

# AVALIAÇÃO DO MERCADO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO BRASIL

**SUMÁRIO EXECUTIVO**  
**- ANO BASE 2005 -**

# SUMÁRIO



1. INTRODUÇÃO	4
2. PLANO AMOSTRAL	9
3. PRINCIPAIS RESULTADOS	14
4. POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	37
5. EMISSÕES EVITADAS	63
6. CONHECIMENTO DO SELO PROCEL DE ECONOMIA DE ENERGIA	72
7. DIFICULDADES ENCONTRADAS, LIÇÕES APRENDIDAS E CONCLUSÕES.	76

## 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório se insere nos trabalhos de avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil, contratado pela Eletrobrás, com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD e com recursos doados pelo Global Environment Facility-GEF, por meio do Banco Mundial (BIRD), tendo como objetivo obter informações necessárias para formar uma nova e adequada concepção do atual mercado de eficiência energética do país e do impacto do racionamento sobre o mesmo, além de permitir avaliar os efeitos das ações do PROCEL, em busca de uma maior eficiência no uso da energia elétrica.

### 1.1. O Consórcio

No início de 2004, a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO), por meio da Fundação Padre Leonel Franca, em consórcio com a ECOLUZ S/A, foram selecionadas, em uma concorrência internacional, para o desenvolvimento do projeto *Avaliação de Mercado e Eficiência Energética no Brasil*, na qual cerca de vinte empresas, sendo nove do exterior, participaram.

A formação do consórcio PUC-RIO/ECOLUZ se deu numa base de complementaridade de competências. A PUC-RIO possuía uma experiência consolidada em pesquisas e análises nos setores em que predominam consumidores de baixa tensão (residencial e comercial e industrial de pequeno porte), além da excelência na área de estatística aplicada. A ECOLUZ, por seu lado, contava com uma vasta experiência em consumidores de alta tensão, adquirida mediante a realização de mais de 500 diagnósticos energéticos em instalações industriais e comerciais de médio e grande porte, assim como em prédios públicos, e a implantação de medidas de eficiência energética e racionalização de energia naquelas instalações.

O consórcio assim constituído contou ainda com a participação da COPPE/UFRJ no desenvolvimento dos trabalhos de Avaliação de Mercado e Eficiência Energética no Brasil.

### 1.2. O Projeto

O projeto em questão se constitui da avaliação do mercado potencial para implantação de medidas de eficiência energética nos setores residencial, comercial, industrial e de prédios públicos, através da avaliação de posse e hábitos dos consumidores de cada um desses setores. Durante o processo de avaliação do mercado, especial atenção foi dada para o impacto que o racionamento de energia elétrica, ocorrido em 2001, teve nas diversas classes de consumidores. Além disso, foi realizada uma avaliação dos impactos ambientais e sociais das ações de eficiência energética no país. Elaborou-se, também, uma metodologia para avaliação das ações do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL.

Para a execução do trabalho foram realizadas pesquisas diretas com consumidores de 20 concessionárias de distribuição de energia elétrica, em 17 unidades da Federação, envolvendo residências, unidades industriais e comerciais em baixa e alta tensão, além de prédios públicos atendidos em alta tensão, num total inicialmente definido de 13.750 pesquisas. A seleção das amostras dos consumidores para entrevistas foi feita de forma a se ter, para um intervalo de confiança de 95%, um erro não superior a 2,0% no setor residencial, 3,5% no setor comercial e 4,5% no setor industrial.

## 1.3. Metodologia

### 1.3.1. Metodologia aplicada para Baixa Tensão

Utilizou-se, neste trabalho a metodologia desenvolvida para o PROCEL no âmbito do projeto PUC/PROCEL. O plano amostral foi elaborado para estimadores de proporções, considerando um procedimento de amostragem em dois estágios.

Os municípios da área de concessão das distribuidoras foram inicialmente estratificados segundo um *perfil elétrico*, utilizando-se de técnicas baseadas em inteligência computacional, mais especificamente os Mapas Auto-Organizáveis de Kohonen. Assim, foi possível a agregação dos municípios em padrões típicos de tal forma a obter 6 agrupamentos (grupos de municípios com *perfil elétrico* semelhante) para cada concessionária.

Após isso, procurou-se também encontrar municípios que fossem próximos do perfil de consumo da concessionária como um todo. Essa *proximidade* foi mensurada utilizando-se os conceitos de Distância Euclideana entre vetores. Isto é, dados dois pontos P e Q com coordenadas  $P = (x_1, x_2, \dots, x_p)$  e  $Q = (y_1, y_2, \dots, y_p)$ , a distância entre P e Q pode ser calculada como:

$$d(P,Q) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_p - y_p)^2}$$

Para ajudar na seleção dos municípios que foram pesquisados dentro das concessionárias, essa distância foi calculada entre o vetor de consumo médio de cada um dos municípios e o consumo médio da concessionária. Dessa forma, foi estabelecido um ranking de acordo com a *proximidade* de cada município com sua respectiva concessionária.

Desse mesmo modo, foi calculada a distância, considerando-se o consumo médio de cada município e o centróide (conjunto de médias de cada agrupamento ou média multivariada), estabelecendo um ranking dos municípios, também, dentro de cada um dos 6 supracitados agrupamentos.

A amostra para cada região, assim como a amostra Brasil, foi obtida ponderando-se o valor da amostra realizada para cada concessionária pelo seu número de consumidores percentual em relação à região (no caso das regiões, foi considerado o Brasil). Esse procedimento foi adotado para se ter uma amostra representativa do Brasil e regiões.

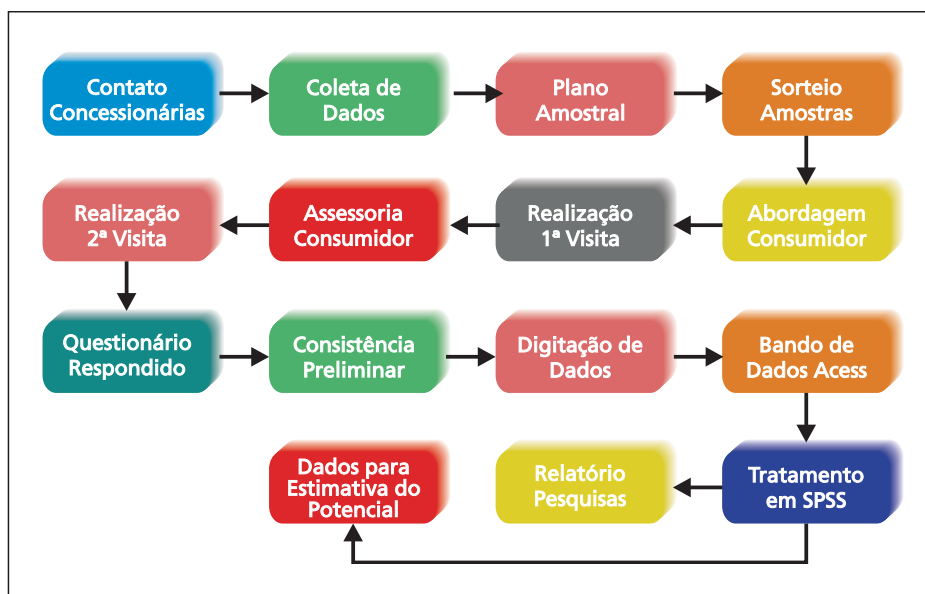
### 1.3.2. Metodologia aplicada para Alta Tensão

As pesquisas quantitativas sobre a utilização da energia nas instalações industriais, comerciais e de prédios públicos foram realizadas nos anos de 2005 e 2006, nas áreas de concessão de 19 concessionárias, em 16 estados, apresentadas na tabela a seguir.

Região Norte	Região Nordeste	Região Centro-Oeste	Região Sudeste	Região Sul
1. CELPA	1. CELPE	1. CELG	1. AMPLA	1. CEEE
2. CERON	2. CEMAR	2. CEMAT	2. CEMIG	2. CELESC
3. MANAUS ENERGIA	3. COELBA		3. CPFL	3. COPEL
	4. COELCE		4. ELETROPAULO (AES)	4. RGE
	5. COSERN		5. LIGHT	

Para seleção do universo de pesquisa, tomou-se como premissa que, em cada região, o universo a ser considerado seria aquele que representasse mais de 70% do consumo da região, buscando-se os estados mais representativos na composição desse percentual. Para cada estado escolhido, selecionou-se uma ou duas concessionárias que seriam abordadas para a pesquisa. As concessionárias, assim selecionadas, representaram, juntas, cerca de 92% do consumo de energia elétrica do país.

O *modus operandi* das pesquisas em alta tensão compreendeu a realização das etapas indicadas no esquema da figura 1:



**Figura 1**  
Modus Operandi das Pesquisas AT.

As pesquisas buscaram caracterizar, de forma bastante completa, a utilização da energia nas instalações industriais, comerciais e de prédios públicos, de modo a permitir avaliar os seus desempenhos energéticos, levantando informações sobre os sistemas e equipamentos utilizados nos diversos setores, relacionadas principalmente à (ao):

- Idade.
- Tecnologias utilizadas.
- Capacidade.
- Regime de funcionamento.
- Nível de automação e controle.
- Nível de disciplina operacional.
- Nível de Gerenciamento Energético.

## 1.4. Trabalho de Campo

### 1.4.1. Baixa Tensão

Devido ao fato de a PUC-Rio trabalhar com pesquisas para o Procel desde 1998, ela possui uma larga experiência na elaboração e aplicação desse tipo de instrumento de coleta de dados (questionários) que foram utilizados nos trabalhos de campo, tanto que não foi necessário nem um pré-teste do instrumento.

Com isso, os trabalhos de campo transcorreram sem o registro de grandes problemas que pudessem comprometer os resultados finais das inferências. O apoio das concessionárias em cada região foi decisivo nesse aspecto. Foram elas que forneceram o cadastro de seus consumidores do qual a amostragem foi colhida. O único senão a ser registrado é que esses cadastros, no caso dos consumidores comerciais/industriais, estavam bastante defasados, o que levou os pesquisadores a alterar, forçosamente, o critério previamente estabelecido de sortear os pesquisados a partir do cadastro fornecido para o estabelecimento de cotas, o que foi feito da seguinte maneira:

Estabelecimentos Pesquisados	Nº de Casos
Bares e restaurantes	275
Padarias e confeitarias	244
Serviço de saúde	244
Faculdades e escolas	201
Supermercados e armazéns	198
Hotéis e motéis	183
Indústrias têxteis, malharias e correlatas	183
Escritórios e salas comerciais	181
Bancos e financeiras	174
Indústrias de alimentos, fornecedores de refeições	172
Auto-posto de gasolina, peças, serviços	153
Clubes e associações	150
Serralherias, metalurgias	109
Fabricantes de gelo, sorvetes e afins	96
Fabricantes de chocolate, guloseimas e doces	83
Indústria de construção	76
Outros	203
Total	2.925

### 1.4.2. Alta Tensão

O trabalho de campo para Avaliação do Mercado de Eficiência Energética do Brasil em Alta Tensão foi fundamentado na realização de pesquisas diretas em consumidores industriais, comerciais e de prédios públicos sobre a utilização da energia em suas instalações, de modo a permitir avaliar os seus desempenhos energéticos e inferir o respectivo potencial de conservação existente.

Nesse sentido, três elementos principais desse processo devem ser avaliados à luz das dificuldades encontradas para a realização das pesquisas: a participação da concessionária, o questionário da pesquisa e a participação do consumidor.

#### *a) Participação da Concessionária de Energia*

Conforme definido na metodologia e no plano de trabalho propostos para as pesquisas em AT, a execução das pesquisas de campo contava com a participação das concessionárias de energia elétrica, quer na disponibilização de informações para montagem dos planos amostrais quer no apoio logístico para realização das pesquisas. Entretanto, a falta de uma participação mais efetiva das concessionárias se constituiu na primeira dificuldade encontrada para um melhor desenvolvimento dos trabalhos.

Com efeito, foram necessárias longas negociações com as concessionárias para a obtenção de dados primários para elaboração dos planos amostrais e sorteio das amostras, implicando atrasos no início das pesquisas, que chegaram, em alguns casos, a 11 meses.

Dentre os principais motivos para o atraso verificado nesse processo, podem ser citados os seguintes:

- Inexistência, na maioria das concessionárias, de acompanhamento de dados com o detalhamento necessário para a geração dos planos amostrais.
- Concorrência das demandas das pesquisas (fornecimento de dados, sorteio das amostras, contato preliminar com o consumidor) com atividades de rotina prioritárias.
- Resistência quanto ao fornecimento das informações de consumidores atendidos em alta tensão à luz do ambiente competitivo do mercado e da visão da Ecoluz como um potencial concorrente.

Além das dificuldades apontadas para o início das pesquisas, durante a sua execução, pouco ou nenhum suporte de campo foi prestado pelas concessionárias para uma melhor evolução das mesmas, implicando desconhecimento pelos consumidores sobre os trabalhos a serem executados e, em consequência, a recusa de sua participação.

#### b) Questionários de Pesquisa

De acordo com a metodologia proposta para a Avaliação do Mercado de Eficiência Energética em Alta Tensão, entendia-se que, embora o levantamento de índices energéticos do tipo kWh/t ou kWh/m<sup>2</sup> fosse importante para a avaliação do desempenho energético de um setor, a pesquisa deveria procurar identificar o consumo associado a sistemas e equipamentos específicos, para que se pudesse, a partir daí, identificar o potencial de economia de energia existente.

A partir dessa premissa e com base em contribuições recebidas da Eletrobrás, Cepel, MME, entre outros, foi desenvolvido um questionário para levantamento de informações quantitativas e qualitativas sobre os equipamentos e sistemas utilizados nos diversos setores, a partir das quais seriam inferidos os potenciais de economia de energia passíveis de serem obtidos para esses sistemas e equipamentos.

Após pesquisa piloto realizada no setor industrial da Light, verificou-se a necessidade de adequação dos questionários, em função do nível de preenchimento das questões obtido, estimulando-se as respostas com alternativas múltiplas e inserindo-se diversas notas explicativas. Além disso, as questões foram classificadas quanto a sua importância para os fins da pesquisa.

Essas ações, aliadas à intenção do questionário tentar cobrir o máximo possível a diversidade de instalações industriais existentes, tornaram o formulário extenso, chegando a ter, no caso do setor industrial, 75 páginas, apesar de alguns itens não se aplicarem para a maioria das instalações.

Dessa forma, a extensão inicial do questionário se constitui num dos motivos para a não obtenção de uma maior adesão dos consumidores às pesquisas.

#### c) Participação dos Consumidores

A participação dos consumidores se constituiu no ponto crítico dos trabalhos de campo. Diversos fatores contribuíram decisivamente para a participação dos consumidores, conforme descrito a seguir.

Inicialmente, por se tratar de uma pesquisa com certo grau de complexidade, recomendou-se que a pessoa encarregada de responder o questionário tivesse, preferencialmente, uma formação em engenharia mecânica, elétrica, química ou de processo, ou formação técnica numa dessas áreas, e que tivesse um bom conhecimento da instalação como um todo, além de um bom trânsito interno, tendo em vista que as informações deveriam ser obtidas em setores diversos da instalação. O que se observou, no entanto, foi a falta de estrutura em boa parte das empresas de menor porte, que não possuíam pessoas com o devido conhecimento para responder ao questionário, constituindo-se, assim, num motivo para a sua não adesão às pesquisas. Para mitigar esse problema, em alguns casos, a empresa permitia ou solicitava que os pesquisadores levantassem as informações in loco.

Considerando-se o porte dos consumidores, observou-se um maior nível de preenchimento dos questionários pelos consumidores de maior porte (A2 e A3), apesar da maior resistência à participação nas pesquisas tenha sido também verificada nesses grupos de consumidores.

No caso de duas concessionárias, o período de execução das pesquisas coincidiu com a divulgação de aumentos tarifários por essas empresas, tendo um reflexo negativo na participação dos consumidores.

A estatística das ocorrências registradas de recusa dos consumidores em participar das pesquisas é sintetizada no quadro a seguir:

**Quadro Ocorrências nas Pesquisas**

Ocorrências	
Pesquisas realizadas com sucesso	37,4%
Atividades paralisadas ou a paralisar	1,9%
Empresa não possuía pessoa capacitada	7,3%



### Quadro Ocorrências nas Pesquisas

Ocorrências	
Recusa por falta de tempo	6,4%
Recusa por falta de interesse	5,5%
Recusa pela extensão do questionário	2,1%
Recusa devolução do questionário (2ª Visita)	10,1%
Mais de 10 contatos sem sucesso para a 1ª Visita	13,1%
Solicitação de longo prazo para pesquisa	6,3%
Responsável em férias / demitido / transferido	1,9%
Sem sensibilização pela concessionária	3,9%
Com questões judiciais com concessionária	0,7%
Outras	3,4%

Como pode ser observado, as principais ocorrências de não participação de consumidores nas pesquisas estiveram associadas às dificuldades para contatar as pessoas indicadas das empresas para entrevista e para o recolhimento dos questionários.

## 2. PLANO AMOSTRAL

### 2.1. Baixa Tensão: Residencial

			Classe de Consumo						Total
			0 - 50	51 - 100	101 - 200	201 - 300	301 - 500	> 500	
Região	SUDESTE	AMPLA	26	30	51	19	14	10	150
		LIGHT	50	83	17	146	64	40	400
		ELETROPAULO	72	95	261	134	69	19	650
		ELEKTRO	31	42	78	26	15	8	200
		CPFL	23	52	131	53	26	15	300
		CEMIG	49	110	125	57	31	28	400
		Total	251	412	663	435	219	120	2100
	SUL	CEEE	28	31	38	20	12	7	136
		CELESC	18	34	55	35	18	11	171
		COPEL	21	67	110	39	18	16	271
		RGE	14	22	41	15	6	4	102
		Total	81	154	244	109	54	38	680
	NORTE	CELPA	27	26	36	18	12	11	130
		CERON	6	7	11	4	3	2	33
		MANAUS	13	8	11	6	5	4	47
		Total	46	41	58	28	20	17	210
	NORDESTE	CELPE	40	55	64	25	18	14	216
		CEMAR	33	31	36	10	7	6	123
		COELBA	75	94	74	43	37	20	343
		COELCE	55	55	63	19	12	9	213
		COSERN	18	21	19	13	9	5	85
		Total	221	256	256	110	83	54	980
		CENTRO-OESTE	CEB	9	13	33	9	7	6
	CELG		40	52	48	23	15	9	187
	CEMAT		8	24	29	8	4	3	76
	Total		57	89	110	40	26	18	340
Total Geral			656	952	1.331	722	402	247	4.310

## 2.2. Baixa Tensão: Comercial/Industrial

Concessionárias	Pesquisas Realizadas
REGIÃO NORTE	410
CELPA – PARA	130
MANAUS – AMAZONAS	130
CERON – RONDONIA	150
REGIÃO NORDESTE	666
COSERN – RIO GRANDE DO NORTE	130
COELBA – BAHIA	126
CEMAR – MARANHÃO	130
CELPE – PERNAMBUCO	150
COELCE - CEARÁ	130
REGIÃO SUDESTE	899
ELETROPAULO – SÃO PAULO	405
CPFL – SÃO PAULO	110
CEMIG – MINAS GERAIS	150
LIGHT – RIO DE JANEIRO	120
AMPLA – RIO DE JANEIRO	114
REGIÃO SUL	520
CEEE – RIO GRANDE DO SUL	110
RGE – RIO GRANDE DO SUL	130
CELESC – SANTA CATARINA	150
COPEL – PARANA	130
REGIÃO CENTRO-OESTE	430
CELG – GOIAS	150
CEB – DISTRITO FEDERAL	130
CEMAT – MATO GROSSO	150
TOTAL	2.925

## 2.3. Alta Tensão

### 2.3.1. Industrial

Para uma amostra inicialmente prevista de 1.000 indústrias para o país, foram abordadas cerca de 1.300 indústrias, o que acabou resultando na entrega de 718 questionários industriais – AT pelas equipes de pesquisa, obtendo-se uma participação efetiva nas pesquisas de 478 indústrias (67% dos entregues).

Convém observar que o tamanho da amostra efetivamente pesquisada (478 consumidores), resultou num erro máximo de aproximadamente 4,4% (para um intervalo de confiança de 95%) nas estimativas populacionais com base nas proporções da amostra, conforme apresentado na tabela a seguir.

