	0,026	-0,005	0,012	0,010	0,018
Nordeste	-0,011	0,104	0,050	0,032	0,043	-0,035	-0,005	-0,175	-0,046	0,049	-0,021	0,033	-0,004	0,003
Norte	-0,036	0,145	0,057	0,043	0,030	-0,040	0,019	-0,080	-0,034	-0,022	-0,013	0,002	-0,016	0,001
Sul	0,007	0,079	0,003	0,075	0,006	0,004	0,006	-0,049	-0,029	-0,018	-0,009	0,014	-0,002	0,027
Centro-Oeste	0,018	0,265	0,029	0,032	0,021	-0,009	-0,014	-0,194	-0,040	0,018	-0,001	0,018	0,005	0,006
TOTAL	-0,002	0,103	0,037	0,036	0,009	-0,004	-0,015	-0,190	-0,032	0,017	-0,011	0,015	0,003	0,013

(continua)

FORMULA GERAL DO CONSUMO RESIDENCIAL - AGREGANDO OS EFEITOS Q, S e I

(continuação)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Sudeste	33.325.393	37.547.854	40.583.750	43.443.493	46.362.682	47.265.640	48.071.047	40.916.919	39.994.271	41.786.780	42.699.493	44.890.636	46.713.012	48.682.943
Nordeste	7.699.252	8.888.011	9.730.079	10.504.279	11.669.065	11.923.644	12.417.218	10.906.755	10.762.499	11.895.424	12.374.949	13.340.404	13.952.881	14.652.860
Norte	2.130.396	2.569.738	2.856.298	3.143.337	3.423.156	3.571.773	3.893.381	3.730.331	3.821.992	3.952.182	4.065.816	4.252.236	4.403.772	4.625.306
Sul	8.881.745	9.949.652	10.416.787	11.546.093	12.088.432	12.547.664	13.039.380	12.771.700	12.756.146	12.922.585	13.136.266	13.641.890	14.065.947	14.805.312
Centro-Oeste	3.769.117	4.397.695	4.761.844	5.195.492	5.537.691	5.764.248	5.983.132	5.216.893	5.289.296	5.613.494	5.890.610	6.215.832	6.491.419	6.761.221
TOTAL	55.805.903	63.352.950	68.348.759	73.832.694	79.081.025	81.072.969	83.404.156	73.542.598	72.624.204	76.170.465	78.167.133	82.340.998	85.627.031	89.527.642

(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(Qt / Q0) - Efeito atividade

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Sudeste	1.465.534	841.145	1.511.987	1.726.626	2.673.406	1.368.569	47.667.209	44.397.958	40.453.841	40.883.977	42.241.493	43.785.927	45.795.781	47.691.197
Nordeste	338.002	196.758	360.229	415.741	659.695	344.853	12.168.763	11.645.665	10.834.467	11.319.514	12.133.608	12.851.633	13.644.351	14.300.015
Norte	94.510	55.686	104.959	123.236	195.426	102.233	3.730.266	3.811.275	3.775.976	3.886.723	4.008.731	4.158.330	4.327.562	4.513.633
Sul	388.081	223.522	394.257	451.078	703.692	360.076	12.791.947	12.905.077	12.763.921	12.839.185	13.029.133	13.387.486	13.852.837	14.432.473
Centro-Oeste	162.405	96.849	177.249	204.557	319.516	165.184	5.873.010	5.591.265	5.253.011	5.449.788	5.750.939	6.051.765	6.352.629	6.625.404
TOTAL	2.448.559	1.413.995	2.548.725	2.921.281	4.551.846	2.340.929	82.233.056	78.369.995	73.082.439	74.383.246	77.164.494	80.235.973	83.973.299	87.562.857

(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(Sit / Si0)) - Efeito Estrutura

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Sudeste	-208.459	231.606	-172.715	-1.827	332.277	-1.003.840	-65.434	1.010.839	-675.370	-546.232	-418.689	47.107	-314.295	-376.775
Nordeste	56.131	128.703	18.063	32.921	26.222	326.586	27.565	-216.885	141.656	228.275	280.805	66.532	167.745	217.269
Norte	24.123	44.338	26.654	35.519	-14.817	186.347	91.435	-104.097	144.516	94.526	17.294	23.895	62.203	76.549
Sul	-6.665	105.201	38.215	-149.615	-227.507	52.599	-131.320	-459.392	106.462	-4.216	-153.619	-182.027	-50.485	-104.459
Centro-Oeste	59.665	-549.499	53.715	69.147	-87.423	112.838	48.979	-39.161	179.180	59.577	71.530	-6.651	11.950	20.624
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(li0 / li0)) - Efeito Intensidade