**Quadro Representatividade da Amostra**

Região	Concessionárias		Sub-população dos setores pesquisados	Sub-população regional dos setores pesquisados	% em relação à população da concessionária	% em relação à população regional	Amostra efetiva	Amostra regional efetiva	Erro > 15%	Erro regional > 10%
	Quant.	Nome								
N	3	CELPA	420	1.328	33%	54%	33	53	14%	13%
		CERON	692		97%		-		-	
		MANAUS	216		47%		20		18%	
NE	5	COELBA	975	3.724	63%	71%	49	105	11%	9%
		COELCE	1.290		82%		21		18%	
		CELPE	701		66%		15		21%	
		COCERN	416		72%		10		26%	
		CEMAR	342		74%		10		26%	
CO	2	CEMAT	716	772	62%	63%	30	37	15%	16%
		CELG	56		82%		7		29%	
SE	5	CPFL	3.866	11.513	83%	73%	10	148	26%	8%
		AES	3.166		70%		63		10%	
		CEMIG	2.585		61%		-		-	
		LIGHT	809		64%		50		11%	
		AMPLA	1.087		94%		25		16%	
S	4	COPEL	2.570	6.967	64%	60%	11	135	25%	8%
		CELESC	2.137		56%		71		10%	
		RGE	1.589		55%		40		13%	
		CEEE	671		70%		13		23%	
BR	19		24.304		67%		478		4,4%	

Considerando-se a classificação do BEN<sup>1</sup>, abordaram-se, conforme previsto inicialmente, indústrias de cinco dos seus onze setores industriais. Esses cinco setores refletiram-se como 17 setores (63%) do CNAE<sup>2</sup>, que classifica ao todo 27 setores industriais. Dos 17 setores pesquisados, cinco apresentaram menos de 10 amostras; os 12 setores que tiveram mais de 10 amostras representam algo no entorno de 75% do total de indústrias do país.

Ressalta-se que aqueles setores que apresentam uma menor quantidade de amostras<sup>3</sup> não estavam previstos para serem abordados, tendo sido tão somente devido à dificuldade regional ou estadual em se encontrar indústrias dos outros setores (tanto na amostragem inicial como na reposição amostral). Na tabela, a seguir, é apresentada a distribuição percentual da amostra, segundo setor de atividade e subgrupo de tensão.

**Quadro Distribuição da amostra por setor de atividade e sub-grupo de tensão**

Setores de Atividade	Sub-grupo de tensão					Total
	A2	A3	A3a	A4	AS	
Alimentos e bebidas	7,7	0,0	0,0	27,9	0,0	26,6
Têxtil	0,0	25,0	0,0	5,5	0,0	5,6
Vestuário	0,0	0,0	0,0	4,0	100,0	4,0
Couro	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	3,3
Papel e Celulose	0,0	12,5	20,0	2,7	0,0	2,9
Químico	38,5	25,0	20,0	5,8	0,0	7,1
Plástico e Borracha	0,0	12,5	20,0	18,0	0,0	17,4
FAB. Minerais não Metálicos	0,0	25,0	0,0	13,5	0,0	13,2
Metalúrgica Básica	15,4	0,0	20,0	5,8	0,0	6,1
Prod. Metal – exc. Máquinas e equip.	15,4	0,0	0,0	4,7	0,0	4,8
Montadoras /Autopeças	15,4	0,0	0,0	1,6	0,0	1,9
Outros	7,7	0,0	20,0	35,0	0,0	33,7
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Em termos de faixa de demanda, verificou-se uma concentração de indústrias na faixa de demanda menor que 500kW, conforme quadro a seguir.

**Quadro Distribuição da amostra por Faixa de Demanda**

	Faixa de Demanda Máxima									Total
	< 500	500 a 1.500	1.501 a 2.500	2.501 a 3.000	3.001 a 5.000	5.001 a 10.000	10.001 a 20.000	20.001 a 50.000	> 50.000	
Brasil	327	88	25	4	15	8	6	4	1	478
Part.(%)	68,4	18,4	5,2	0,8	3,1	1,7	1,3	0,8	0,2	100,0

### 2.3.2. Alta Tensão: Comercial

Para efeito das pesquisas, o setor comercial foi subdividido em sete segmentos, a saber: Hotéis/Motéis, Hospitais/Clínicas, Supermercados, Bancos/Caixas, Prédios Empresariais, Instituições de Ensino e Shopping Centers.

Para uma amostra inicialmente prevista de 2.000 unidades para o país, foram abordadas cerca de 2.700 empresas, obtendo-se um total de 953 pesquisas, com um erro amostral de 3,1%.

A distribuição da amostra pesquisada por grupo de tensão e faixa de demanda refletiu a própria estrutura de consumidores do mercado comercial AT do BRASIL, representado pelas 19 concessioná-ri-

<sup>1</sup>Balanco Energético Nacional.

<sup>2</sup>Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CONCLA - IBGE.

<sup>3</sup>Esses setores do CNAE fazem parte do setor "Outros" do BEN.

as pesquisadas, observando-se uma concentração no subgrupo de tensão A4 (94,1%) e nas faixas iniciais de demanda (86,7% abaixo de 500kW e 8,2% entre 500 e 1.000kW).

**Quadro Distribuição da amostra por tipo de instalação e subgrupo de tensão**

Tipo de Instalação	Sub grupo de tensão				Total
	A3	A3a	A4	AS	
Hotel / Motel	100,0	25,0	20,2	29,4	20,8
Hospital / Clínica	0,0	0,0	15,7	0,0	14,8
Shopping Center	0,0	50,0	3,9	3,9	4,1
Supermercado	0,0	0,0	19,6	11,8	19,1
Edifício Empresarial	0,0	0,0	7,7	25,5	8,6
Instituição de Ensino	0,0	0,0	14,6	3,9	14,0
Banco / Caixa	0,0	25,0	16,7	25,5	17,2
Outros	0,0	0,0	1,6	0,0	1,5
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

**Quadro Distribuição da amostra por tipo de instalação e faixa de tensão**

	Demanda Máxima (kW)								Total
	< 500	500 a 1.000	1.001 a 1.500	1.501 a 2.000	2.001 a 2.500	2.501 a 3.000	3.001 a 5.000	5.001 a 10.000	
BRASIL	826	78	20	15	4	4	4	2	953
Part.(%)	86,7	8,2	2,1	1,6	0,4	0,4	0,4	0,2	100,0

### 2.3.3. Alta Tensão: Prédios Públicos

Especificamente para o setor de prédios públicos atendidos em alta tensão, o plano amostral foi constituído por 8 prédios das 25 principais cidades do país, perfazendo uma amostra total de 200 prédios.

Nesse processo, foram consideradas unidades representativas principalmente dos setores de Administração Pública em geral, de Saúde (hospitais) e de Ensino (universidades), das esferas federal, estadual e municipal, observando-se ainda o subgrupo de tensão e faixa de demanda.

Para a amostra inicialmente prevista de 200 unidades para o país, foram abordadas cerca de 250 unidades pelas equipes de campo, obtendo-se uma participação efetiva nas pesquisas de um total de 102 prédios públicos.

A distribuição da amostra pesquisada por grupo de tensão e faixa de demanda apontou para uma concentração 100% dos prédios públicos no subgrupo de tensão A4 e nas faixas iniciais de demanda, conforme apresentado no quadro a seguir.

**Quadro Distribuição da amostra por tipo de instalação e faixa de tensão**

	Faixa de Demanda Máxima (kW)								Total
	< 500	500 a 1.000	1.001 a 1.500	1.501 a 2.000	2.001 a 3.000	3.001 a 5.000	5.001 a 10.000	> 10.000	
BRASIL	61	23	7	2	1	5	2	1	102
Part.(%)	59,8	22,5	6,9	2,0	1,0	4,9	2,0	1,0	100,0

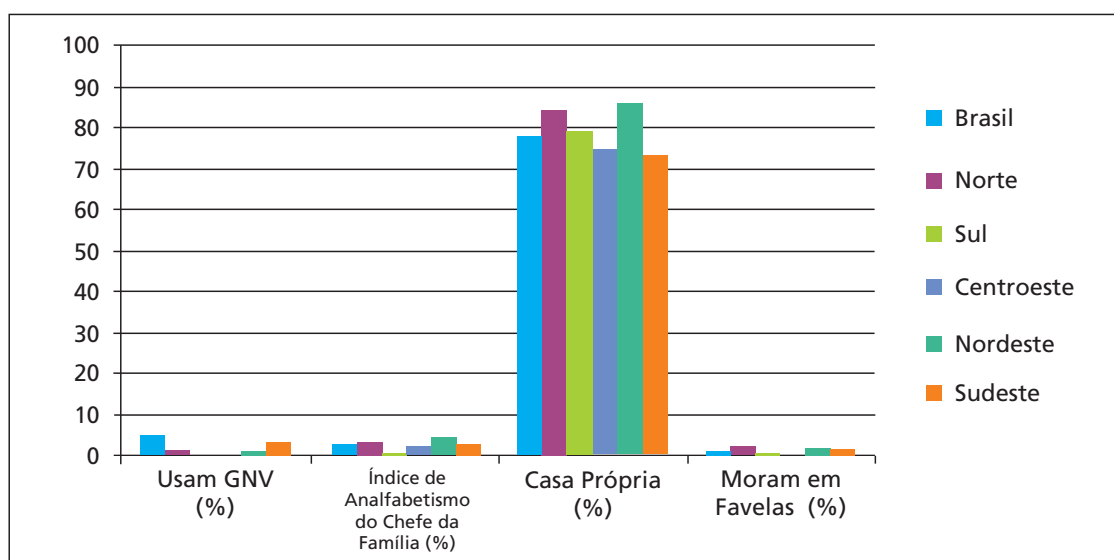
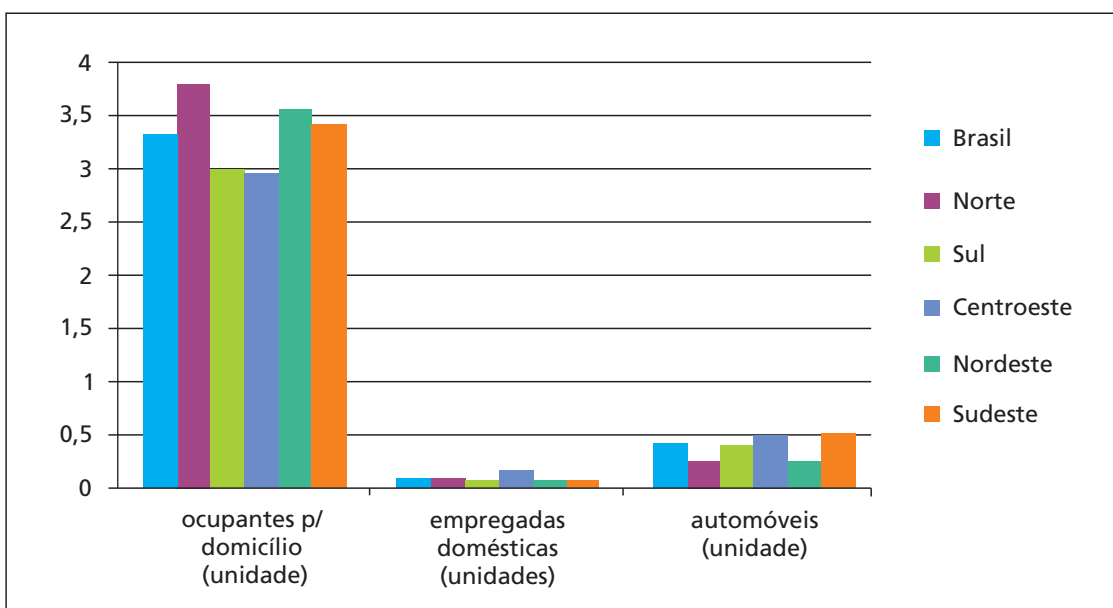
### 3. PRINCIPAIS RESULTADOS

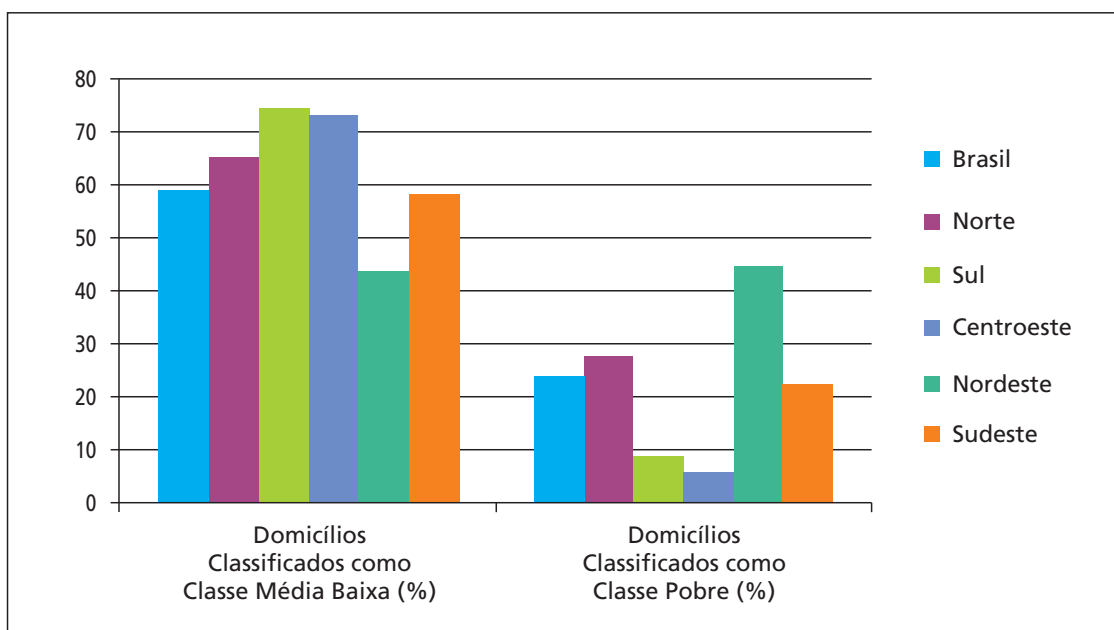
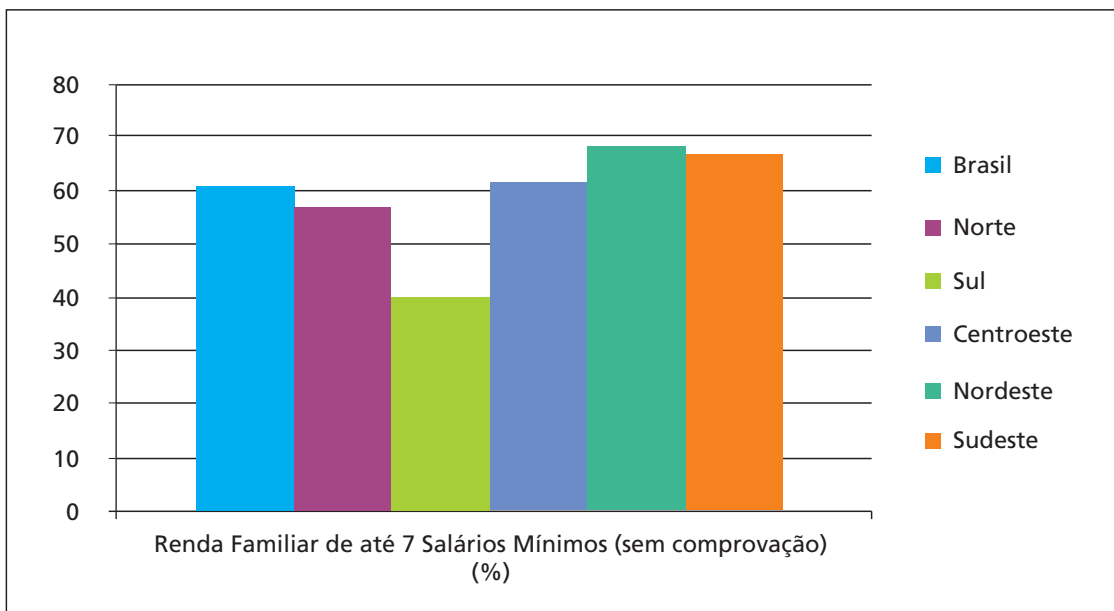
#### 3.1. Baixa Tensão: Residencial

##### 3.1.1. Classe Socioeconômica

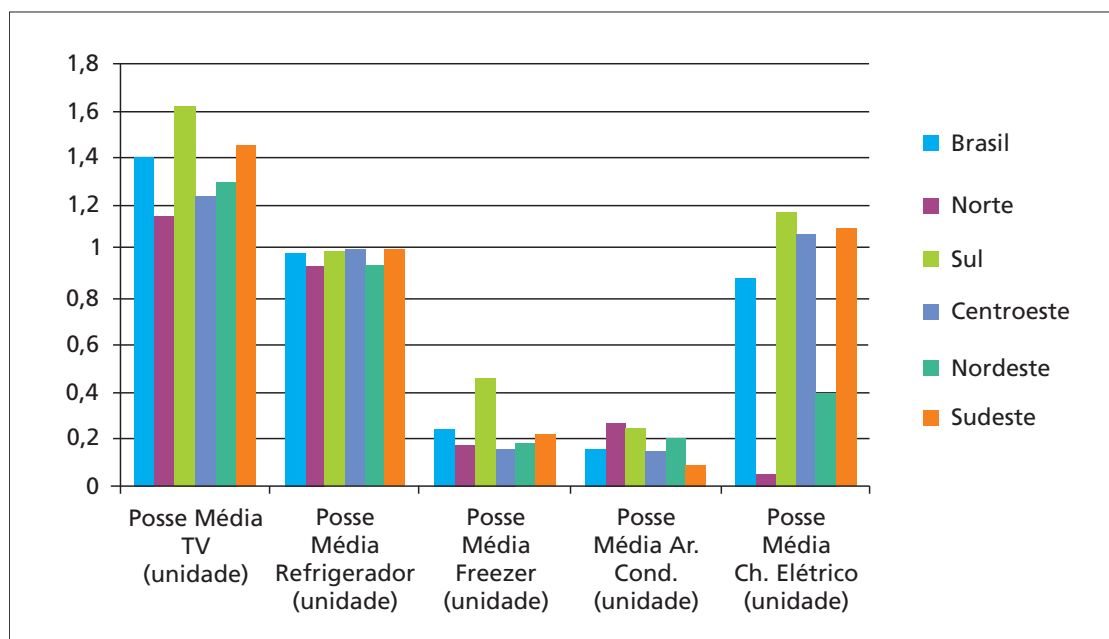
Num país de dimensões continentais como o Brasil, é de se esperar grandes defasagens socioeconômicas. Nossa grande extensão territorial comporta intensas diferenças, seja no clima, na cultura, no tipo de colonização, no desenvolvimento industrial e agropecuário de cada região, na disponibilidade de recursos minerais ou nas políticas governamentais de cada estado da federação.

A seguir, essas diferenças são apresentadas por meio de gráficos comparativos (Brasil/Regiões), mostrando alguns itens de conforto, escolaridade, renda, e classe social que podem caracterizar socioeconomicamente as regiões brasileiras.



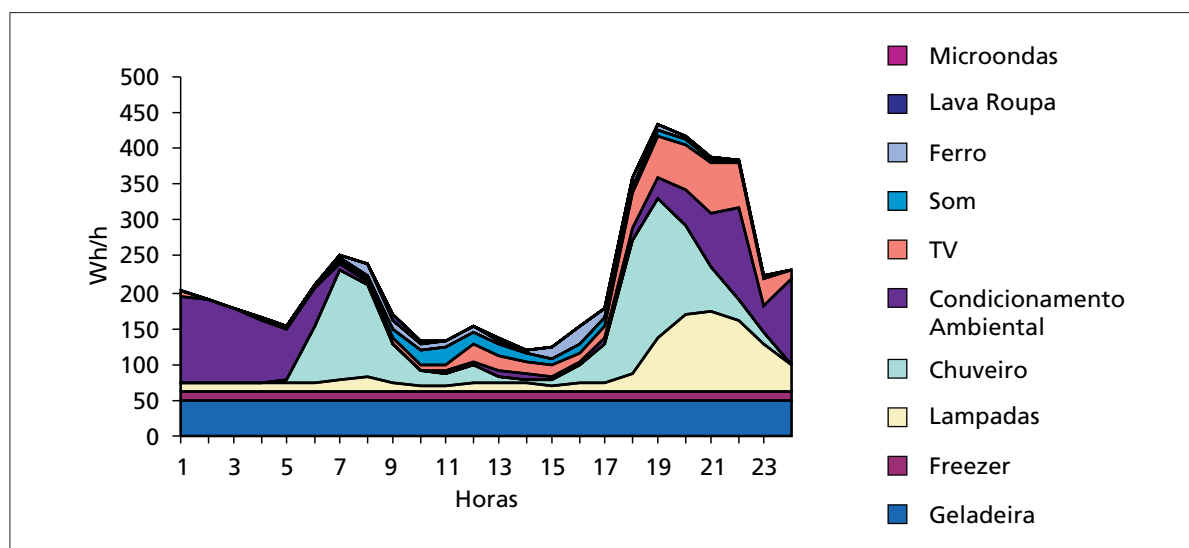


### 3.1.2. Posse Média



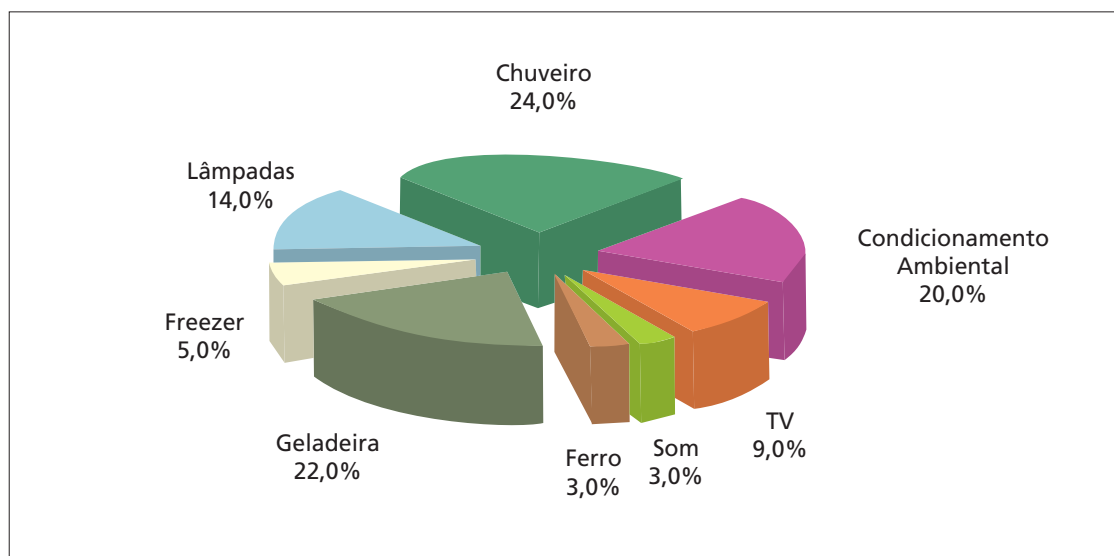
### 3.1.3. Curva de Carga

#### Brasil

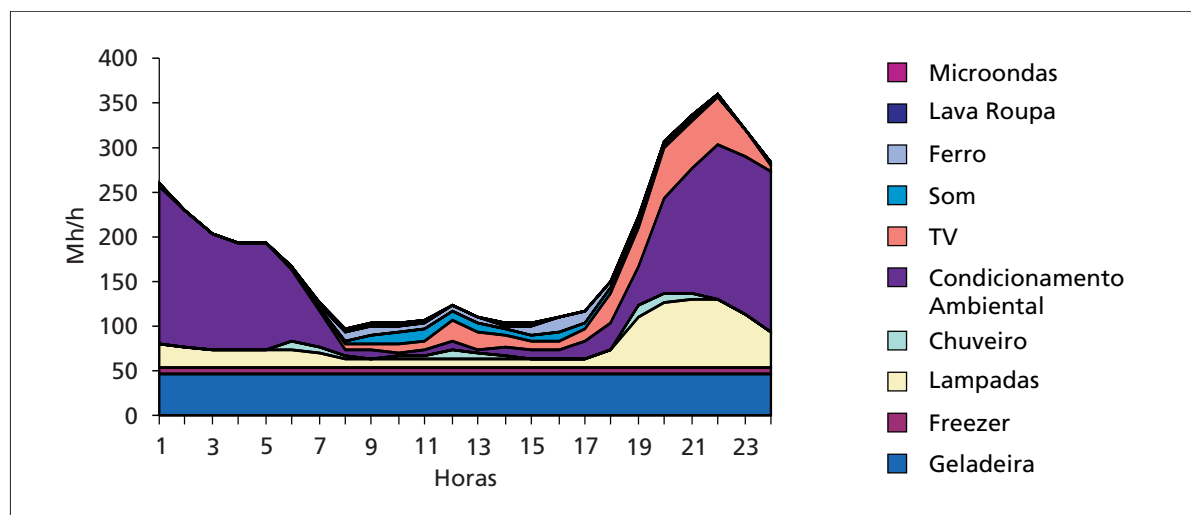




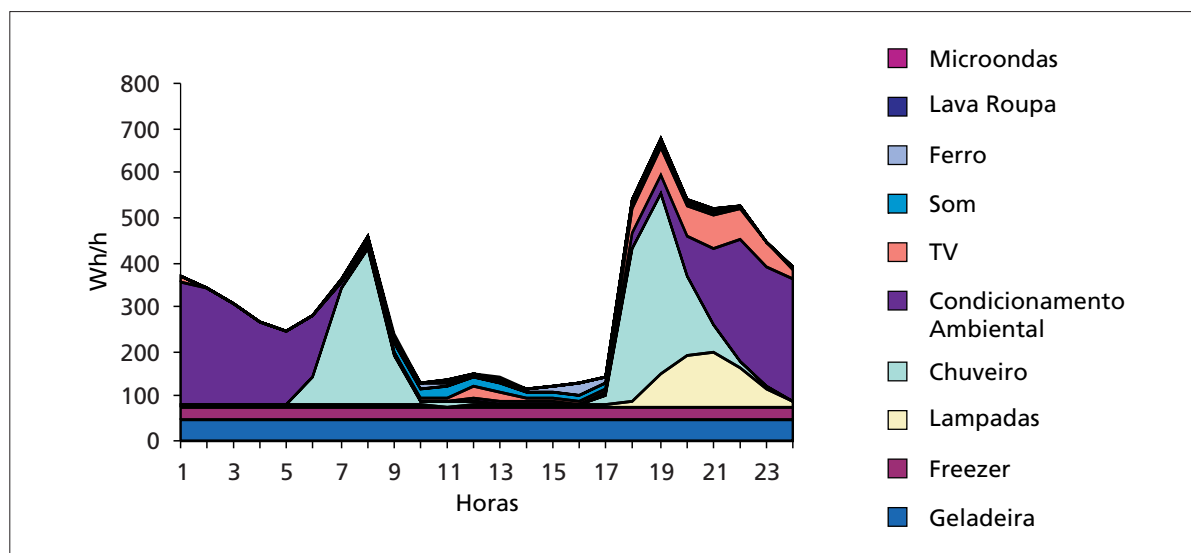
A seguir, é mostrada a participação dos eletrodomésticos mais importantes no consumo médio domiciliar, em nível Brasil.