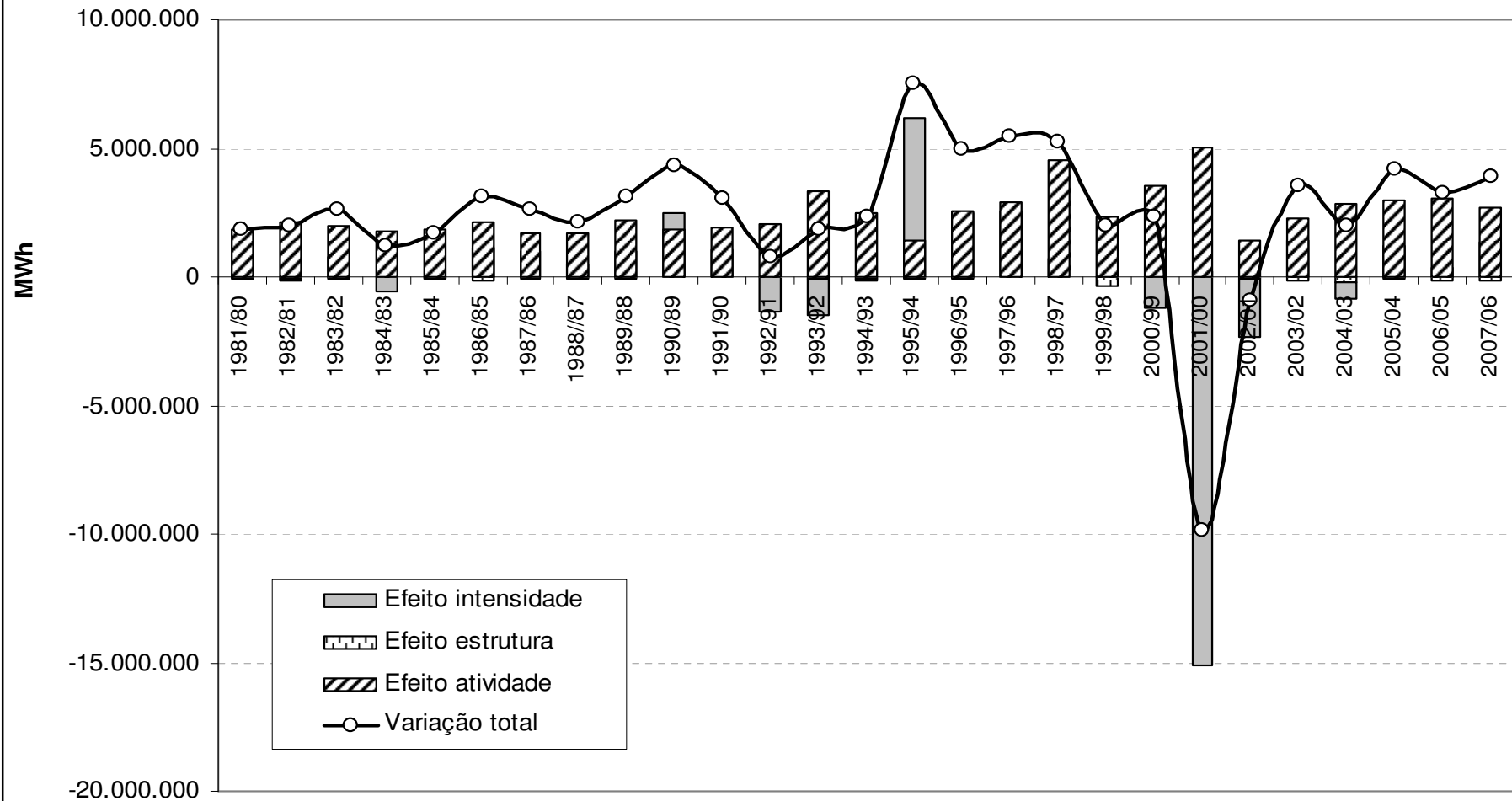
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Sudeste	-12.398	3.149.710	1.696.624	1.134.945	-86.494	538.229	-1.186.293	-11.012.378	-1.039.855	1.079.658	-229.506	509.292	472.716	860.924
Nordeste	-80.867	863.297	463.776	325.537	478.870	-416.860	-59.148	-2.040.460	-498.182	556.050	-249.641	419.108	-51.025	37.204
Norte	-75.436	339.319	154.947	128.284	99.210	-139.963	69.189	-303.384	-126.835	-84.033	-51.790	7.274	-67.906	4.367
Sul	60.513	739.184	34.665	827.842	66.154	46.558	70.984	-635.940	-372.089	-224.747	-114.152	187.830	-28.789	394.191
Centro-Oeste	65.192	1.081.227	133.185	159.944	110.106	-51.465	-83.552	-1.085.667	-209.695	96.787	-6.923	105.932	32.819	42.769
TOTAL	-118.227	6.133.052	2.447.084	2.562.654	696.486	-348.986	-1.217.676	-14.887.727	-2.350.236	1.255.520	-854.714	1.178.260	234.928	1.172.659

DECOMPOSIÇÃO DO CONSUMO RESIDENCIAL (MWh)

	1994/93	1995/94	1996/95	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Efeito atividade	2.448.532	1.413.960	2.548.680	2.921.239	4.551.734	2.340.915	3.548.783	5.024.965	1.431.818	2.290.617	2.851.360	2.995.573	3.051.101	2.727.948
Efeito estrutura	-75.205	-39.651	-36.068	-13.855	28.752	-325.471	-28.775	191.305	-103.556	-168.071	-202.680	-51.144	-122.882	-166.792
Efeito intensidade	-42.995	6.172.738	2.483.196	2.576.551	667.845	-23.500	-1.188.821	-15.077.829	-2.246.655	1.423.716	-652.012	1.229.436	357.815	1.339.455
Variação total (Et - E0)	2.330.332	7.547.047	4.995.809	5.483.935	5.248.331	1.991.943	2.331.188	-9.861.559	-918.394	3.546.262	1.996.668	4.173.864	3.286.033	3.900.611

(fim)

**Decomposição das variações anuais do consumo residencial de energia elétrica (MWh)
(estrutura = consumidores por região do país) - Brasil: 1980-2007**



ANEXO II: Decomposição das variações do consumo residencial de eletricidade (estrutura = % consumidores por categoria de consumo)

Neste Anexo são apresentados os dados de entrada bem como os resultados obtidos para o período 1997-2007, em abertura anual e regional, a partir da aplicação do método Divisia index de média logarítmica LMDI I (formulação geral abaixo) quando a estrutura é dada pela participação dos consumidores de cada categoria de consumo (Baixa Renda/Convencional) no total de consumidores.

$$\Delta E = E_t - E_{t-1} = \Delta E_{act} + \Delta E_{str} + \Delta E_{int} = \sum_i^n \frac{(e_t^i - e_{t-1}^i)}{(\ln e_t^i - \ln e_{t-1}^i)} \times \left[\ln \left(\frac{Q_t^i}{Q_{t-1}^i} \right) + \ln \left(\frac{I_t^i}{I_{t-1}^i} \right) + \ln \left(\frac{S_t^i}{S_{t-1}^i} \right) \right]$$

2.1. Brasil

CONSUMO RESIDENCIAL "Ei" (MWh)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	15.534.872	15.285.454	13.595.015	12.226.144	7.312.123	10.239.992	13.469.564	12.760.784	13.427.566	13.744.840	13.817.042
Convencional	58.297.822	63.795.571	67.477.954	71.178.012	66.230.474	62.384.211	62.700.902	65.406.349	68.913.431	71.882.191	75.710.600
TOTAL	73.832.694	79.081.025	81.072.969	83.404.156	73.542.598	72.624.204	76.170.465	78.167.133	82.340.998	85.627.031	89.527.642

NUMERO DE CONSUMIDORES "Qi" (Unidades)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	13.321.175	13.868.835	12.080.861	10.532.624	8.768.567	15.829.054	17.627.505	17.665.448	17.861.239	18.307.118	17.663.299
Convencional	21.974.041	23.592.361	26.491.679	29.741.002	34.172.586	27.961.704	27.532.835	29.194.872	30.781.676	32.135.702	34.375.763
TOTAL	35.295.216	37.461.197	38.572.541	40.273.626	42.941.153	43.790.758	45.160.340	46.860.320	48.642.915	50.442.820	52.039.062