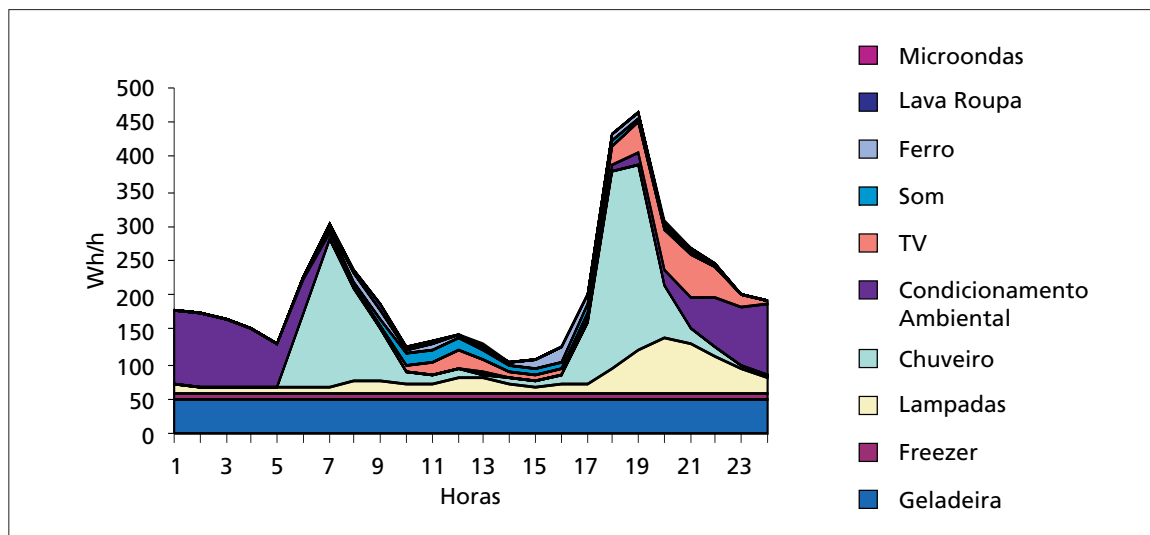
## Norte



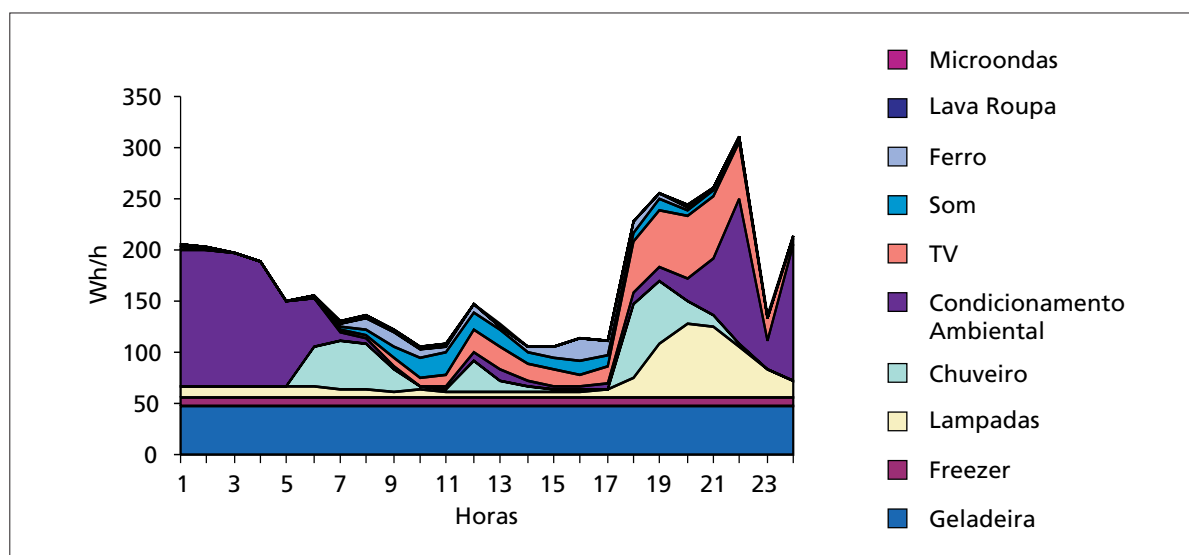
## Sul



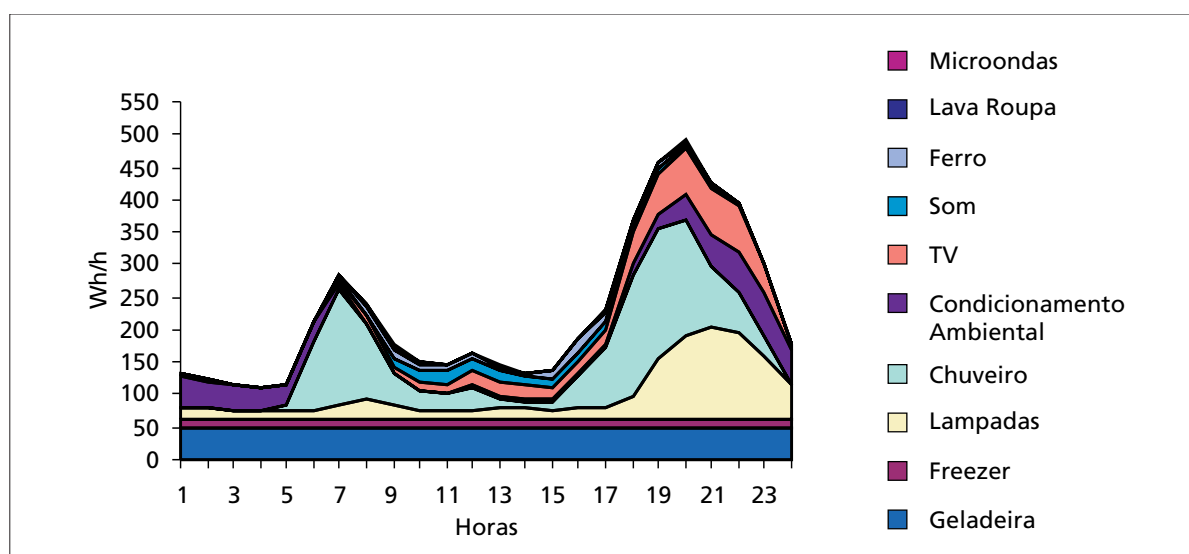
## Centro-Oeste



## Nordeste

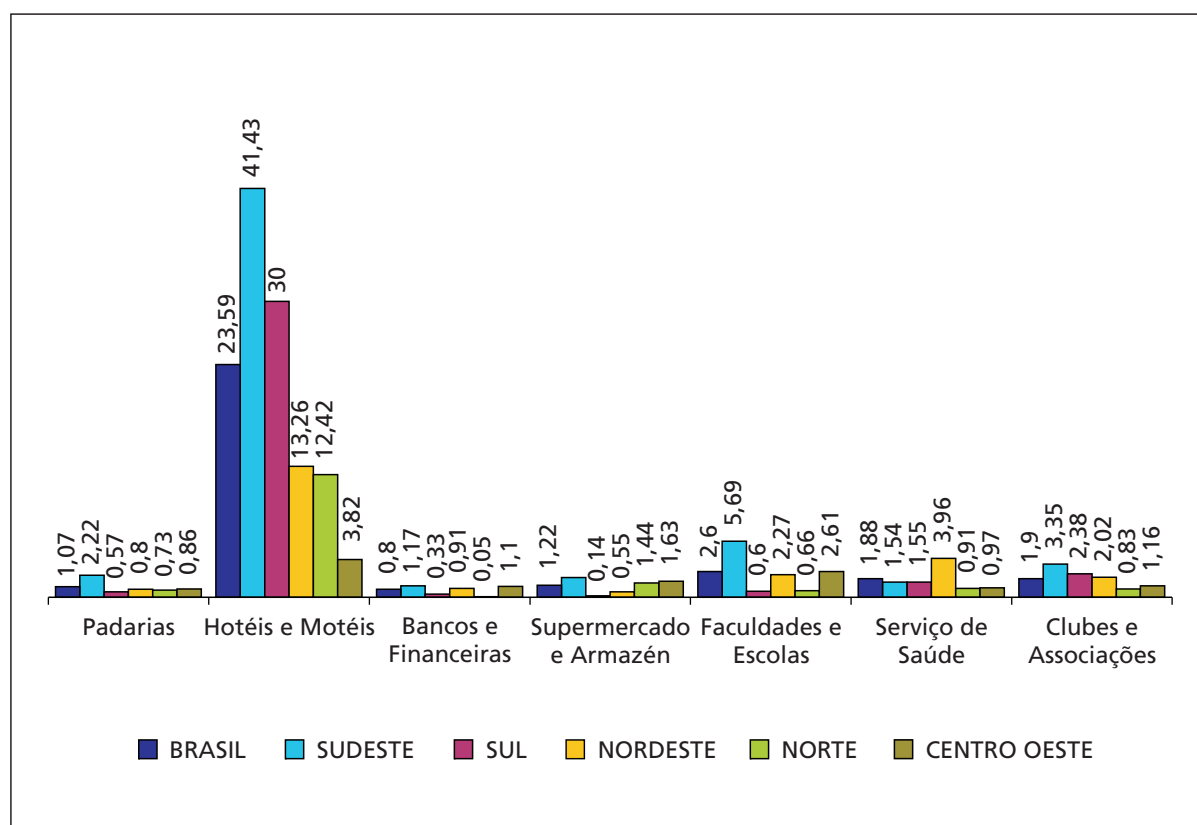


## Sudeste

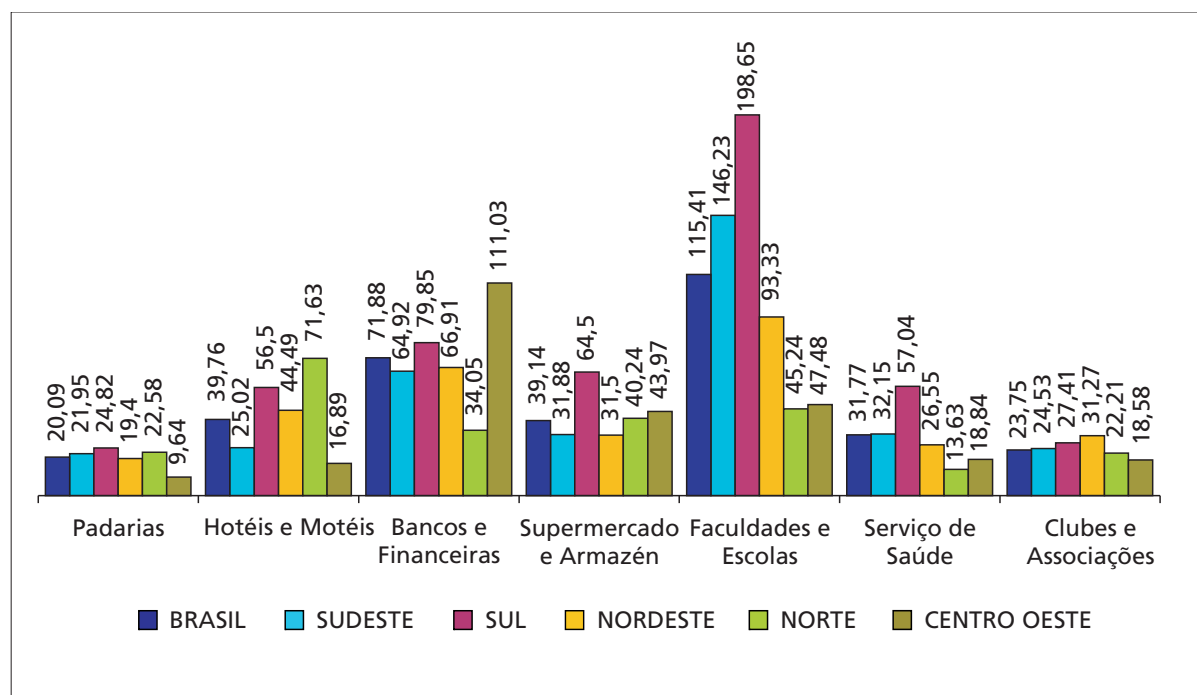


## 3.2. Baixa Tensão: Comercial/Industrial

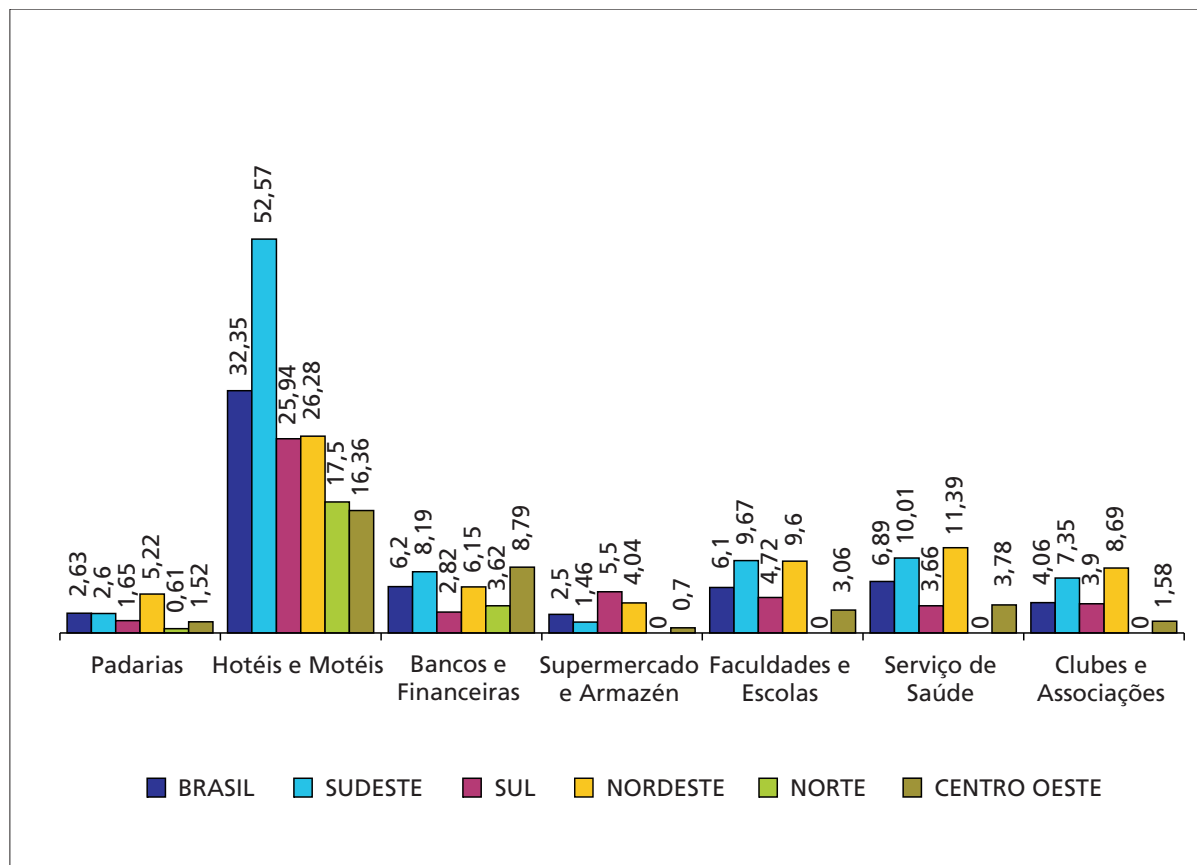
### 3.2.1. Posse Média



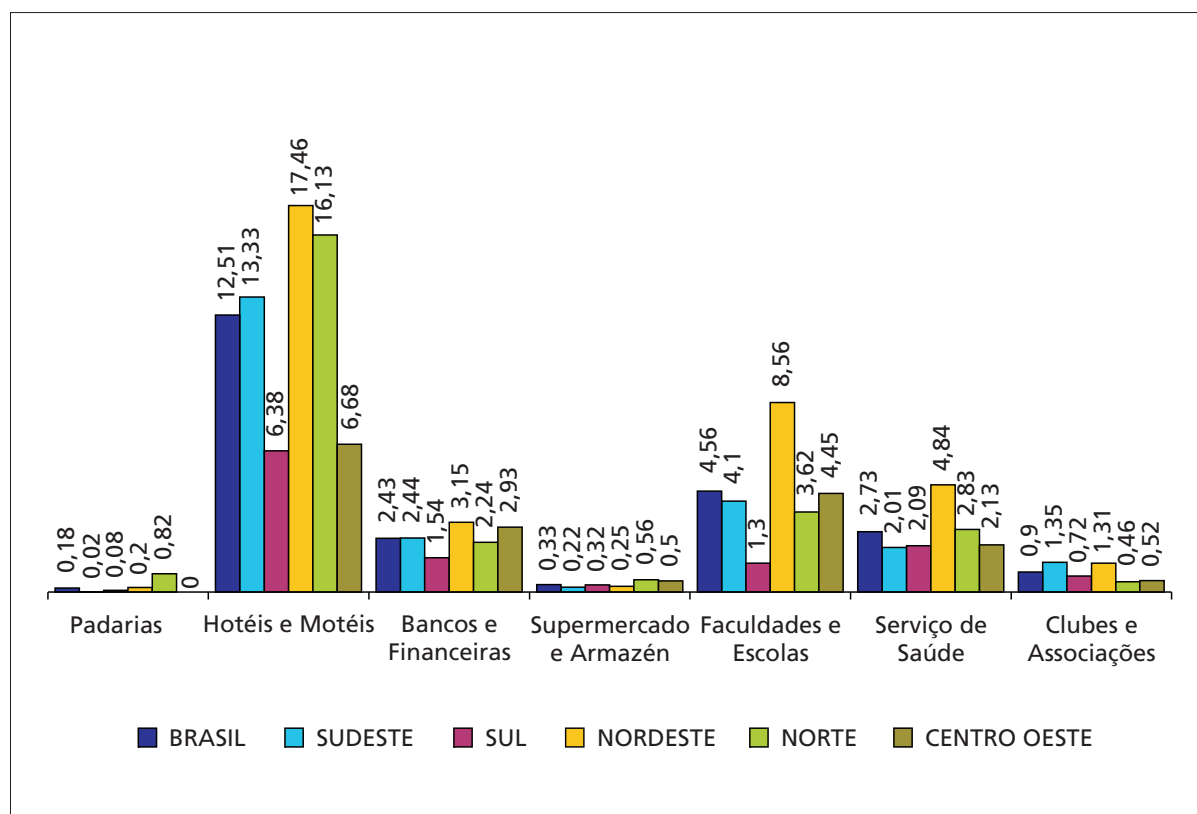
#### Posse média de lâmpadas incandescentes.



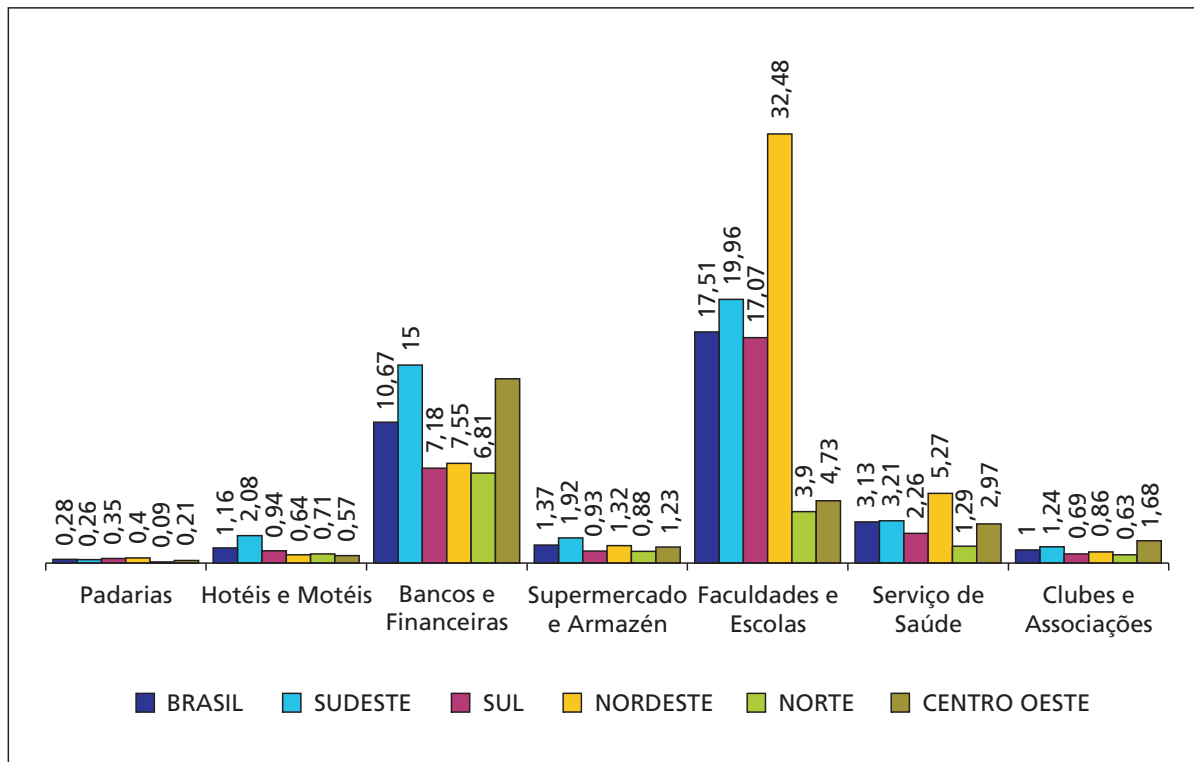
#### Posse média de lâmpadas fluorescentes tubulares.



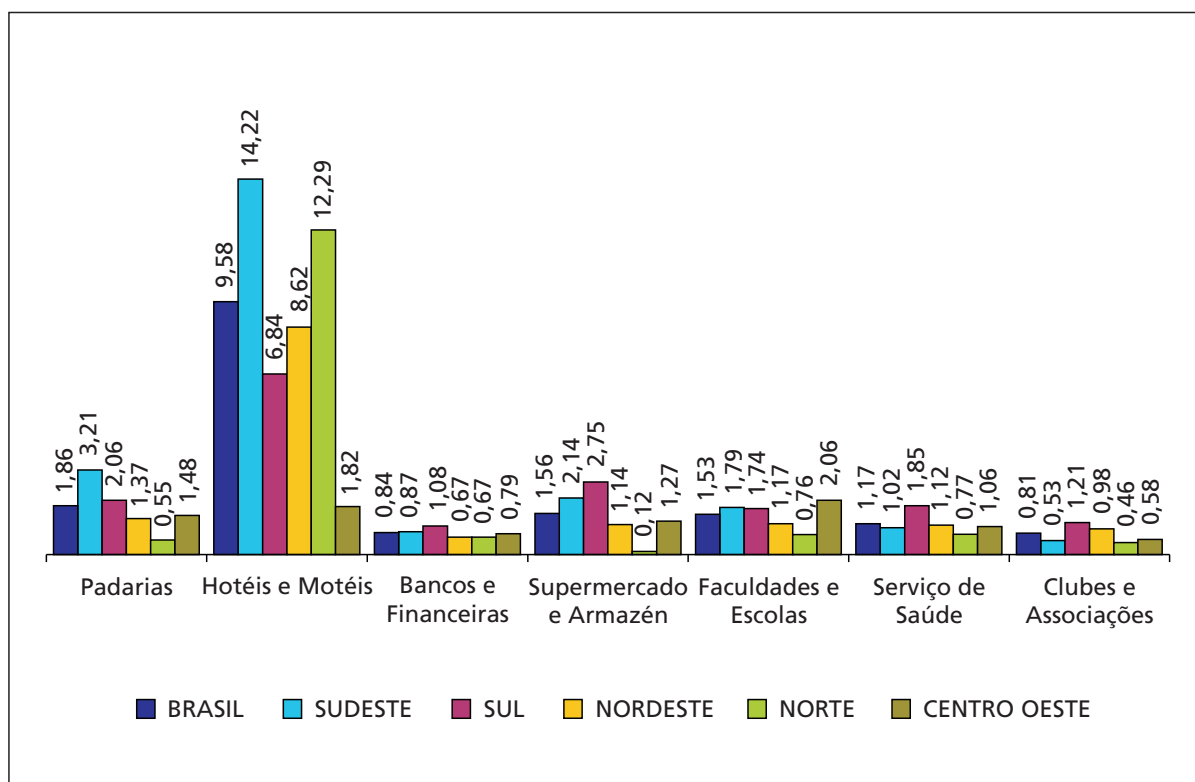
#### Posse média de lâmpadas fluorescentes compactas.



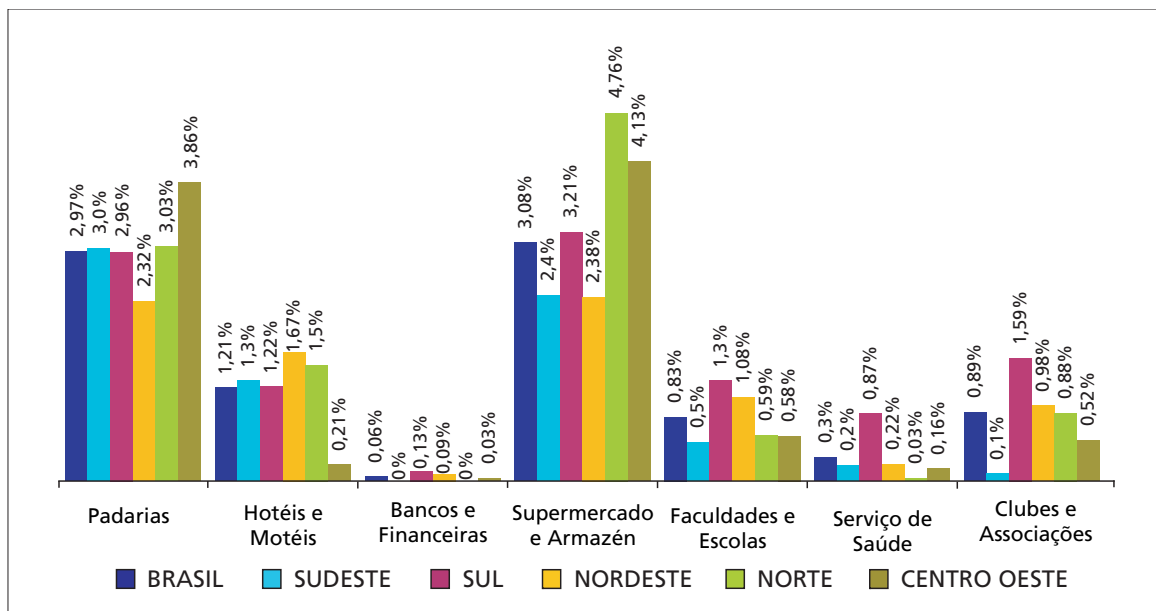
#### Posse média de ar-condicionado.



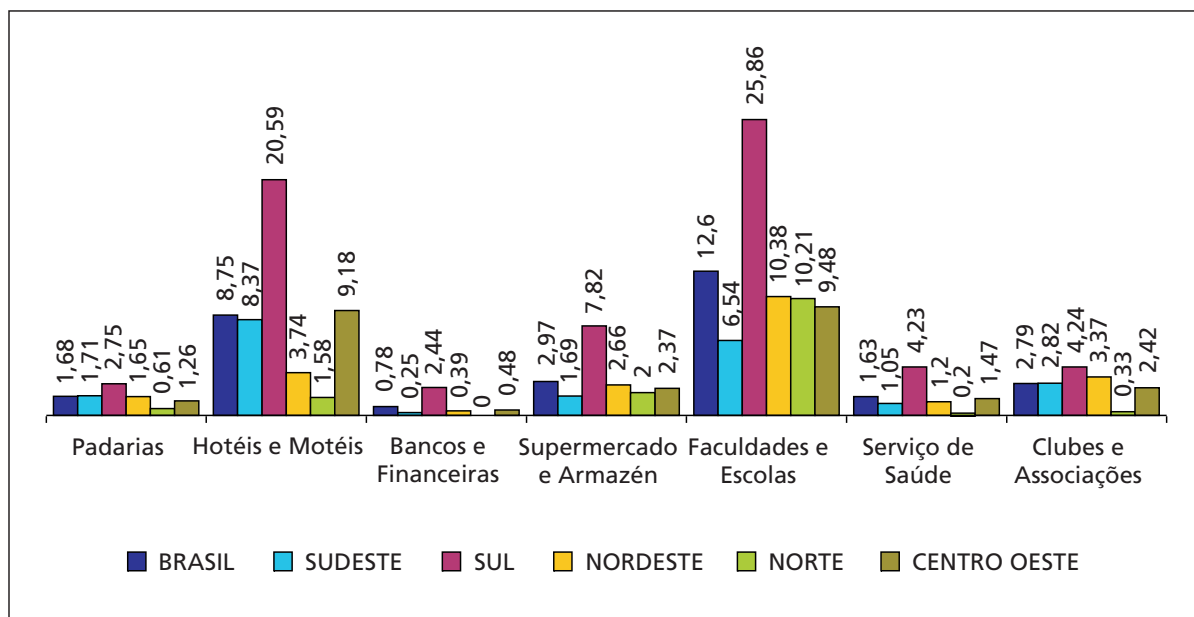
#### Posse média de computadores.



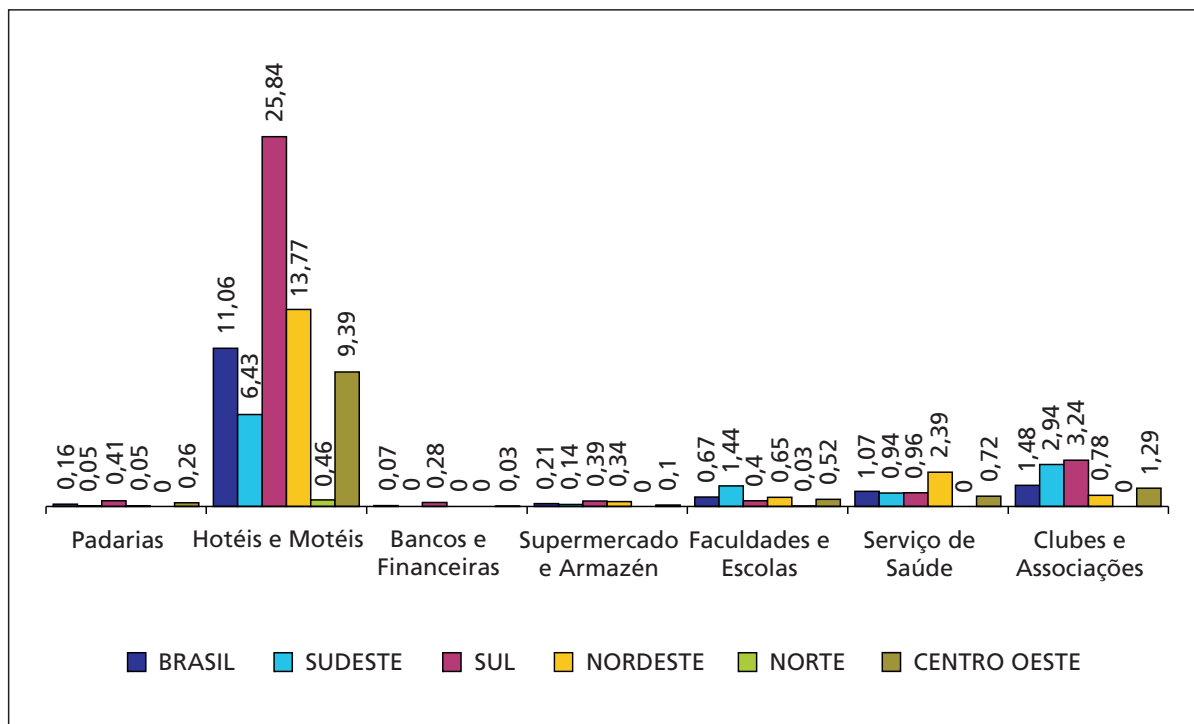
#### Posse média de geladeira.