CONSUMIDORES POR CATEGORIA DE CONSUMO (S = Qi / Q)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	0,377	0,370	0,313	0,262	0,204	0,361	0,390	0,377	0,367	0,363	0,339
Convencional	0,623	0,630	0,687	0,738	0,796	0,639	0,610	0,623	0,633	0,637	0,661
TOTAL	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

CONSUMO POR CONSUMIDOR (I = Ei / Qi) (kWh/mês)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	97,2	91,8	93,8	96,7	69,5	53,9	63,7	60,2	62,6	62,6	65,2
Convencional	221,1	225,3	212,3	199,4	161,5	185,9	189,8	186,7	186,6	186,4	183,5
MÉDIA	174,3	175,9	175,2	172,6	142,7	138,2	140,6	139,0	141,1	141,5	143,4

(continua)

VARIAÇÃO CONSUMO RESIDENCIAL (Eit -Ei0) (MWh)											(continuação)
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-249.418	-1.690.440	-1.368.870	-4.914.021	2.927.869	3.229.572	-708.779	666.782	317.274	72.202
Convencional	-	5.497.750	3.682.383	3.700.058	-4.947.538	-3.846.263	316.690	2.705.448	3.507.082	2.968.760	3.828.409
TOTAL	-	5.248.331	1.991.943	2.331.188	-9.861.559	-918.394	3.546.262	1.996.668	4.173.864	3.286.033	3.900.611
(ln Eit - ln Ei0)											
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-0,016	-0,117	-0,106	-0,514	0,337	0,274	-0,054	0,051	0,023	0,005
Convencional	-	0,090	0,056	0,053	-0,072	-0,060	0,005	0,042	0,052	0,042	0,052
TOTAL	-	0,069	0,025	0,028	-0,126	-0,013	0,048	0,026	0,052	0,039	0,045
ln (Qt/Q0)											
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	0,040	-0,138	-0,137	-0,183	0,591	0,108	0,002	0,011	0,025	-0,036
Convencional	-	0,071	0,116	0,116	0,139	-0,201	-0,015	0,059	0,053	0,043	0,067
TOTAL	-	0,060	0,029	0,043	0,064	0,020	0,031	0,037	0,037	0,036	0,031
ln (Sit/Si0)											
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-0,019	-0,167	-0,180	-0,247	0,571	0,077	-0,035	-0,026	-0,012	-0,067
Convencional	-	0,012	0,087	0,073	0,075	-0,220	-0,046	0,022	0,016	0,007	0,036
TOTAL	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ln (Iit/Ii0)											
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-0,056	0,021	0,031	-0,331	-0,254	0,167	-0,056	0,040	-0,001	0,041
Convencional	-	0,019	-0,060	-0,062	-0,211	0,141	0,021	-0,016	-0,001	-0,001	-0,015
TOTAL	-	0,009	-0,004	-0,015	-0,190	-0,032	0,017	-0,011	0,015	0,003	0,013
(continua)											

FORMULA GERAL DO CONSUMO RESIDENCIAL - AGREGANDO OS EFEITOS Q, S e I

(continuação)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	15.534.872	15.285.454	13.595.015	12.226.144	7.312.123	10.239.992	13.469.564	12.760.784	13.427.566	13.744.840	13.817.042
Convencional	58.297.822	63.795.571	67.477.954	71.178.012	66.230.474	62.384.211	62.700.902	65.406.349	68.913.431	71.882.191	75.710.600
TOTAL	73.832.694	79.081.025	81.072.969	83.404.156	73.542.598	72.624.204	76.170.465	78.167.133	82.340.998	85.627.031	89.527.642

(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(Qt / Q0) - Efeito atividade

	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	917.782	421.678	556.649	613.091	170.335	362.816	484.514	488.764	493.622	429.333
Convencional	-	3.633.374	1.918.387	2.991.220	4.404.362	1.259.543	1.926.086	2.366.557	2.506.839	2.557.472	2.298.553
TOTAL	-	4.551.846	2.340.929	3.548.863	5.026.168	1.431.842	2.290.742	2.851.382	2.995.604	3.051.106	2.727.952

(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(Sit / Si0) - Efeito Estrutura

	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-296.929	-2.412.466	-2.325.611	-2.365.396	4.965.009	904.987	-456.321	-344.467	-158.642	-922.703
Convencional	-	701.744	5.687.423	5.027.843	5.134.333	-14.154.970	-2.892.778	1.387.311	1.046.892	472.565	2.673.038
TOTAL	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(li0 / li0) - Efeito Intensidade

	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-870.271	300.349	400.092	-3.161.716	-2.207.475	1.961.768	-736.972	522.485	-17.707	565.572
Convencional	-	1.162.632	-3.923.427	-4.319.005	-14.486.232	9.049.164	1.283.382	-1.048.420	-46.649	-61.277	-1.143.182
TOTAL	-	696.486	-348.986	-1.217.676	-14.887.727	-2.350.236	1.255.520	-854.714	1.178.260	234.928	1.172.659

DECOMPOSIÇÃO DO CONSUMO RESIDENCIAL (MWh)

	1998/1997	1999/1998	2000/1999	2001/2000	2002/2001	2003/2002	2004/2003	2005/2004	2006/2005	2007/2006
Efeito atividade	4.551.156	2.340.064	3.547.868	5.017.452	1.429.878	2.288.903	2.851.071	2.995.604	3.051.094	2.727.886
Efeito estrutura	404.815	3.274.957	2.702.232	2.768.937	-9.189.961	-1.987.791	930.990	702.424	313.923	1.750.335
Efeito intensidade	292.361	-3.623.078	-3.918.913	-17.647.949	6.841.689	3.245.151	-1.785.393	475.836	-78.984	-577.610
Varição total	5.248.331	1.991.943	2.331.188	-9.861.559	-918.394	3.546.262	1.996.668	4.173.864	3.286.033	3.900.611

(fim)

2.2. Região Sudeste

CONSUMO RESIDENCIAL "Ei" (MWh)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	9.831.999	10.712.586	10.106.397	9.821.276	4.990.701	6.018.030	6.327.259	5.604.365	5.304.794	5.198.598	5.051.667
Convencional	33.611.494	35.650.095	37.159.243	38.249.771	35.926.217	33.976.241	35.459.521	37.095.128	39.585.842	41.514.414	43.631.276
TOTAL	43.443.493	46.362.682	47.265.640	48.071.047	40.916.919	39.994.271	41.786.780	42.699.493	44.890.636	46.713.012	48.682.943