**Posse média de freezer.**



**Posse média de ventilador.**

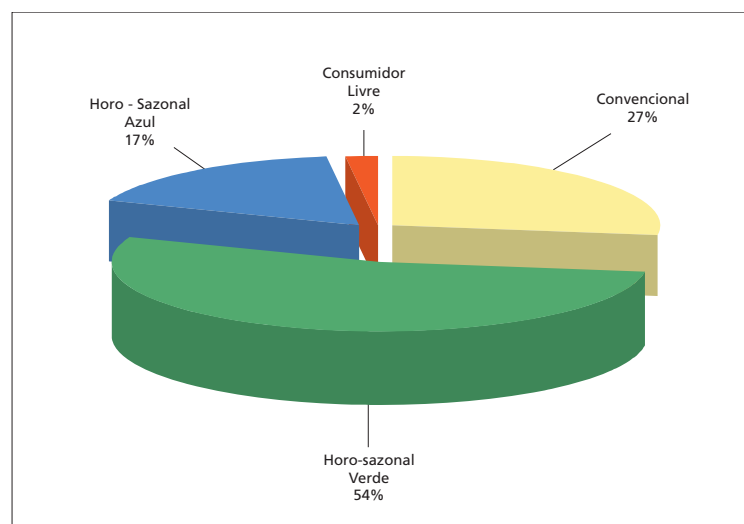


**Posse média de chuveiro elétrico.**

### 3.3. Alta Tensão

#### 3.3.1. Classe Industrial

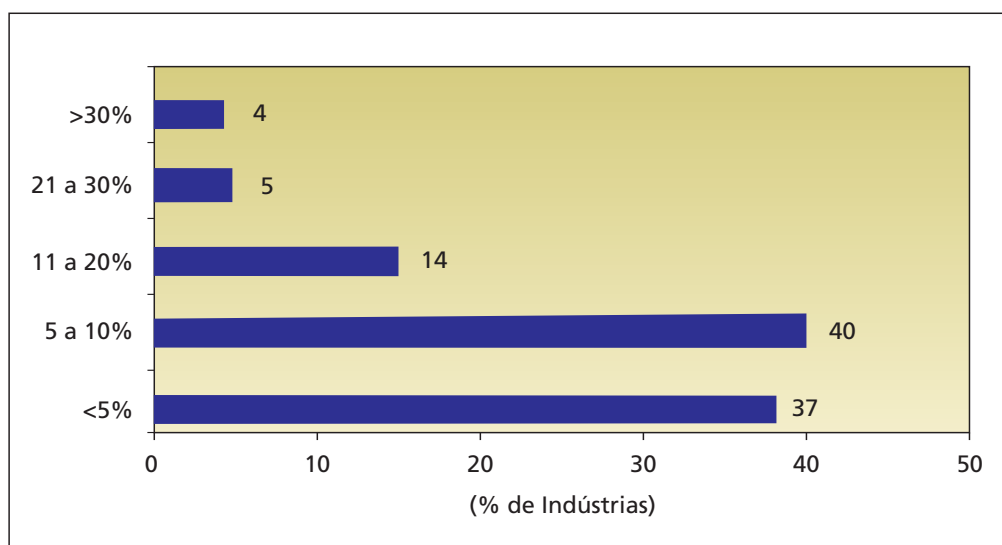
No que se refere ao fornecimento de energia elétrica segundo tarifas, 27% das indústrias pesquisadas se enquadraram como consumidores convencionais e 71% horosazonais, sendo 54% Verde e 17% Azul. Os consumidores livres representaram apenas 2% do total pesquisado.



**Percentual de indústrias por tarifa de fornecimento.**

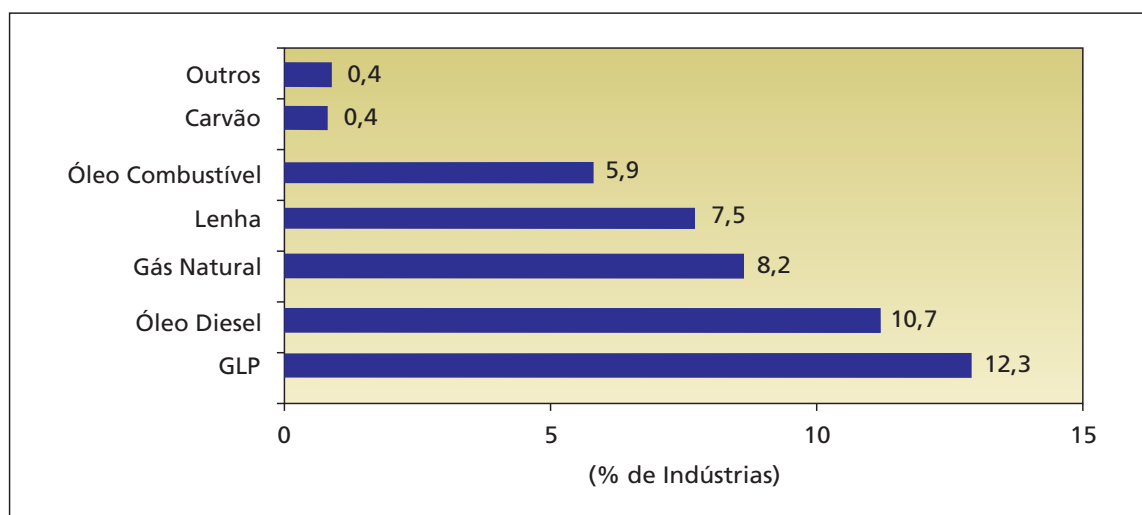
A participação do custo da energia elétrica nos custos de produção das indústrias determina, em parte, a propensão a investir em medidas de eficiência energética. Entre as empresas nas quais a participação nos custos é inferior a 5%, a maioria geralmente não adota medidas de eficiência. A participação das que adotam, no entanto, torna-se majoritária, na medida em que os custos com energia passam a ser mais significativos. O gráfico, a seguir, apresenta os dados consolidados sobre os custos com

energia elétrica informados pelas indústrias, ressaltando que 39,1% das indústrias pesquisadas não souberam ou não responderam à questão.



**Participação % da energia elétrica no custo total.**

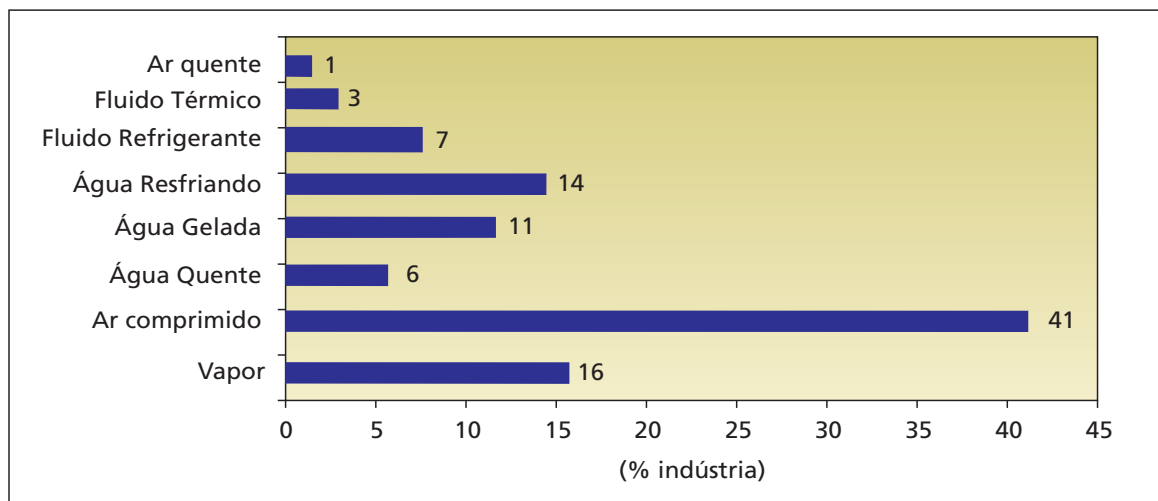
O gráfico, a seguir, apresenta a utilização de outros energéticos primários pelas indústrias. Observa-se a predominância do GLP com 12,3% das indústrias, vindo em seguida o óleo diesel com 10,7% e o GN com 8,2%. É importante notar a participação da lenha como energético industrial em 7,5% das indústrias pesquisadas; os setores que mais se utilizam desse energético são o de alimentos e bebidas e de produtos minerais não-metálicos.



**Percentual de indústrias por energético utilizado.**



No que se refere às utilidades industriais, a predominante no setor industrial é o ar comprimido, presente em 41% das indústrias, seguido pelo vapor e pela água de resfriamento com 16% e 14% respectivamente. Vale ressaltar que das indústrias que utilizam vapor, 13% produzem o mesmo por meio da eletricidade e apenas 8% possui cogeração; a maior concentração de indústrias com essa prática é no setor de alimentos e bebidas.



**Percentual de indústrias por utilidades.**

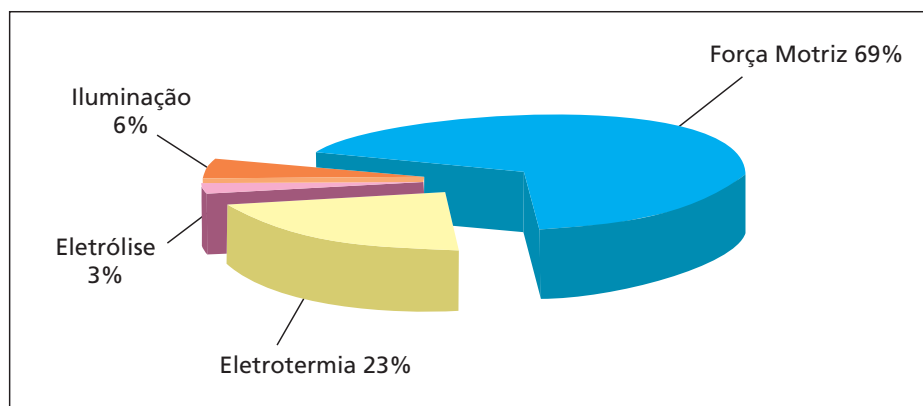
Outras informações relativas ao sistema elétrico das indústrias:

- Apenas 3,3% das indústrias são autogeradoras.
- Das que possuem geração própria, 37,5% fazem cogeração.

Cerca de 60% das indústrias informaram fazer algum tipo de análise do uso da energia. A forma mais comum de análise é a global da instalação, feita por 41% das indústrias. Outros 56% afirmaram que são estabelecidas e cobradas metas para o uso da energia.

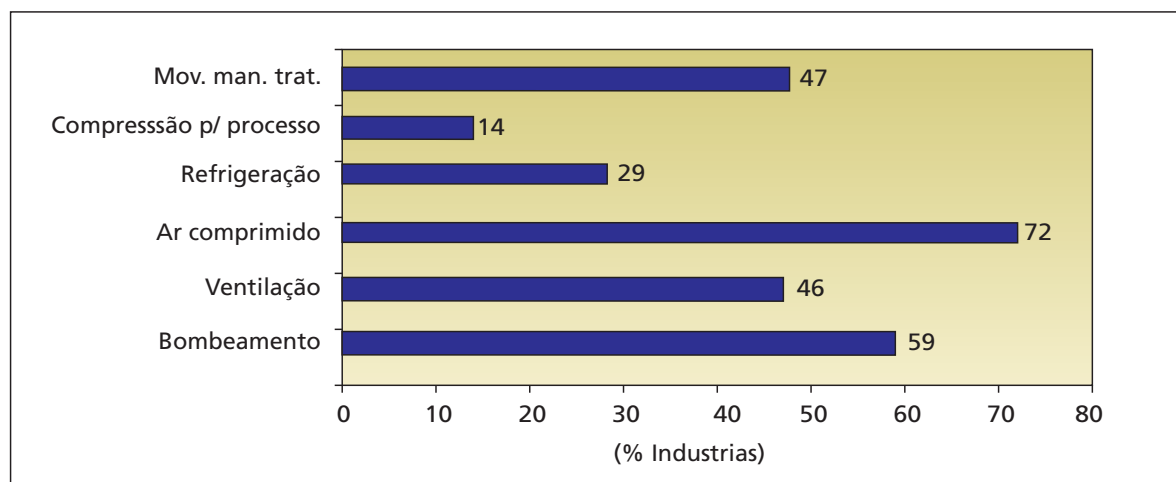
Cerca de 28% das indústrias informaram ter a intenção de implantar projetos de eficiência energética na instalação. Desses, 72% afirmaram que utilizariam recursos próprios para tal, enquanto que 16% disseram que só utilizariam recursos de outros para implantação.

Com base nas informações obtidas sobre os equipamentos e sistemas existentes nas instalações (quantidades, capacidades, regime de funcionamento etc.), confirmou-se que a força motriz é o principal uso final no setor industrial, vindo, em seguida, a eletrotermia, conforme distribuição apresentada no gráfico a seguir.



**Distribuição do Consumo por Uso Final.**

Em termos de sistemas motrizes, os mais encontrados nas instalações industriais pesquisadas foram os sistemas de ar comprimido e vácuo, presentes em 72% das indústrias, seguido pelos sistemas de bombeamento com 59%, de movimentação, manuseio e tratamento com 47% e de ventilação com 46%.



#### Percentual de indústrias que dispõe de sistemas motrizes.

Algumas informações relativas aos principais sistemas motrizes das indústrias:

- 32% dos sistemas de ar comprimido possuem perdas estimadas de 5 a 10%, 9% na faixa de 10 a 15% e 8% entre 15 a 30%.
- 27% dos sistemas de ar comprimido possuem uma perda estimada de 5 a 10% devido à má isolamento e 8% na faixa de 10 a 15%.
- Apenas em 2,4% dos sistemas de ar comprimido é realizada alguma forma de recuperação de calor do processo de compressão.
- 76% dos sistemas de bombeamento e 82% dos sistemas de ventilação, insuflamento e exaustão têm como forma de controle o liga-desliga.
- Apenas 2% dos sistemas de bombeamento e dos sistemas de ventilação, insuflamento e exaustão se utilizam de inversores de frequência.
- Apenas 2,2% dos sistemas de refrigeração fazem alguma forma de recuperação de calor do processo de compressão.

Os sistemas de eletrotermia, compostos por equipamentos que utilizam eletricidade para produção de calor (fornos, estufas, aquecedores e caldeiras) e que foram encontrados em 39% das indústrias, em 91% desses casos são utilizadas resistências elétricas.

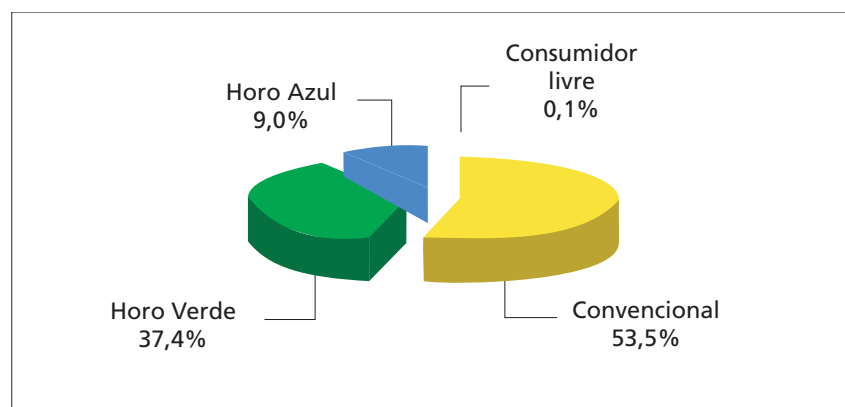
Quanto aos sistemas de iluminação, responsáveis por cerca de 6% do consumo industrial, na maioria dos casos são constituídos por lâmpadas fluorescentes tubulares para iluminação das áreas administrativas (76% dos casos) e das áreas internas industriais (59% das instalações). Já nas áreas externas das indústrias as lâmpadas de vapor de mercúrio e mista são a maioria, com utilização de 28,3% e 26% respectivamente. Por fim, na área externa viária predominam as lâmpadas de vapor de sódio, presentes em 37,1% dos casos, vindo, em seguida, as lâmpadas mistas com 25,8%.

No que diz respeito ao racionamento de energia de 2001, 54% das indústrias pesquisadas declararam ter participado do mesmo, adotando medidas para o cumprimento de metas de redução de 15%, 20% e 25% do consumo de energia. Dentre as medidas adotadas, foram apontadas principalmente as medidas de alteração da produção, de geração própria e de gerenciamento energético por respectivamente 42%, 37% e 36% das indústrias que disseram ter participado do racionamento.

Não obstante, questionadas sobre a possibilidade atual de reduzir o consumo de energia, mantendo o nível de atividade, cerca de 21% das unidades admitiram a possibilidade de uma redução de consumo entre 5% e 10%, enquanto que outros 12% afirmaram ser possível reduzir acima de 10%, contra 25,5% que não admitiram possibilidade nenhuma de redução. Cerca de 40% não souberam ou não responderam a essa questão.

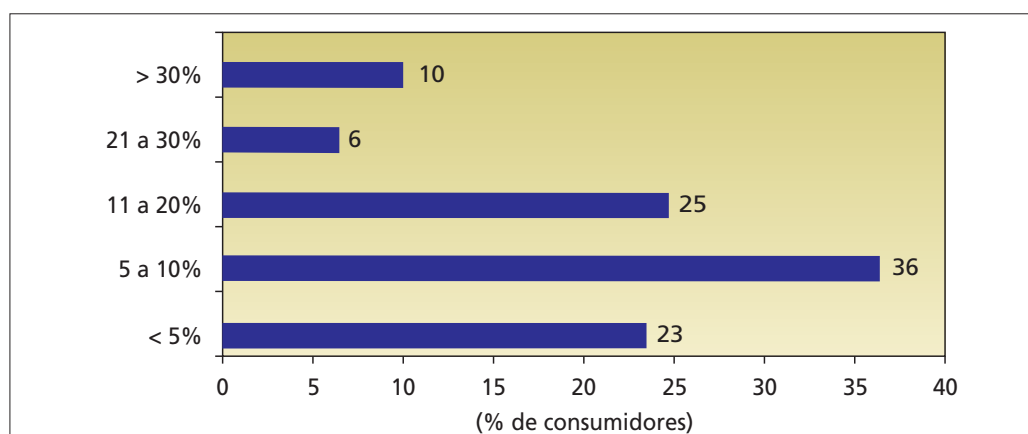
### 3.3.2. Classe Comercial

No que se refere ao fornecimento de energia elétrica segundo tarifas, 53,5% das unidades pesquisadas se enquadraram como consumidores convencionais e 46,4% como horosazonais, sendo 37,4% horosazonais verde e 9,0% horosazonais azul. Apenas um estabelecimento declarou ser consumidor livre.



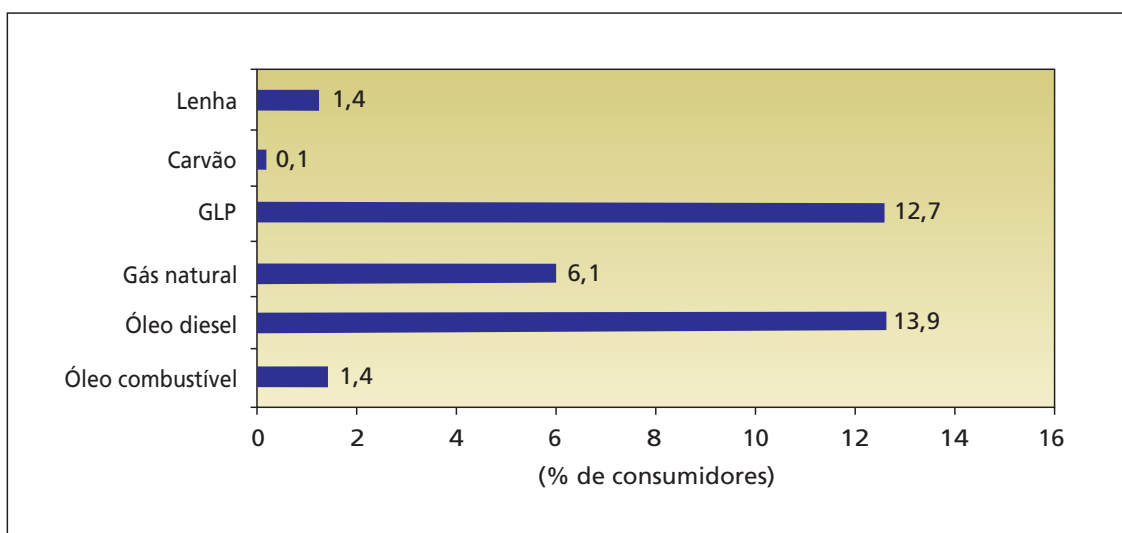
**Percentual de Consumidores por Tarifa de Fornecimento.**

A participação do custo da energia elétrica no custo total das empresas determina, em parte, a propensão a investir em medidas de eficiência energética. O gráfico, a seguir, apresenta os dados consolidados sobre os custos com energia elétrica informados pelas empresas. Na média das respostas obtidas, o custo com energia elétrica representa cerca de 14% do custo total das empresas.