NUMERO DE CONSUMIDORES "Qi" (Unidades)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	7.920.330	9.011.513	8.175.902	7.581.335	5.622.106	6.948.160	6.940.893	6.543.255	6.322.736	6.102.510	6.224.961
Convencional	9.908.017	10.051.509	11.036.224	12.450.547	16.228.456	14.965.801	15.358.509	16.367.354	17.485.007	18.417.318	18.871.730
TOTAL	17.828.347	19.063.021	19.212.126	20.031.882	21.850.561	21.913.961	22.299.402	22.910.609	23.807.742	24.519.828	25.096.691

CONSUMIDORES POR CATEGORIA DE CONSUMO (S = Qi / Q)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	0,444	0,473	0,426	0,378	0,257	0,317	0,311	0,286	0,266	0,249	0,248
Convencional	0,556	0,527	0,574	0,622	0,743	0,683	0,689	0,714	0,734	0,751	0,752
TOTAL	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

CONSUMO POR CONSUMIDOR (I = Ei / Qi) (kWh/mês)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	103,4	99,1	103,0	108,0	74,0	72,2	76,0	71,4	69,9	71,0	67,6
Convencional	282,7	295,6	280,6	256,0	184,5	189,2	192,4	188,9	188,7	187,8	192,7
MÉDIA	203,1	202,7	205,0	200,0	156,0	152,1	156,2	155,3	157,1	158,8	161,7

VARIAÇÃO CONSUMO RESIDENCIAL (Eit - Ei0) (MWh)

	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	880.587	-606.190	-285.121	-4.830.574	1.027.329	309.229	-722.894	-299.571	-106.196	-146.931
Convencional	-	2.038.601	1.509.148	1.090.528	-2.323.554	-1.949.976	1.483.280	1.635.607	2.490.714	1.928.572	2.116.862
TOTAL	-	2.919.188	902.958	805.407	-7.154.128	-922.647	1.792.509	912.713	2.191.143	1.822.376	1.969.931

(ln Eit - ln Ei0)

	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	0,086	-0,058	-0,029	-0,677	0,187	0,050	-0,121	-0,055	-0,020	-0,029
Convencional	-	0,059	0,041	0,029	-0,063	-0,056	0,043	0,045	0,065	0,048	0,050
TOTAL	-	0,065	0,019	0,017	-0,161	-0,023	0,044	0,022	0,050	0,040	0,041

(continua)

ln (Qt/Q0)	(continuação)										
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	0,129	-0,097	-0,076	-0,299	0,212	-0,001	-0,059	-0,034	-0,035	0,020
Convencional	-	0,014	0,093	0,121	0,265	-0,081	0,026	0,064	0,066	0,052	0,024
TOTAL	-	0,067	0,008	0,042	0,087	0,003	0,017	0,027	0,038	0,029	0,023

ln (Sit/Si0)	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	0,062	-0,105	-0,117	-0,386	0,209	-0,018	-0,086	-0,073	-0,065	-0,003
Convencional	-	-0,053	0,086	0,079	0,178	-0,084	0,008	0,037	0,028	0,022	0,001
TOTAL	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

ln (lit/li0)	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-0,043	0,039	0,047	-0,378	-0,025	0,051	-0,062	-0,021	0,015	-0,049
Convencional	-	0,045	-0,052	-0,092	-0,328	0,025	0,017	-0,019	-0,001	-0,004	0,025
TOTAL	-	-0,002	0,011	-0,025	-0,248	-0,026	0,026	-0,005	0,012	0,010	0,018

FORMULA GERAL DO CONSUMO RESIDENCIAL - AGREGANDO OS EFEITOS Q, S e I

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	9.831.999	10.712.586	10.106.397	9.821.276	4.990.701	6.018.030	6.327.259	5.604.365	5.304.794	5.198.598	5.051.667
Convencional	33.611.494	35.650.095	37.159.243	38.249.771	35.926.217	33.976.241	35.459.521	37.095.128	39.585.842	41.514.414	43.631.276
TOTAL	43.443.493	46.362.682	47.265.640	48.071.047	40.916.919	39.994.271	41.786.780	42.699.493	44.890.636	46.713.012	48.682.943

(continua)

(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(Qt / Q0) - Efeito atividade											(continuação)
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	687.418	81.080	416.295	620.089	15.902	107.603	161.119	209.462	154.769	119.171
Convencional	-	2.318.232	283.597	1.575.314	3.221.949	101.239	605.247	980.780	1.472.169	1.194.839	989.781
TOTAL	-	3.005.682	364.729	1.991.700	3.858.250	117.208	712.851	1.142.218	1.681.851	1.349.660	1.109.007
(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(Sit / Si0)) - Efeito Estrutura											
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	637.615	-1.093.761	-1.168.531	-2.753.492	1.146.370	-114.061	-512.646	-396.413	-340.945	-17.357
Convencional	-	-1.820.436	3.118.303	2.970.840	6.603.216	-2.931.503	293.879	1.326.760	1.059.521	911.249	47.659
TOTAL	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(lii / li0)) - Efeito Intensidade											
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-444.446	406.491	467.116	-2.697.171	-134.943	315.687	-371.367	-112.620	79.980	-248.745
Convencional	-	1.540.805	-1.892.752	-3.455.626	-12.148.718	880.288	584.155	-671.933	-40.976	-177.516	1.079.422
TOTAL	-	-86.494	538.229	-1.186.293	-11.012.378	-1.039.855	1.079.658	-229.506	509.292	472.716	860.924
DECOMPOSIÇÃO DO CONSUMO RESIDENCIAL (MWh)											
	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06	
Efeito atividade	3.005.650	364.677	1.991.609	3.842.037	117.140	712.850	1.141.899	1.681.631	1.349.608	1.108.952	
Efeito estrutura	-1.182.821	2.024.542	1.802.308	3.849.724	-1.785.133	179.817	814.114	663.108	570.305	30.302	
Efeito intensidade	1.096.359	-1.486.261	-2.988.510	-14.845.889	745.346	899.841	-1.043.300	-153.596	-97.536	830.676	
Variação total	2.919.188	902.958	805.407	-7.154.128	-922.647	1.792.509	912.713	2.191.143	1.822.376	1.969.931	(fim)

2.3. Região Nordeste

CONSUMO RESIDENCIAL "Ei" (MWh)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	2.282.343	1.899.894	1.560.887	1.222.638	1.084.357	2.217.934	3.961.855	4.133.705	4.981.368	5.206.501	5.397.879
Convencional	8.221.936	9.769.171	10.362.758	11.194.581	9.822.398	8.544.564	7.933.570	8.241.244	8.359.036	8.746.380	9.254.981
TOTAL	10.504.279	11.669.065	11.923.644	12.417.218	10.906.755	10.762.499	11.895.424	12.374.949	13.340.404	13.952.881	14.652.860

NUMERO DE CONSUMIDORES "Qi" (Unidades)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	2.906.570	2.536.798	2.158.723	1.779.769	1.780.653	5.527.608	6.752.111	7.270.577	7.549.396	8.050.839	7.717.443
Convencional	5.044.204	5.921.897	6.795.420	7.590.461	8.025.871	4.604.552	3.909.799	4.051.701	4.264.590	4.351.839	5.273.602
TOTAL	7.950.774	8.458.695	8.954.143	9.370.230	9.806.524	10.132.160	10.661.909	11.322.278	11.813.986	12.402.678	12.991.045

CONSUMIDORES POR CATEGORIA DE CONSUMO (S = Qi / Q)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	0,366	0,300	0,241	0,190	0,182	0,546	0,633	0,642	0,639	0,649	0,594
Convencional	0,634	0,700	0,759	0,810	0,818	0,454	0,367	0,358	0,361	0,351	0,406
TOTAL	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

CONSUMO POR CONSUMIDOR (I = Ei / Qi) (kWh/mês)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	65,4	62,4	60,3	57,2	50,7	33,4	48,9	47,4	55,0	53,9	58,3
Convencional	135,8	137,5	127,1	122,9	102,0	154,6	169,1	169,5	163,3	167,5	146,2
MÉDIA	110,1	115,0	111,0	110,4	92,7	88,5	93,0	91,1	94,1	93,7	94,0

VARIAÇÃO CONSUMO RESIDENCIAL (Eit - Ei0) (MWh)

	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-382.449	-339.007	-338.249	-138.281	1.133.577	1.743.920	171.851	847.663	225.133	191.378
Convencional	-	1.547.235	593.586	831.823	-1.372.183	-1.277.834	-610.994	307.674	117.792	387.344	508.601
TOTAL	-	1.164.787	254.579	493.574	-1.510.464	-144.256	1.132.926	479.525	965.454	612.477	699.979

(ln Eit - ln Ei0)

	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-0,183	-0,197	-0,244	-0,120	0,716	0,580	0,042	0,187	0,044	0,036
Convencional	-	0,172	0,059	0,077	-0,131	-0,139	-0,074	0,038	0,014	0,045	0,057
TOTAL	-	0,105	0,022	0,041	-0,130	-0,013	0,100	0,040	0,075	0,045	0,049

(continua)

ln (Qt/Q0)	(continuação)										
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-0,136	-0,161	-0,193	0,000	1,133	0,200	0,074	0,038	0,064	-0,042
Convencional	-	0,160	0,138	0,111	0,056	-0,556	-0,164	0,036	0,051	0,020	0,192
TOTAL	-	0,062	0,057	0,045	0,046	0,033	0,051	0,060	0,043	0,049	0,046

ln (Sit/Si0)	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-0,198	-0,218	-0,238	-0,045	1,100	0,149	0,014	-0,005	0,016	-0,089
Convencional	-	0,098	0,081	0,065	0,010	-0,588	-0,215	-0,024	0,009	-0,028	0,146
TOTAL	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

ln (lit/li0)	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-0,047	-0,035	-0,051	-0,121	-0,417	0,380	-0,032	0,149	-0,020	0,078
Convencional	-	0,012	-0,079	-0,033	-0,187	0,416	0,089	0,002	-0,037	0,025	-0,136
TOTAL	-	0,043	-0,035	-0,005	-0,175	-0,046	0,049	-0,021	0,033	-0,004	0,003

FORMULA GERAL DO CONSUMO RESIDENCIAL - AGREGANDO OS EFEITOS Q, S e I

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	2.282.343	1.899.894	1.560.887	1.222.638	1.084.357	2.217.934	3.961.855	4.133.705	4.981.368	5.206.501	5.397.879
Convencional	8.221.936	9.769.171	10.362.758	11.194.581	9.822.398	8.544.564	7.933.570	8.241.244	8.359.036	8.746.380	9.254.981
TOTAL	10.504.279	11.669.065	11.923.644	12.417.218	10.906.755	10.762.499	11.895.424	12.374.949	13.340.404	13.952.881	14.652.860

(continua)

(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(Qt / Q0) - Efeito atividade											(continuação)
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	129.132	98.180	62.903	52.433	51.748	153.197	243.214	193.189	247.669	245.718
Convencional	-	555.679	572.802	489.339	477.563	299.509	419.695	485.952	352.848	415.833	417.051
TOTAL	-	685.917	671.439	552.722	529.996	353.926	576.876	729.166	546.347	663.502	662.775
(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(Sit / Si0)) - Efeito Estrutura											
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-412.878	-376.546	-330.232	-51.861	1.742.701	448.314	56.198	-22.176	79.862	-469.941
Convencional	-	883.795	811.793	702.659	107.744	-5.393.836	-1.766.655	-197.663	72.189	-242.649	1.311.655
TOTAL	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(lii / li0)) - Efeito Intensidade											
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-98.703	-60.642	-70.921	-138.853	-660.871	1.142.409	-127.561	676.649	-102.399	415.600
Convencional	-	107.761	-791.009	-360.174	-1.957.489	3.816.493	735.966	19.385	-307.245	214.161	-1.220.105
TOTAL	-	478.870	-416.860	-59.148	-2.040.460	-498.182	556.050	-249.641	419.108	-51.025	37.204
DECOMPOSIÇÃO DO CONSUMO RESIDENCIAL (MWh)											
	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06	
Efeito atividade	684.811	670.983	552.242	529.996	351.257	572.892	729.166	546.038	663.502	662.770	
Efeito estrutura	470.918	435.247	372.427	55.883	-3.651.135	-1.318.341	-141.465	50.013	-162.787	841.714	
Efeito intensidade	9.058	-851.651	-431.095	-2.096.342	3.155.621	1.878.375	-108.176	369.404	111.762	-804.505	
Variação total	1.164.787	254.579	493.574	-1.510.464	-144.256	1.132.926	479.525	965.454	612.477	699.979	(fim)