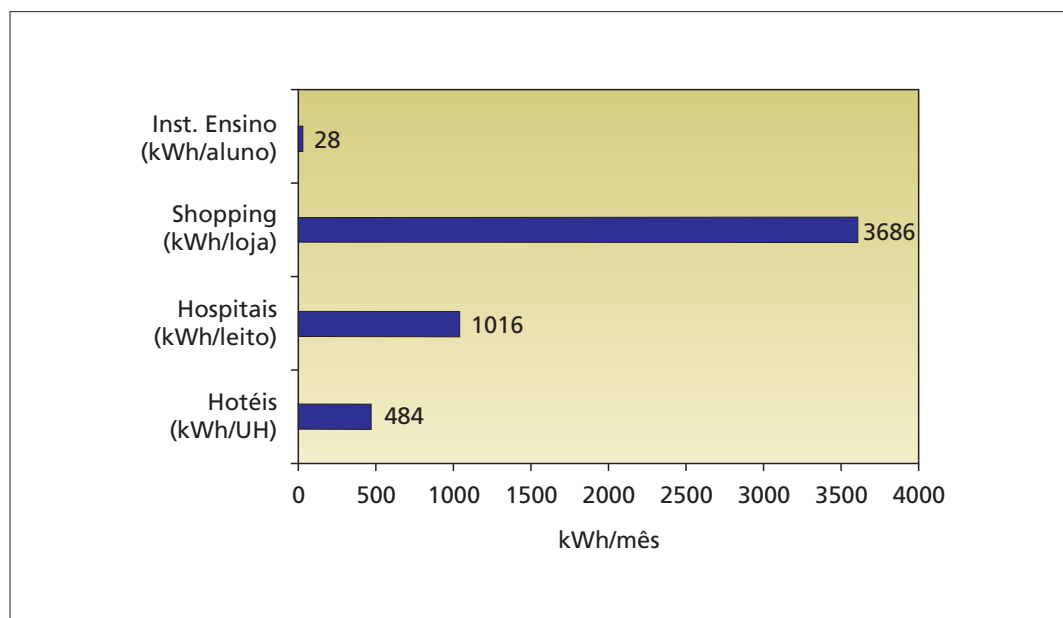
**Participação % da Energia Elétrica no Custo Total.**

Depois da eletricidade, os energéticos mais utilizados pelos consumidores comerciais são o óleo diesel e o GLP, citados por respectivamente 13,9% e 12,7% dos consumidores, conforme pode ser visto no gráfico a seguir.

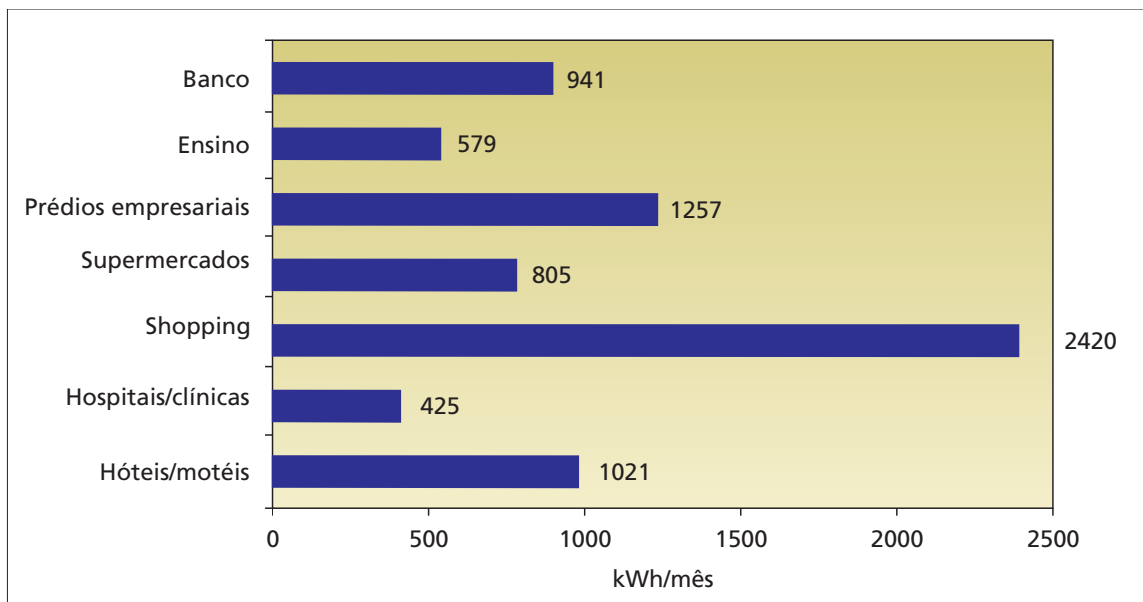


**Percentual de Consumidores por Energéticos Utilizados.**

Não obstante a pesquisa tenha procurado identificar o consumo associado a sistemas e equipamentos específicos, para que se pudesse, a partir daí, identificar o potencial de economia de energia associado, foram também levantados índices energéticos para a avaliação do desempenho energético do setor como um todo, conforme apresentado nos gráficos a seguir. A comparação de índices setoriais com índices de referência mundiais seria, sem dúvida, uma forma de se estimar o potencial de economia de energia.

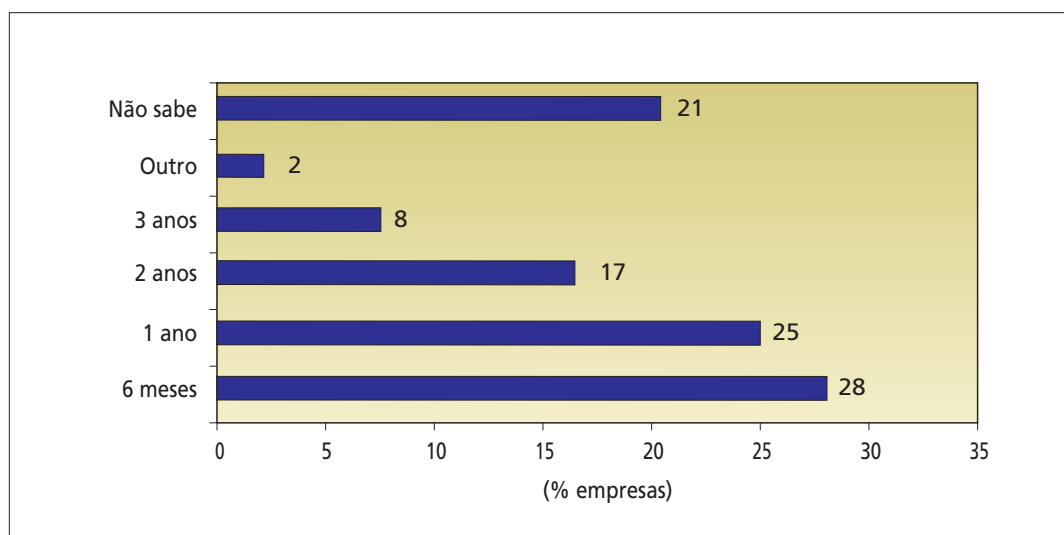


**Consumo Mensal de Energia por Capacidade da Instalação.**



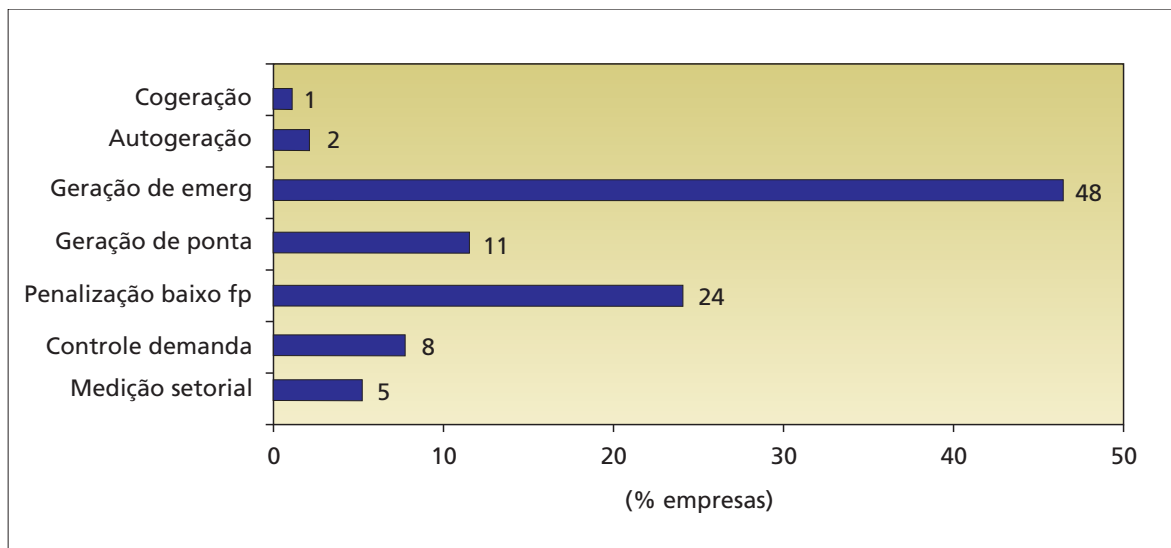
#### Consumo Mensal de Energia por Funcionário.

A melhoria da eficiência energética foi colocada entre as duas prioridades para a instalação por 65% das empresas pesquisadas, considerando alternativas de ampliação ou reforma das instalações e aquisição de novos equipamentos, entre outras. Entretanto, questionadas sobre o tempo de retorno simples considerado razoável para a implantação de projetos de eficiência energética, 28% consideraram até 6 meses e outros 25% afirmaram que 01 ano seria um tempo de retorno simples razoável. Já o período de 02 anos foi indicado por 17% dos consumidores como tempo necessário para recuperação dos investimentos e cerca de 21% dos entrevistados não souberam responder, conforme gráfico a seguir.



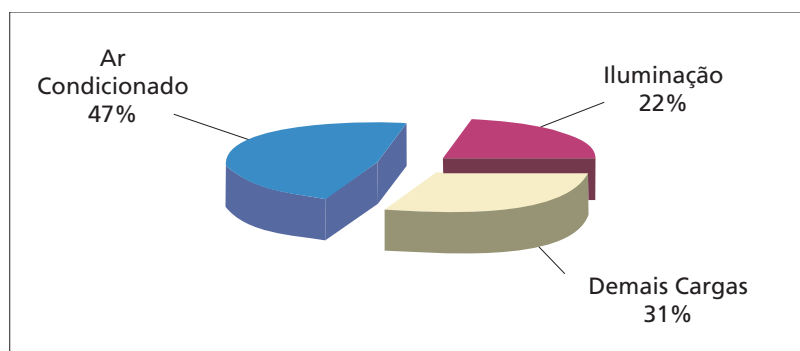
#### Percentual de empresas por tempo de retorno para projetos de eficiência energética.

No gráfico a seguir são apresentadas outras informações sobre as unidades pesquisadas. Cerca de 48% das empresas informaram possuir geração de emergência e somente 11% indicaram gerar sistematicamente no horário de ponta com o gerador de emergência, estando concentradas principalmente no segmento de supermercados. A punição por reativos excedentes foi indicada por surpreendentes 24% dos consumidores.



#### Outras Informações relativas ao Sistema Elétrico das Empresas.

Olhando-se do lado dos usos finais, as maiores participações na estrutura de consumo do setor comercial referem-se ao Condicionamento Ambiental e à Iluminação, variando de 50% a mais de 70% do consumo total do setor, dependendo do segmento. Na média da pesquisa, esses dois usos finais responderam por 69% do consumo do setor comercial, conforme gráfico a seguir.

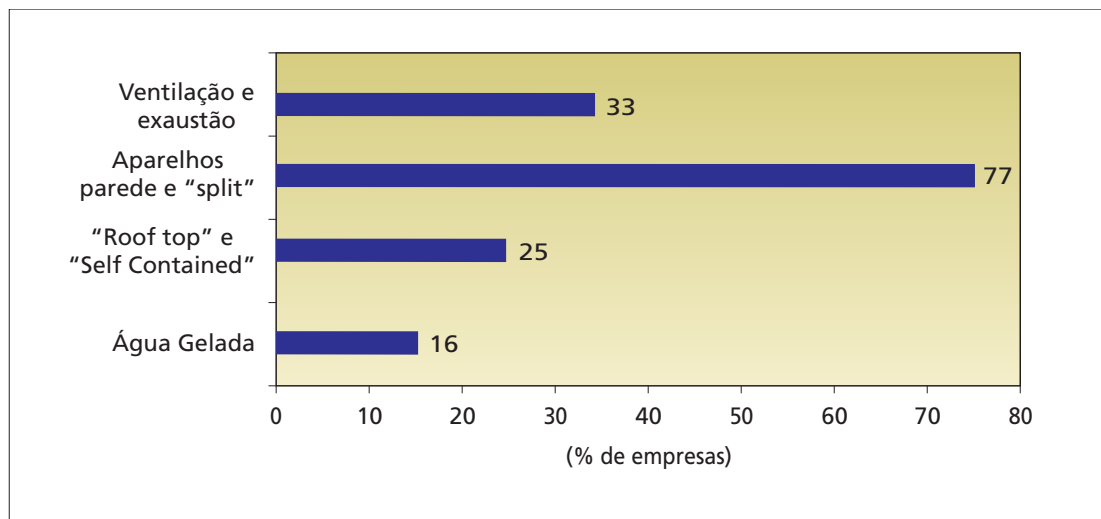


#### Distribuição do Consumo por Uso Final.

O Condicionamento Ambiental é uma fonte potencial de economia de grande importância em instalações comerciais, mediante a combinação da redução da carga térmica, aliada ao uso de tecnologias eficientes de geração de frio e melhor controle dos sistemas. Compressores mais eficientes e sistemas de armazenamento térmico (termoacumulação) podem ser atraentes em grandes instalações comerciais, como é o caso dos shopping centers, supermercados, hospitais e hotéis.

Entretanto, apenas 14% das instalações pesquisadas afirmaram possuir termoacumulação associada ao sistema de água gelada, que, por sua vez, só foi encontrado em 16,2% das empresas pesquisadas. Ainda, de acordo com a pesquisa, somente 6% fazem recuperação do calor do processo de compressão do sistema de água gelada e apenas 2% dos sistemas de bombeamento de água gelada (BAG's) e de água de condensação (BAC's) se utilizam de inversores de frequência.

No que se refere aos tipos de sistemas de climatização, no geral, os sistemas individuais de parede e/ou *split* foram os mais encontrados nas instalações comerciais (76,6%), conforme gráfico a seguir.



#### Percentual de empresas que dispõem de sistemas de ar condicionado e/ou ventilação.

Como foi visto, no setor comercial a Iluminação costuma ser responsável pela segunda maior parte do consumo de energia elétrica, possibilitando as maiores reduções por ações de eficiência energética. É possível atingir economias da ordem de 60%, sendo também na iluminação que se obtêm resultados com mais facilidade.

Segundo os resultados da pesquisa, na maioria dos casos, os sistemas de iluminação são constituídos por lâmpadas fluorescentes tubulares para iluminação das áreas internas (72,5% dos casos) e das áreas externas (28% das instalações).

#### Quadro Iluminação predominante por tipo de área (%)

Tipo de Lâmpada	Interna	Externa	Total
Incandescente	8,5	10,7	9,4
Fluorescente compacta	15,8	11,8	14,1
Dicrónica	1,4	0,8	1,2
Fluorescente tubular	72,5	27,7	54,0
Mista	0,1	13,4	5,6
Vapor mercúrio	0,2	14,0	5,9
Vapor sódio	0,1	9,0	3,8
Vapor metálico	0,8	9,5	4,4
Outra	0,5	3,1	1,6
Total	100,00	100,00	100,00

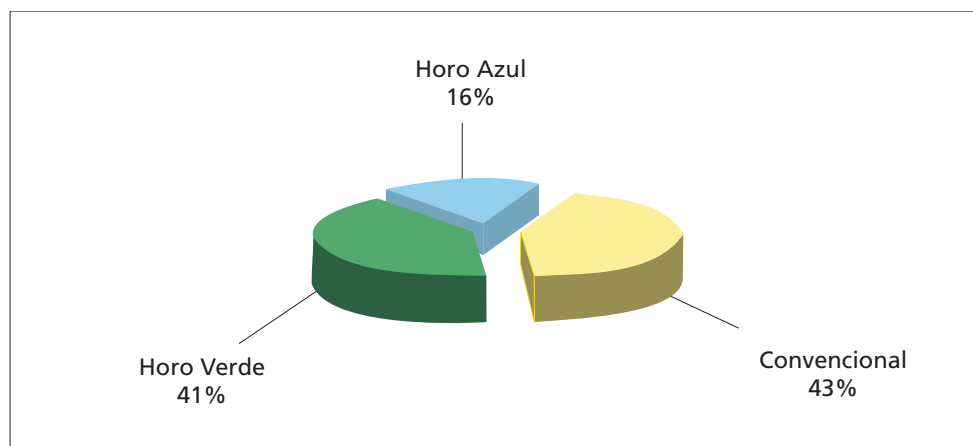
Quanto aos demais sistemas consumidores, 72% das empresas possuem sistemas de bombeamento de água, com controle "liga-desliga" em 58% dos casos e através de inversores em apenas 1,5%. Outros 14% possuem sistemas de eletrotermia, com utilização de resistência em 97% dos casos.

No que diz respeito ao racionamento de energia de 2001, cerca de 60% das unidades comerciais pesquisadas declararam terem participado do mesmo, adotando medidas para o cumprimento das metas de redução de consumo de energia. Dentre as medidas adotadas, foram apontadas principalmente as medidas de gerenciamento energético (ações gerenciais relacionadas com a melhoria da disciplina operacional) e de eficiência energética por respectivamente 61% e 31% das empresas que disseram ter participado do racionamento.

Não obstante, questionadas sobre a possibilidade atual de reduzir o consumo de energia, mantendo o nível de atividade, 34,4% dos entrevistados não souberam responder a essa questão. Dos 65,6% que responderam a essa pergunta, 40,3% não acreditam ser possível reduzir o consumo de energia mantendo o nível de atividade. Por outro lado, 59,7% desses entrevistados admitiram a possibilidade de redução de consumo, com destaque para a faixa de 5 a 10%, que foi declarada por 33,3% das empresas.

### 3.3.3. Prédios Públicos

Considerando-se o fornecimento de energia elétrica segundo tarifas, 43% dos prédios públicos pesquisados se enquadraram como consumidores convencionais e 57% como horosazonais, sendo 41% horosazonais verde e 16% horosazonais azul.



**Percentual de consumidores por tarifa de fornecimento.**

Depois da eletricidade, o energético mais utilizado nos prédios públicos é o Óleo Combustível, citado por 18,6% dos consumidores. Os demais energéticos, como o Óleo diesel e o Gás natural, foram informados por respectivamente 11,8% e 13,7% das unidades da amostra pesquisada.

Nos itens, a seguir, são apresentadas outras informações sobre os prédios públicos pesquisados.

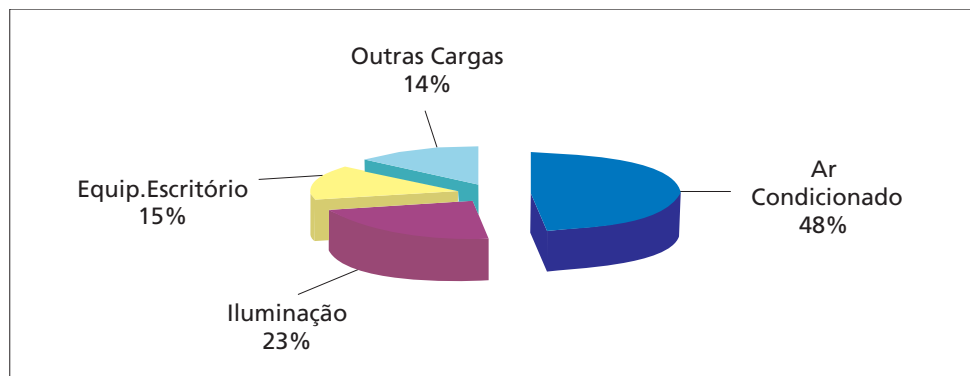
Cerca de 50% dos prédios possuem geração de emergência, porém somente 5% geram sistematicamente no horário de ponta.

A punição por reativos excedentes foi indicada por um percentual relativamente alto de consumidores (45%).

- O fator de carga médio dos prédios públicos pesquisados é de 40%.
- Cerca de 22% dos prédios possuem CICE montada.
- 48% realizam alguma avaliação da utilização da energia na instalação.
- 52% colocam a melhoria da eficiência energética entre as duas prioridades para o prédio.