2.4. Região Norte

CONSUMO RESIDENCIAL "Ei" (MWh)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	874.536	712.607	579.920	447.225	462.335	605.808	874.509	837.676	832.532	870.607	855.754
Convencional	2.268.801	2.710.549	2.991.853	3.446.155	3.267.997	3.216.184	3.077.673	3.228.140	3.419.704	3.533.165	3.769.552
TOTAL	3.143.337	3.423.156	3.571.773	3.893.381	3.730.331	3.821.992	3.952.182	4.065.816	4.252.236	4.403.772	4.625.306

NUMERO DE CONSUMIDORES "Qi" (Unidades)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	769.234	708.836	609.289	509.699	579.901	1.000.986	1.116.960	1.167.596	1.244.532	1.294.219	1.166.916
Convencional	833.261	984.337	1.229.538	1.457.864	1.461.460	1.161.982	1.168.570	1.214.223	1.242.140	1.321.799	1.578.045
TOTAL	1.602.495	1.693.173	1.838.827	1.967.563	2.041.361	2.162.968	2.285.530	2.381.818	2.486.672	2.616.018	2.744.961

CONSUMIDORES POR CATEGORIA DE CONSUMO (S = Qi / Q)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	0,480	0,419	0,331	0,259	0,284	0,463	0,489	0,490	0,500	0,495	0,425
Convencional	0,520	0,581	0,669	0,741	0,716	0,537	0,511	0,510	0,500	0,505	0,575
TOTAL	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

CONSUMO POR CONSUMIDOR (I = Ei / Qi) (kWh/mês)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	94,7	83,8	79,3	73,1	66,4	50,4	65,2	59,8	55,7	56,1	61,1
Convencional	226,9	229,5	202,8	197,0	186,3	230,7	219,5	221,6	229,4	222,7	199,1
MÉDIA	163,5	168,5	161,9	164,9	152,3	147,3	144,1	142,3	142,5	140,3	140,4

VARIAÇÃO CONSUMO RESIDENCIAL (Eit - Ei0) (MWh)

	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-161.930	-132.687	-132.695	15.110	143.474	268.700	-36.832	-5.145	38.075	-14.853
Convencional	-	441.748	281.304	454.303	-178.159	-51.813	-138.511	150.467	191.565	113.461	236.387
TOTAL	-	279.818	148.617	321.608	-163.049	91.661	130.190	113.634	186.420	151.536	221.534

(ln Eit - ln Ei0)

	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-0,205	-0,206	-0,260	0,033	0,270	0,367	-0,043	-0,006	0,045	-0,017
Convencional	-	0,178	0,099	0,141	-0,053	-0,016	-0,044	0,048	0,058	0,033	0,065
TOTAL	-	0,085	0,042	0,086	-0,043	0,024	0,033	0,028	0,045	0,035	0,049

(continua)

ln (Qt/Q0)	(continuação)										
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-0,082	-0,151	-0,178	0,129	0,546	0,110	0,044	0,064	0,039	-0,104
Convencional	-	0,167	0,222	0,170	0,002	-0,229	0,006	0,038	0,023	0,062	0,177
TOTAL	-	0,055	0,083	0,068	0,037	0,058	0,055	0,041	0,043	0,051	0,048

ln (Sit/Si0)	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-0,137	-0,234	-0,246	0,092	0,488	0,055	0,003	0,021	-0,012	-0,152
Convencional	-	0,112	0,140	0,103	-0,034	-0,287	-0,049	-0,003	-0,020	0,011	0,129
TOTAL	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

ln (lit/li0)	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-0,123	-0,055	-0,081	-0,096	-0,276	0,257	-0,087	-0,070	0,006	0,086
Convencional	-	0,011	-0,124	-0,029	-0,056	0,213	-0,050	0,009	0,035	-0,030	-0,112
TOTAL	-	0,030	-0,040	0,019	-0,080	-0,034	-0,022	-0,013	0,002	-0,016	0,001

FORMULA GERAL DO CONSUMO RESIDENCIAL - AGREGANDO OS EFEITOS Q, S e I

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	874.536	712.607	579.920	447.225	462.335	605.808	874.509	837.676	832.532	870.607	855.754
Convencional	2.268.801	2.710.549	2.991.853	3.446.155	3.267.997	3.216.184	3.077.673	3.228.140	3.419.704	3.533.165	3.769.552
TOTAL	3.143.337	3.423.156	3.571.773	3.893.381	3.730.331	3.821.992	3.952.182	4.065.816	4.252.236	4.403.772	4.625.306

(continua)

(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(Qt / Q0) - Efeito atividade										(continuação)	
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	43.528	53.144	34.558	16.744	30.717	40.343	35.322	35.977	43.174	41.530
Convencional	-	136.678	235.100	217.461	123.582	187.598	173.420	130.084	143.159	176.267	175.619
TOTAL	-	180.609	288.580	252.419	140.335	218.495	214.223	165.425	179.146	219.442	217.167
(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(Sit / Si0)) - Efeito Estrutura											
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-108.194	-150.599	-125.705	41.934	259.062	39.898	2.628	17.313	-9.842	-130.904
Convencional	-	277.065	398.563	329.934	-115.313	-931.022	-155.631	-9.277	-67.621	39.801	471.152
TOTAL	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(li0 / li0)) - Efeito Intensidade											
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-97.264	-35.232	-41.548	-43.568	-146.305	188.460	-74.782	-58.435	4.744	74.521
Convencional	-	28.005	-352.360	-93.093	-186.427	691.611	-156.299	29.660	116.027	-102.607	-410.383
TOTAL	-	99.210	-139.963	69.189	-303.384	-126.835	-84.033	-51.790	7.274	-67.906	4.367
DECOMPOSIÇÃO DO CONSUMO RESIDENCIAL (MWh)											
	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06	
Efeito atividade	180.206	288.244	252.019	140.326	218.315	213.763	165.406	179.136	219.441	217.148	
Efeito estrutura	168.871	247.964	204.229	-73.379	-671.960	-115.733	-6.650	-50.308	29.958	340.248	
Efeito intensidade	-69.259	-387.592	-134.641	-229.996	545.306	32.160	-45.122	57.592	-97.864	-335.862	
Variação total	279.818	148.617	321.608	-163.049	91.661	130.190	113.634	186.420	151.536	221.534	
(fim)											

2.5. Região Sul

CONSUMO RESIDENCIAL "Ei" (MWh)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	1.169.966	543.932	465.595	387.258	403.676	700.298	1.352.690	1.373.475	1.488.037	1.588.575	1.640.839
Convencional	10.376.127	11.544.500	12.082.069	12.652.121	12.368.024	12.055.848	11.569.895	11.762.791	12.153.852	12.477.372	13.164.473
TOTAL	11.546.093	12.088.432	12.547.664	13.039.380	12.771.700	12.756.146	12.922.585	13.136.266	13.641.890	14.065.947	14.805.312

NUMERO DE CONSUMIDORES "Qi" (Unidades)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	714.745	426.860	389.721	352.593	381.338	1.310.284	1.682.780	1.709.593	1.766.581	1.816.629	1.534.758
Convencional	4.848.471	5.365.149	5.599.639	5.837.035	5.987.462	5.238.924	5.069.040	5.214.270	5.323.607	5.509.166	5.968.356
TOTAL	5.563.216	5.792.009	5.989.361	6.189.628	6.368.800	6.549.208	6.751.821	6.923.862	7.090.188	7.325.795	7.503.114

CONSUMIDORES POR CATEGORIA DE CONSUMO (S = Qi / Q)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	0,128	0,074	0,065	0,057	0,060	0,200	0,249	0,247	0,249	0,248	0,205
Convencional	0,872	0,926	0,935	0,943	0,940	0,800	0,751	0,753	0,751	0,752	0,795
TOTAL	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

CONSUMO POR CONSUMIDOR (I = Ei / Qi) (kWh/mês)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	136,4	106,2	99,6	91,5	88,2	44,5	67,0	66,9	70,2	72,9	89,1
Convencional	178,3	179,3	179,8	180,6	172,1	191,8	190,2	188,0	190,3	188,7	183,8
MÉDIA	173,0	173,9	174,6	175,6	167,1	162,3	159,5	158,1	160,3	160,0	164,4

VARIAÇÃO CONSUMO RESIDENCIAL (Eit - Ei0) (MWh)

	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-626.034	-78.337	-78.337	16.418	296.622	652.392	20.785	114.563	100.538	52.264
Convencional	-	1.168.373	537.569	570.052	-284.098	-312.176	-485.953	192.896	391.061	323.520	687.101
TOTAL	-	542.339	459.233	491.715	-267.680	-15.554	166.439	213.681	505.624	424.057	739.365

(ln Eit - ln Ei0)

	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-0,766	-0,156	-0,184	0,042	0,551	0,658	0,015	0,080	0,065	0,032
Convencional	-	0,107	0,046	0,046	-0,023	-0,026	-0,041	0,017	0,033	0,026	0,054
TOTAL	-	0,046	0,037	0,038	-0,021	-0,001	0,013	0,016	0,038	0,031	0,051

(continua)

ln (Qt/Q0)	(continuação)										
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-0,515	-0,091	-0,100	0,078	1,234	0,250	0,016	0,033	0,028	-0,169
Convencional	-	0,101	0,043	0,042	0,025	-0,134	-0,033	0,028	0,021	0,034	0,080
TOTAL	-	0,040	0,034	0,033	0,029	0,028	0,030	0,025	0,024	0,033	0,024

ln (Sit/Si0)	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-0,556	-0,125	-0,133	0,050	1,206	0,220	-0,009	0,009	-0,005	-0,193
Convencional	-	0,061	0,009	0,009	-0,003	-0,161	-0,063	0,003	-0,003	0,002	0,056
TOTAL	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

ln (lit/li0)	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-0,250	-0,064	-0,084	-0,037	-0,683	0,408	-0,001	0,047	0,037	0,201
Convencional	-	0,005	0,003	0,005	-0,048	0,108	-0,008	-0,012	0,012	-0,008	-0,026
TOTAL	-	0,006	0,004	0,006	-0,049	-0,029	-0,018	-0,009	0,014	-0,002	0,027

FORMULA GERAL DO CONSUMO RESIDENCIAL - AGREGANDO OS EFEITOS Q, S e I

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	1.169.966	543.932	465.595	387.258	403.676	700.298	1.352.690	1.373.475	1.488.037	1.588.575	1.640.839
Convencional	10.376.127	11.544.500	12.082.069	12.652.121	12.368.024	12.055.848	11.569.895	11.762.791	12.153.852	12.477.372	13.164.473
TOTAL	11.546.093	12.088.432	12.547.664	13.039.380	12.771.700	12.756.146	12.922.585	13.136.266	13.641.890	14.065.947	14.805.312

(continua)

(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(Qt / Q0) - Efeito atividade											(continuação)
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	32.943	16.878	13.986	11.283	15.040	30.193	34.297	33.945	50.269	38.615
Convencional	-	441.312	395.742	406.686	356.973	341.097	359.865	293.536	283.843	402.572	306.558
TOTAL	-	476.185	412.675	420.732	368.260	356.534	391.186	327.833	317.794	452.847	345.174
(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(Sit / Si0)) - Efeito Estrutura											
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-454.277	-62.731	-56.558	19.705	649.561	217.749	-12.750	12.946	-7.309	-310.846
Convencional	-	667.485	109.520	106.715	-38.671	-1.971.931	-749.217	36.001	-35.705	19.363	719.617
TOTAL	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(li0 / li0)) - Efeito Intensidade											
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-204.700	-32.484	-35.764	-14.571	-367.980	404.451	-762	67.672	57.578	324.496
Convencional	-	59.575	32.308	56.651	-602.399	1.318.658	-96.601	-136.642	142.923	-98.415	-339.074
TOTAL	-	66.154	46.558	70.984	-635.940	-372.089	-224.747	-114.152	187.830	-28.789	394.191
DECOMPOSIÇÃO DO CONSUMO RESIDENCIAL (MWh)											
	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06	
Efeito atividade	474.255	412.620	420.672	368.257	356.137	390.058	327.833	317.788	452.841	345.172	
Efeito estrutura	213.209	46.789	50.157	-18.966	-1.322.370	-531.468	23.251	-22.760	12.054	408.771	
Efeito intensidade	-145.125	-176	20.887	-616.970	950.678	307.850	-137.404	210.595	-40.838	-14.578	
Variação total	542.339	459.233	491.715	-267.680	-15.554	166.439	213.681	505.624	424.057	739.365	(fim)