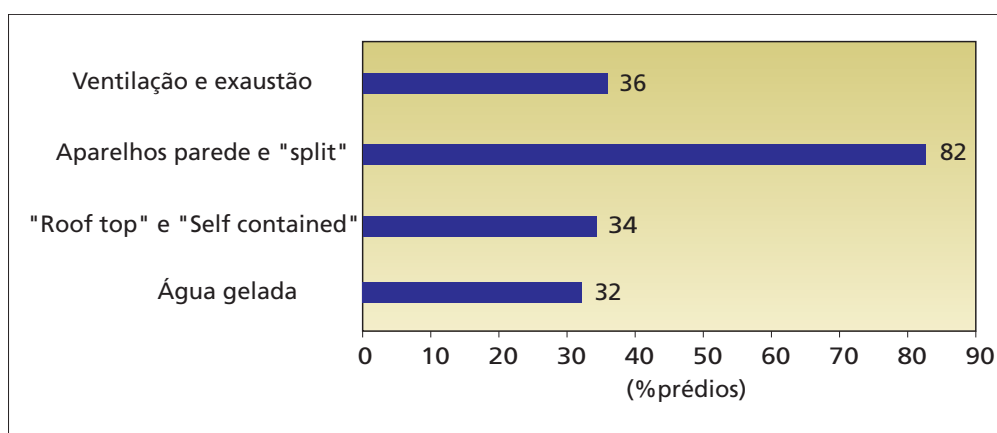
Com base nas informações obtidas sobre os equipamentos e sistemas existentes nas instalações prediais (quantidades, capacidades, regime de funcionamento etc.), verifica-se que os principais usos finais estão relacionados com a climatização, iluminação e equipamentos de escritórios, responsáveis, juntos, por cerca de 86% do consumo de energia dos prédios públicos. Os 14% restantes estão associados à energia consumida principalmente nos sistemas de bombeamento de água e de transporte vertical.





#### Distribuição do Consumo por Uso Final.

No que se refere aos tipos de sistemas de climatização, no geral, os sistemas individuais de parede e/ou *split* foram os mais encontrados nas instalações dos prédios públicos (82%), conforme gráfico a seguir.



#### Percentual de prédios que dispõem de sistemas de ar condicionado e/ou ventilação.

No que se refere aos sistemas de iluminação, predomina a utilização de lâmpadas fluorescentes tubulares para iluminação das áreas internas dos prédios públicos (88% dos casos) e das lâmpadas de vapor de sódio e mistas para as áreas externas, respectivamente 25% e 24% dessas áreas.

#### Quadro Iluminação predominante por tipo de área

Tipo de Lâmpada	Interna	Externa	Total
Incandescente	3,3	8,3	5,5
Fluorescente compacta	8,8	2,8	6,1
Fluorescente tubular	87,9	12,5	54,6
Mista	0,0	23,6	10,4
Vapor mercúrio	0,0	11,1	4,9
Vapor sódio	0,0	25,0	11,0
Vapor metálico	0,0	9,7	4,3
Outra	0,0	7,0	3,2
Total	100,0	100,0	100,0

No que diz respeito ao racionamento de energia de 2001, cerca de 56% dos prédios públicos pesquisados declararam que participaram do mesmo, adotando medidas para o cumprimento da meta de 25% de redução de consumo de energia elétrica. Dentre as medidas adotadas, foram apontadas principalmente as medidas de geração própria, alteração da jornada de trabalho e de gerenciamento energético (ações gerenciais relacionadas com a melhoria da disciplina operacional) por respectivamente 79%, 25% e 19% dos prédios públicos que participaram do racionamento.

Questionados sobre a possibilidade atual de redução de consumo, sem afetar o nível de atividade, 34,3% dos entrevistados não souberam responder a essa questão. Dos 65,7% que responderam a essa pergunta, 20,9% não acreditam ser possível reduzir o consumo de energia mantendo o nível de atividade. Por outro lado, 79,1% desses entrevistados admitiram a possibilidade de redução de consumo, com destaque para a faixa de 5 a 10%, que foi declarada por 44,8% dos prédios.

### 3.4. Sinpha

SINPHA NET é uma versão para a Internet do já conhecido sistema (Sinpha 2.0) no meio, construído para a Eletrobrás/Procel apresentar os indicadores obtidos a partir dos dados das Pesquisas de Posse e Hábitos de Consumo de Energia – PPH, e possibilitar fornece uma série de análises dos dados para vários itens como:

- Condições de moradia.
- Condições socioeconômicas.
- Fornecimento de energia elétrica.
- Iluminação.
- Eletrodomésticos.
- Cruzamento dos dados da pesquisa.
- Simulações da curva de carga e do impacto de projetos de substituição de lâmpadas.

A seguir, ilustrações retiradas do Site da Eletrobrás/Procel que mostram como acessar o Sinpha Net a partir do Portal PROCEL INFO, bem como algumas telas ilustrativas específicas do Sinpha:

Ministério de Minas e Energia Destques do governo

cadastro | dúvidas | fale conosco | links | mapa do site

**PROCEL INFO**  
CENTRO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Email:  Senha:   [esqueci a senha](#)

**Biblioteca**  
Faça buscas nas bibliotecas da Eletrobrás, do PROCEL e do CEPEL

**Eventos**  
Tudo que está acontecendo em eficiência energética numa única agenda

**Guia On-Line de M&V**  
Acesse o **Guia On-line de Medição e Verificação** e saiba como desenvolver um plano para comprovar os resultados de projetos de eficiência energética, de acordo com o Protocolo Internacional de M&V

**noticias**

**12.12.2007** - Hotel Emily Morgan, nos EUA, implanta em seu estabelecimento com um novo sistema de elevadores que corta o consumo de eletricidade pela metade

**12.12.2007** - Incorporação de Leds em projetos de grandes prédios públicos, como universidades, poderiam contribuir significativamente na redução do consumo de energia

**12.12.2007** - Eletrobrás e a Bandeirante Energia assinam três novos contratos para implementação de melhorias na iluminação pública dos municípios de Taubaté, Suzano e Guarulhos, em São Paulo

[Veja mais](#)

**cadastre-se**  
Quer receber uma Newsletter diária sobre eficiência energética? Participar de fóruns e chats? Fazer downloads? É fácil, rápido e gratuito!  
[Cadastre-se agora!](#)

**publicações**  
Acesse aqui o **Relatório da Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Uso - Classe Residencial**  
[Acesse já!](#)

**reportagem**  
Procel Info completa um ano como referência em informação sobre eficiência energética e lança Guia on-line de M&V  
[Veja mais](#)

**Patrocinadores:**  
Global Environment Facility  
**Eletrobrás**

**Apoio:**  
**PROCEL**  
PINUD

- Amostra
- Bens de consumo
- Condições de moradia
- Condições sócio-econômicas
- Energia elétrica
- Iluminação
- Serviços públicos
- Simuladores
- Glossário
- Sobre o SINPHA

Alternar Regiões/Empresa:

Ano de referência:

## Bem Vindo

Região/Empresa: **BRASIL** | Ano de referência: **2005**

O Sistema de Informação de Posses e Hábitos de Uso de Aparelhos Elétricos - SINPHA, foi desenvolvido para apresentar os indicadores obtidos a partir dos dados das Pesquisas de Posse e Hábitos de Consumo de Energia - PPH, e possibilitar cruzamentos dos dados da pesquisa, simulações da curva de carga e do impacto de projetos de substituição de lâmpadas.

Estão disponíveis no SINPHA os indicadores do segmento residencial baixa tensão das pesquisas realizadas pela Eletrobrás/Procel nos anos de 1997 e 2005. As informações são exibidas em termos absolutos e percentuais e, sempre que possível, é feita a expansão para a população correspondente. Os resultados podem ser visualizados em gráficos e tabelas.

Os dados agregados em regiões e Total Brasil de 2005, são de livre acesso para todos os usuários; os dados específicos das concessionárias de distribuição de energia de 1997 e 2005, só são acessados por pessoas autorizadas pelas mesmas.

### Como utilizar:

1. No menu superior:

- 1.1. Selecione a região/empresa
- 1.2. Selecione o ano da pesquisa entre os disponíveis para a região/empresa selecionada

- Amostra
- Bens de consumo
- Condições de moradia
- Condições sócio-econômicas
- Energia elétrica
- Iluminação
- Serviços públicos
- Simuladores
- Glossário
- Sobre o SINPHA

Alternar Regiões/Empresa:

Ano de referência:

## Número de domicílios

Região/Empresa: **BRASIL** | Ano de referência: **2005**

Nas tabelas e gráficos abaixo são exibidas, em valores absolutos e percentuais, distribuídas de acordo com as faixas de consumo, as informações relativas ao número de domicílios existentes na área coberta pela pesquisa.



### Tabela de Valores Absolutos

	Faixas						Total
	1	2	3	4	5	6	
Domicílios	656	952	1.331	722	402	247	4.310

Legenda - Faixas	
1	0-50 kWh
2	51-100 kWh
3	101-200 kWh
4	201-300 kWh
5	301-500 kWh
6	>500 kWh



### Tabela de Valores Percentuais



### Gráfico de Valores Absolutos



Estão disponíveis no Site SINPHA NET (<http://www.eletrobras.com/pci>) os indicadores do segmento residencial baixa tensão das pesquisas realizadas pela Eletrobrás/Procel nos anos de 1997 e 2005. As informações são exibidas em termos absolutos e percentuais e, sempre que possível, é feita a expansão para a população correspondente. Os resultados podem ser visualizados em gráficos e tabelas.

Os dados agregados em regiões e total Brasil de 2005, são de livre acesso para todos os usuários; os dados específicos das concessionárias de distribuição de energia de 1997 e 2005, só são acessados por pessoas autorizadas pelas mesmas.

SISTEMA: Desenvolvido em Microsoft Visual InterDev (VB Script) e Bancos de Dados SQL Server

## 4. POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

### 4.1. Setor Residencial

#### 4.1.1. Análise Setorial

O Setor Residencial Brasileiro é formado por um grupo bastante heterogêneo de consumidores, principalmente no que se refere ao perfil de posse e uso de eletrodomésticos. Isso pode ser, em parte, explicado pelas variações de renda familiar – que exercem grande influência nos hábitos de consumo de energia elétrica dos domicílios – e pela diversidade climática (em função da grande expansão territorial).

A avaliação do potencial de conservação de energia elétrica no *Setor Residencial* iniciou-se pela definição de um indicador para o *consumo elétrico específico*, definido como a razão entre a quantidade de energia elétrica requerida e a *unidade de avaliação* (UA) considerada para o setor. Assim, para o *Setor Residencial*, foi adotado o consumo mensal em kWh por domicílio.

O *Setor Residencial* foi dividido em diferentes subsetores, com a finalidade de se obter um melhor detalhamento na análise, dada a maior desagregação setorial. A subdivisão adotada, cujo critério é o consumo específico médio das famílias, procurou considerar grupos mais homogêneos quanto aos padrões de consumo de energia elétrica. São considerados quatro grupos de consumo (grupos I, II, III e IV) para cada uma das cinco regiões geográficas, totalizando-se vinte subsetores. Tal estratificação tem como base a Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e de Hábitos de Consumo, de 2004, realizada pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio, 2005). Os subsectores considerados foram os seguintes:

- Centro-Oeste I; Centro-Oeste II; Centro-Oeste III; Centro-Oeste IV.
- Nordeste I; Nordeste II; Nordeste III; Nordeste IV.
- Norte I; Norte II; Norte III; Norte IV.
- Sudeste I; Sudeste II; Sudeste III; Sudeste IV.
- Sul I; Sul II; Sul III; Sul IV.

Os limites de cada grupo de consumo são mostrados a seguir:

- Grupo I: consumo médio mensal entre 0-100 kWh/mês/residência.
- Grupo II: consumo médio mensal entre 101-200 kWh/mês/residência.
- Grupo III: consumo médio mensal entre 201-300 kWh/mês/residência.
- Grupo IV: consumo médio mensal maior do que 300 kWh/mês/residência.

O consumo médio mensal faturado das famílias, em cada subgrupo, pode ser observado na Tabela 1. Há que se ressaltar que o **consumo faturado** refere-se apenas ao consumo medido pela distribuidora de energia, pelo qual esta é remunerada, estando desconsideradas as perdas comerciais (furto) e técnicas de energia elétrica.

**Tabela 1** Consumo faturado médio, por subsetor, em quilowatts-hora/mês (kWh/mês)

Grupos de consumo	Brasil	CO	NE	N	SE	S
Grupo 1	59,24	57,06	54,99	54,34	64,10	62,42
Grupo 2	146,72	135,54	133,55	140,18	154,90	140,21
Grupo 3	235,58	242,04	240,40	242,88	233,71	235,82
Grupo 4	497,84	482,61	573,83	595,81	482,40	462,57



O consumo médio mensal faturado para cada subsetor foi calculado a partir da consolidação dos valores fornecidos pelas principais distribuidoras<sup>4</sup> de cada região, considerando o número de clientes e a quantidade total de energia fornecida a cada uma dessas quatro faixas de consumo de energia elétrica.

A renda média (em salários mínimos), representativa de cada subsetor, pode ser observada na Tabela 2. Observa-se que, em linhas gerais, há uma correlação entre consumo de energia e classes de renda, ou seja, o maior consumo de energia ocorre em domicílios cujo poder aquisitivo é maior.

**Tabela 2 Renda média, por grupo de consumo, em salários mínimos (referentes a 2004)**

Grupos de consumo	Brasil	CO	NE	N	SE	S
Grupo 1	2,30	2,68	1,91	1,85	2,92	2,06
Grupo 2	3,52	3,27	2,82	2,04	4,19	2,44
Grupo 3	4,57	4,57	3,64	2,75	5,24	2,70
Grupo 4	5,97	7,35	4,88	3,87	6,67	3,46

**Fonte:** Elaboração própria, a partir dos dados da PUC-Rio (2005)

Este trabalho concentrou-se na análise de quatro principais usos finais de energia elétrica analisados: iluminação, aquecimento de água, refrigeração de alimentos e condicionamento térmico. A seguir, far-se-á uma breve explicação sobre os procedimentos tomados na análise de cada uso.

#### **Iluminação (equipamento: lâmpada)**

A iluminação é extremamente relevante no consumo de energia elétrica e demanda de potência no setor residencial correspondendo à utilização de lâmpadas incandescentes apesar da significativa substituição destas por lâmpadas fluorescentes compactas<sup>5</sup>.

#### **Aquecimento de água (equipamento: chuveiro elétrico)**

Para o uso de aquecimento de água, a partir da base de dados da PUC-Rio (2005), foram determinados os modelos médios de chuveiro elétrico para cada subsetor, bem como informações sobre: idade, posse e potência média do equipamento. A potência nominal do chuveiro foi "corrigida" pela informação quanto à posição da chave, em "morno", "quente" e "desligado". Paralelamente, foram utilizadas informações dos relatórios regionais<sup>6</sup>, quanto ao *tempo médio de utilização* e à *posse de chuveiros* para o cálculo do consumo de energia elétrica para aquecimento de água.

#### **Refrigeração (equipamentos: refrigerador e freezer)**

Para o uso de refrigeração, a partir da base de dados da PUC-Rio (2005), foram determinados os modelos médios de refrigerador e *freezer* para cada subsetor, bem como informações sobre: idade média do equipamento, posse média, potência média e tempo médio de utilização diária. Com o cruzamento das informações como idade média e eficiência, estimou-se a eficiência dos equipamentos. Para refrigeradores e *freezers* admite-se uma curva de carga do tipo *flat* – considera-se um consumo constante ao longo do dia, com fator de carga de cerca de 40% da potência total.

#### **Condicionamento térmico (equipamento: condicionador de ar).**

Para os condicionadores de ar, a partir da base de dados da PUC-Rio (2005), foram determinados os modelos médios de ar condicionado para cada subsetor, bem como informações sobre: idade, posse e potência média do equipamento, além do tempo médio de utilização diária. Com o cruzamento das informações como idade média e eficiência, estimou-se a eficiência dos equipamentos. Calculou-se, por fim, um fator de correção sobre o consumo médio desses equipamentos, em função do grau de insolação da área onde estão instalados.

<sup>4</sup>No total, foram cobertas 21 concessionárias distribuidoras de energia elétrica no Brasil.

<sup>5</sup>Fato que se deve, sobretudo, ao racionamento de energia ocorrido em 2001. Essa substituição representou uma medida eficaz nas regiões afetadas.

<sup>6</sup>Relatório sobre a análise dos questionários aplicados em cada região (PUC-Rio, 2005).

### 4.1.2. Análise da metodologia e do modelo

A metodologia utilizada considera quatro cenários de evolução do consumo específico: Cenário Técnico; Cenário Econômico. Cenário de Mercado e Cenário sem Conservação. Para a realização deste estudo foi utilizado o *Modelo EPOCA* (Modelo de Estimativa de Potencial de Conservação de Energia Elétrica), estruturado em planilhas do MS Excel e elaborado ao longo das atividades de pesquisa desenvolvidas pelo Programa de Planejamento Energético (PPE) da COPPE/UFRJ.

O Modelo EPOCA tem como finalidade avaliar o potencial de conservação de energia elétrica pelo lado da demanda e pode ser aplicado em diferentes níveis de análise, apresentando uma grande flexibilidade de utilização. Além disso, a interligação existente entre os diferentes módulos permite a realização de várias simulações e a elaboração de diferentes cenários de conservação de energia elétrica. Sua principal característica é o fato de a avaliação do potencial de conservação de energia elétrica ser feita a partir de cenários de evolução de um *indicador* principal: o *consumo elétrico específico*.

Esse indicador pode variar, de acordo com a unidade física de referência e com o setor analisado. Assim, para o setor residencial, esse indicador pode ser representado por: [kWh/residência], [kWh/m²], [kWh/cômodo], [kWh/morador], entre outros. Para os demais setores, poder-se-ia utilizar, ainda, outros indicadores: [kWh/lâmpada], [kWh/motor], [kWh/fábrica], [kWh/tonelada de cimento], etc.

De forma simplificada, pode-se afirmar que, no modelo, a redução do consumo específico em um dado ano,  $RCE(t)$ , é obtida pela seguinte fórmula:

$$RCE(t) = PC \times PM(t) \times ME(t)$$

Na qual:

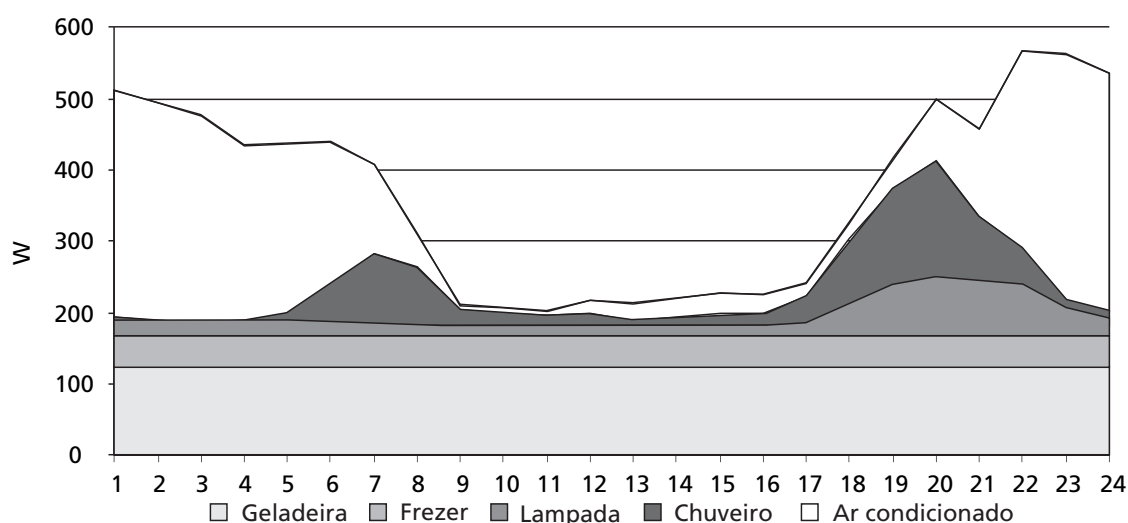
*PC*: participação da alternativa no consumo específico no ano de início do programa,

*PM(t)*: penetração da alternativa no mercado em um dado ano, e

*ME(t)*: melhoria de eficiência obtida com a introdução da alternativa em um dado ano.