2.6. Região Centro-Oeste

CONSUMO RESIDENCIAL "Ei" (MWh)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	1.376.028	1.416.435	882.216	347.748	371.054	697.922	953.251	811.563	820.835	880.559	870.903
Convencional	3.819.464	4.121.256	4.882.032	5.635.384	4.845.839	4.591.375	4.660.243	5.079.047	5.394.997	5.610.860	5.890.318
TOTAL	5.195.492	5.537.691	5.764.248	5.983.132	5.216.893	5.289.296	5.613.494	5.890.610	6.215.832	6.491.419	6.761.221

NUMERO DE CONSUMIDORES "Qi" (Unidades)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	1.010.296	1.184.829	747.226	309.228	404.570	1.042.016	1.134.761	974.429	977.994	1.042.921	1.019.221
Convencional	1.340.088	1.269.470	1.830.859	2.405.095	2.469.337	1.990.445	2.026.917	2.347.325	2.466.333	2.535.580	2.684.030
TOTAL	2.350.384	2.454.299	2.578.085	2.714.323	2.873.907	3.032.461	3.161.678	3.321.754	3.444.327	3.578.501	3.703.251

CONSUMIDORES POR CATEGORIA DE CONSUMO (S = Qi / Q)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	0,430	0,483	0,290	0,114	0,141	0,344	0,359	0,293	0,284	0,291	0,275
Convencional	0,570	0,517	0,710	0,886	0,859	0,656	0,641	0,707	0,716	0,709	0,725
TOTAL	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

CONSUMO POR CONSUMIDOR (I = Ei / Qi) (kWh/mês)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	113,5	99,6	98,4	93,7	76,4	55,8	70,0	69,4	69,9	70,4	71,2
Convencional	237,5	270,5	222,2	195,3	163,5	192,2	191,6	180,3	182,3	184,4	182,9
MÉDIA	184,2	188,0	186,3	183,7	151,3	145,4	148,0	147,8	150,4	151,2	152,1

VARIAÇÃO CONSUMO RESIDENCIAL (Eit - Ei0) (MWh)

	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	40.407	-534.219	-534.468	23.307	326.867	255.330	-141.688	9.273	59.724	-9.656
Convencional	-	301.792	760.776	753.352	-789.545	-254.464	68.868	418.804	315.950	215.863	279.458
TOTAL	-	342.199	226.557	218.884	-766.238	72.403	324.198	277.116	325.223	275.587	269.802

(ln Eit - ln Ei0)

	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	0,029	-0,473	-0,931	0,065	0,632	0,312	-0,161	0,011	0,070	-0,011
Convencional	-	0,076	0,169	0,144	-0,151	-0,054	0,015	0,086	0,060	0,039	0,049
TOTAL	-	0,064	0,040	0,037	-0,137	0,014	0,059	0,048	0,054	0,043	0,041

(continua)

ln (Qt/Q0)	(continuação)										
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	0,159	-0,461	-0,882	0,269	0,946	0,085	-0,152	0,004	0,064	-0,023
Convencional	-	-0,054	0,366	0,273	0,026	-0,216	0,018	0,147	0,049	0,028	0,057
TOTAL	-	0,043	0,049	0,051	0,057	0,054	0,042	0,049	0,036	0,038	0,034

ln (Sit/Si0)	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	0,116	-0,510	-0,934	0,212	0,892	0,044	-0,202	-0,033	0,026	-0,057
Convencional	-	-0,097	0,317	0,221	-0,031	-0,269	-0,024	0,097	0,013	-0,011	0,023
TOTAL	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

ln (lit/li0)	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-0,130	-0,012	-0,049	-0,204	-0,314	0,227	-0,009	0,008	0,006	0,012
Convencional	-	0,130	-0,197	-0,129	-0,177	0,162	-0,003	-0,061	0,011	0,012	-0,008
TOTAL	-	0,021	-0,009	-0,014	-0,194	-0,040	0,018	-0,001	0,018	0,005	0,006

FORMULA GERAL DO CONSUMO RESIDENCIAL - AGREGANDO OS EFEITOS Q, S e I

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Baixa Renda	1.376.028	1.416.435	882.216	347.748	371.054	697.922	953.251	811.563	820.835	880.559	870.903
Convencional	3.819.464	4.121.256	4.882.032	5.635.384	4.845.839	4.591.375	4.660.243	5.079.047	5.394.997	5.610.860	5.890.318
TOTAL	5.195.492	5.537.691	5.764.248	5.983.132	5.216.893	5.289.296	5.613.494	5.890.610	6.215.832	6.491.419	6.761.221

(continua)

(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(Qt / Q0) - Efeito atividade										(continuação)	
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	60.400	55.520	29.564	20.525	27.785	34.174	43.488	29.575	32.496	30.008
Convencional	-	171.685	220.977	270.338	298.828	253.338	193.024	240.363	189.710	210.269	197.017
TOTAL	-	232.093	278.022	302.436	319.428	282.098	227.411	284.038	219.291	242.768	227.033
(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(Sit / Si0)) - Efeito Estrutura											
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	162.081	-575.663	-536.090	76.028	461.714	35.655	-177.613	-26.594	22.161	-50.139
Convencional	-	-386.520	1.423.529	1.161.803	-160.946	-1.270.382	-109.032	473.868	69.214	-57.913	130.110
TOTAL	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(Eit - Ei0) / (ln Eit - ln Ei0) * ln(li0 / li0)) - Efeito Intensidade											
	1997/96	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06
Baixa Renda	-	-182.074	-14.076	-27.942	-73.247	-162.632	185.501	-7.564	6.291	5.066	10.474
Convencional	-	516.627	-883.731	-678.789	-927.427	762.581	-15.124	-295.426	57.026	63.507	-47.669
TOTAL	-	110.106	-51.465	-83.552	-1.085.667	-209.695	96.787	-6.923	105.932	32.819	42.769
DECOMPOSIÇÃO DO CONSUMO RESIDENCIAL (MWh)											
	1998/97	1999/98	2000/99	2001/00	2002/01	2003/02	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06	
Efeito atividade	232.085	276.497	299.902	319.354	281.123	227.198	283.851	219.286	242.766	227.026	
Efeito estrutura	-224.439	847.866	625.713	-84.918	-808.668	-73.377	296.255	42.620	-35.752	79.971	
Efeito intensidade	334.553	-897.806	-706.732	-1.000.674	599.948	170.377	-302.991	63.317	68.573	-37.195	
Variação total	342.199	226.557	218.884	-766.238	72.403	324.198	277.116	325.223	275.587	269.802	
(fim)											