As evoluções temporais da penetração da alternativa no mercado e da melhoria de eficiência obtida com a introdução da alternativa seguem curvas predeterminadas pelo usuário, podendo-se optar por curvas lineares ou logísticas, de acordo com as características de penetração de cada equipamento.

Para a avaliação do impacto da implementação das alternativas de conservação de energia e redução de potência no horário de ponta, a curva de carga para o setor avaliado é inserida no modelo, por meio de uma *discretização* horária da demanda de potência de uma residência média. A apresenta um exemplo de curva de carga para entrada no modelo.



**Figura 1**

Exemplo de curva de carga para o setor residencial.

**Fonte:** Elaboração própria, a partir dos dados da PUC-Rio (2005).

A redução efetiva no consumo de eletricidade depende da participação da alternativa no consumo de energia, na melhoria de eficiência e na penetração da alternativa no mercado. Esses parâmetros são definidos em função do cenário de conservação de energia elétrica que está sendo considerado. A metodologia utilizada considera quatro cenários de evolução do consumo específico, explicados a seguir.

### Cenário Técnico

O potencial associado a esse cenário é definido como o total de economia de energia elétrica resultante da combinação mais efetiva de alternativas mais eficientes de uso de energia elétrica, disponíveis em um ano base. Caracteriza-se pelo melhor desempenho possível em termos de eficiência elétrica, ou seja, os valores de PM(t) e ME(t) são os máximos atingíveis com as tecnologias disponíveis.

### Cenário Econômico

É determinado pelas restrições econômicas impostas às alternativas de maior eficiência elétrica, sendo definido como o total de economia de energia elétrica resultante de medidas de eficiência que apresente um efeito econômico positivo. Assim, considerando-se a idade média, a vida útil e a depreciação anual do equipamento existente, os valores de PM(t) e ME(t) apenas são considerados a partir do ano em que a razão benefício/custo supera a unidade. Para a análise de viabilidade de substituição de cada equipamento, foi considerada uma taxa única de desconto de 10% ao ano para todos os subse- tores, com base na redução na taxa de juros de empréstimo, para os segmentos de geração e transmissão de energia elétrica, realizada pelo BNDES (2006).

### Cenário de Mercado

Esse cenário assemelha-se, em grande parte, ao cenário anterior, porém, tenta-se aqui considerar, na avaliação econômica, a ótica de mercado, cujos critérios para a avaliação da viabilidade econômica de cada alternativa são mais rigorosos, buscando-se, inclusive, incorporar o custo de oportunidade dos recursos financeiros disponíveis.

Dessa forma, os seguintes critérios de análise de investimento podem ser adotados para cada uma das alternativas consideradas:

1. Valor presente líquido (VPL): o investimento na alternativa deve proporcionar um VPL igual ou superior a zero.
2. Tempo de retorno (Payback): o investimento na alternativa deve proporcionar um tempo de retorno do investimento igual ou inferior a um valor preestabelecido.
3. Razão benefício/custo: o investimento na alternativa deve proporcionar uma razão benefício/custo igual ou superior a um valor preestabelecido.

Desse modo, os valores de PM(t) e ME(t) também só são considerados a partir do ano em que a avaliação econômica da alternativa satisfaça o critério predeterminado. Para a análise de viabilidade de substituição no cenário de mercado, foram calculadas taxas de desconto referentes a cada um dos subsetores<sup>7</sup> (ver Tabela 3).

**Tabela 3** Taxas de desconto anuais (%) para o cenário de mercado

Cenário de mercado – taxas de desconto anuais (%), por subsetor						
Grupos de consumo	Brasil	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul
I	81	80	83	82	81	79
II	78	78	80	82	77	76
III	75	75	77	78	75	73
IV	72	68	74	73	72	69
Média	79	78	82	80	78	76

**Fonte:** Elaboração própria, a partir de BNDES (2006) e BACEN (2006).

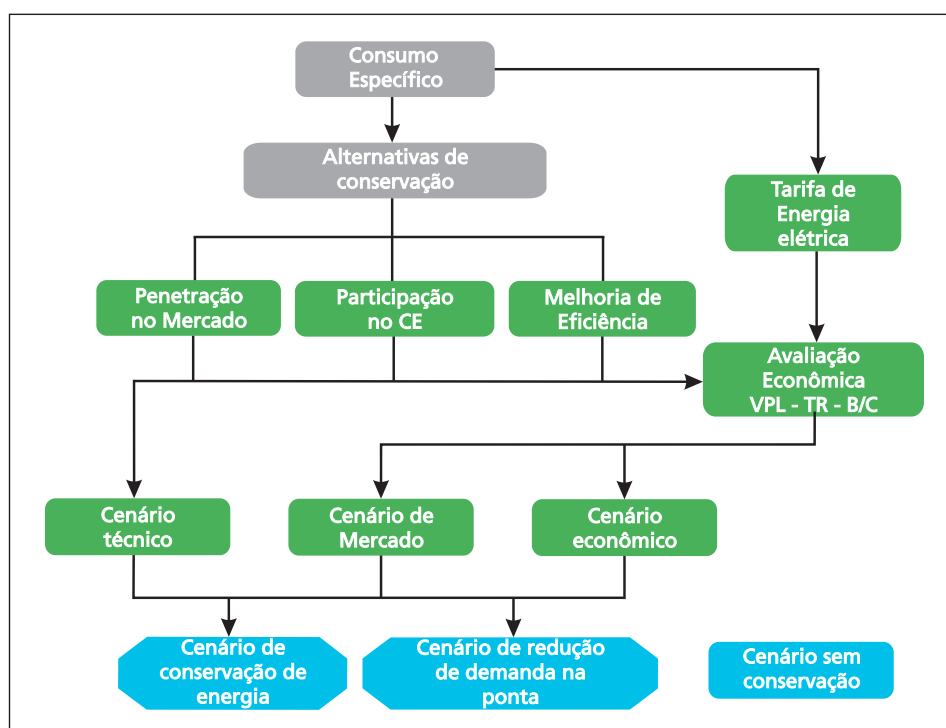
<sup>7</sup>Determinadas a partir de informações de taxas médias de juros e de taxas médias de custo de empréstimos (de bancos e instituições financeiras) (BACEN, 2006), ponderadas pelas propensões médias marginais a consumir e a poupar, para cada grupo de consumo (BNDES, 2006).



## Cenário Sem Conservação

Nesse cenário, não são projetados ganhos de eficiência em função da introdução de equipamentos ou processos eletricamente mais eficientes. Entretanto, é previsto um crescimento do consumo específico de energia elétrica, em função do aumento da saturação dos equipamentos.

A apresenta de forma simplificada a estrutura do modelo.

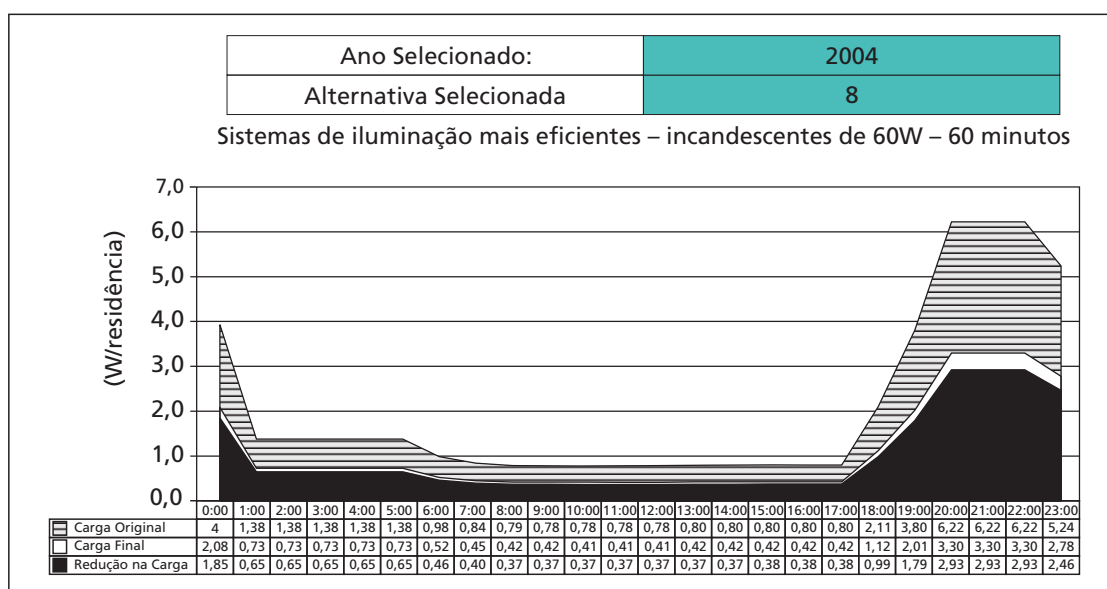


**Figura 2**

Estrutura do modelo computacional

**Fonte:** Elaboração própria

Dessa forma, o modelo permite avaliar tanto o impacto conjunto das alternativas de conservação de energia, como o impacto individual de cada alternativa. A apresenta, como exemplo, o impacto da substituição de lâmpadas incandescentes de 60W por lâmpadas fluorescentes compactas de 13W, por residência.



**Figura 3**

Exemplo de curva de carga individualizada por alternativa.

**Fonte:** Elaboração própria, a partir dos dados da PUC-Rio (2005)

Finalmente, o modelo fornece como resultado a evolução do consumo específico de energia elétrica para cada cenário avaliado, o montante de energia total conservada por ano e a redução de potência no horário de ponta resultante da entrada das alternativas de conservação de energia.

### Outros dados de entrada para o modelo

Alguns dados de entrada para o modelo foram pesquisados, em paralelo aos dados de PUC-Rio (2005), tais como: as tarifas médias de cada subsetor, os custos das tecnologias substitutas, a eficiência de cada eletrodoméstico (de acordo com o PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem)<sup>8</sup> e a taxa anual de crescimento do custo da energia (essencialmente considerou-se o custo marginal de expansão do setor elétrico nacional).

Quanto às tarifas residenciais consideradas para o ano base (2004), em R\$/kWh, foram calculadas médias ponderadas das tarifas das principais concessionárias, de cada região, incluindo os tributos incidentes nas mesmas. A partir daí, foi possível determinar os valores pagos pelos grupos de consumo, considerando os possíveis descontos para as tarifas subsidiadas (ver Tabela 4).

**Tabela 4** Tarifas médias residenciais dos subsetores

Tarifas dos grupos em R\$/ kWh				
Regiões	Grupos de consumo			
	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 4
Sul	0,240	0,407	0,467	0,467
Sudeste	0,233	0,440	0,478	0,485
Norte	0,228	0,413	0,439	0,440
Nordeste	0,223	0,393	0,423	0,427
Centro-Oeste	0,238	0,406	0,438	0,466

**Fonte:** Elaboração própria, a partir dos dados da PUC-Rio (2005).

**Nota:** Tributos inclusos.

Como se observa na Tabela 4, as tarifas para os grupos de menor consumo são menores do que as tarifas para os demais grupos, exatamente por conta dos subsídios direcionados às famílias de baixa renda, que representam, em grande parte, os domicílios do grupo 1 (cujo consumo médio está compreendido entre 0-100 kWh/mês). Observa-se ainda, na Tabela 4, que as tarifas da Região Nordeste são menores do que as tarifas para as demais regiões, e que a Região Sudeste é a região com as maiores tarifas.

Quanto aos custos das tecnologias, realizou-se uma pesquisa de mercado para analisar os modelos dos equipamentos quanto ao seu preço e a eficiência energética.

Para o crescimento do custo da energia, foi considerada a mesma taxa para os grupos de uma mesma região, ou seja, o custo de expansão da oferta relaciona-se não às faixas de consumo mas às condições regionais de geração elétrica com base hidro e/ou térmica (ver Tabela 5)<sup>9</sup>.

**Tabela 5** Evolução do custo da energia por região, relativo ao período 2005 - 2030

Região						
	Brasil	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul
Taxa média anual (%)	0,572	0,574	0,514	0,566	0,567	0,568
Taxa média do período (%)	15,32	15,39	13,67	15,16	15,19	15,21

**Fonte:** Elaboração própria.

**Nota:** Essas taxas foram obtidas a partir do cálculo da média das taxas pesquisadas.

<sup>8</sup>Programa de conservação de energia, que atua através de etiquetas informativas, com o objetivo de alertar o consumidor quanto à eficiência energética de alguns dos principais eletrodomésticos nacionais. O PBE é decorrente do Protocolo firmado em 1984 entre o então Ministério da Indústria e do Comércio e a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica - ABINEE, com a interveniência do Ministério das Minas e Energia.

<sup>9</sup>Considerou-se uma projeção para a oferta de energia elétrica, com base nos resultados nos últimos leilões de energia nova. Assim, é fundamental saber o tipo de usina geradora e o custo do combustível (quando for o caso) a fim de estimar o crescimento do custo marginal de expansão da energia elétrica.

Observa-se, na Tabela 5, que as taxas de crescimento estimadas para as regiões são muito próximas, à exceção da Região Nordeste, cuja taxa para o período 2005-2030 não chega a 14%, enquanto que para todas as outras regiões essa taxa é maior do que 15%.

### 4.1.3. Análise de resultados

A seguir são apresentados os resultados referentes à utilização do MODELO EPOCA, para avaliar os diferentes potenciais de conservação de energia elétrica que podem ser obtidos a partir da análise dos principais usos apresentados nas seções anteriores.

Optou-se por apresentar os dados obtidos da seguinte forma:

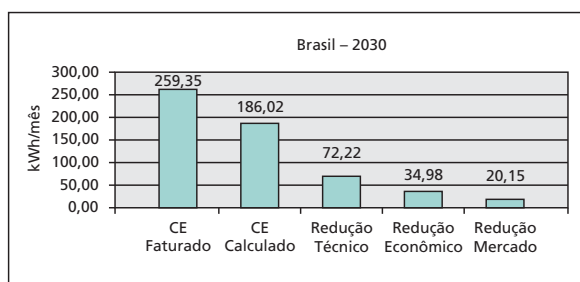
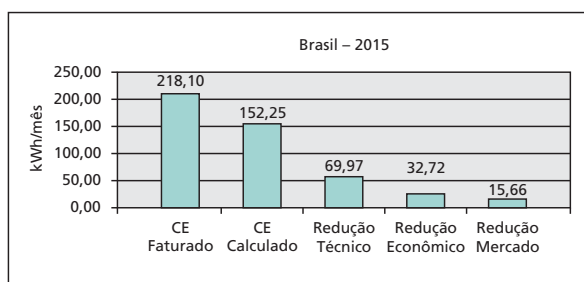
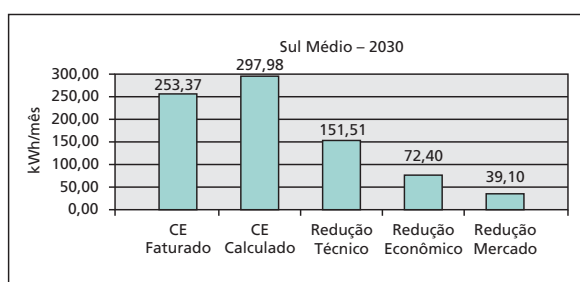
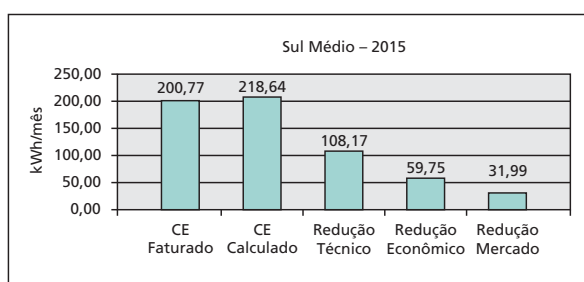
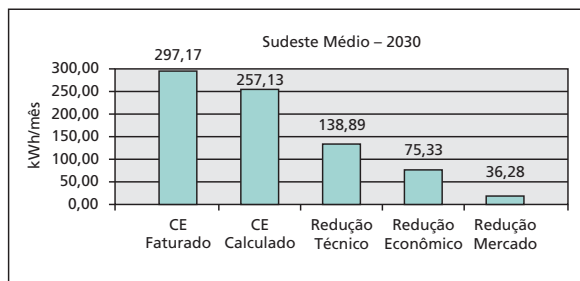
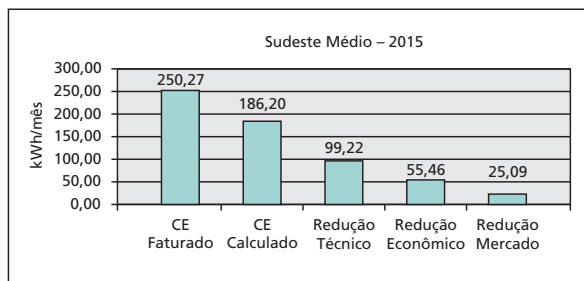
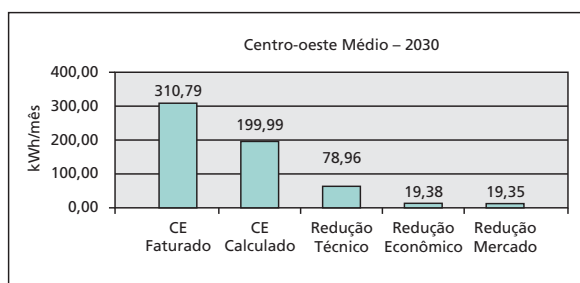
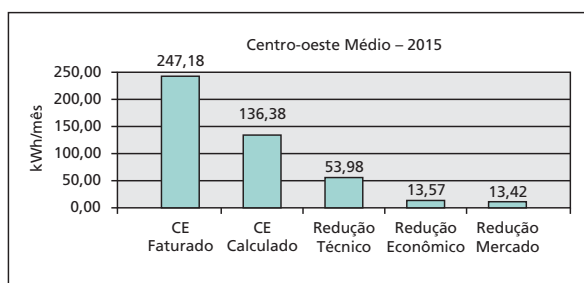
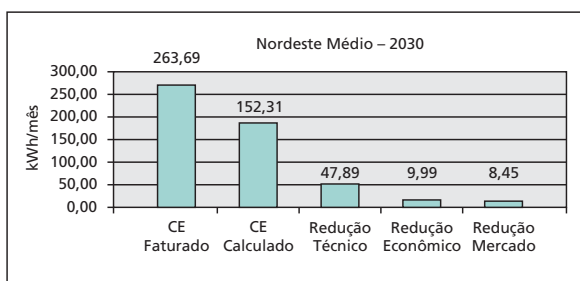
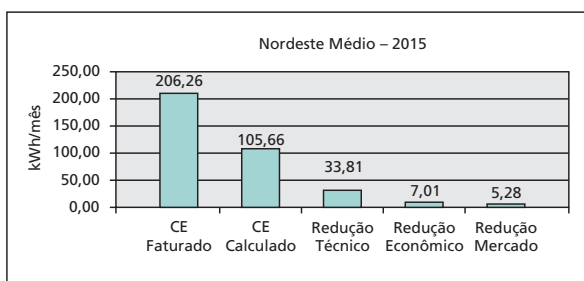
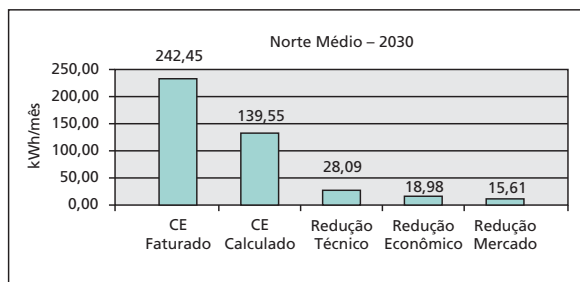
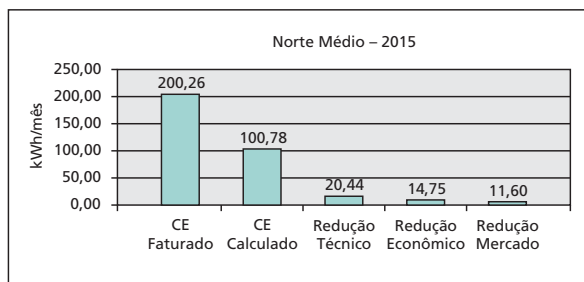
- a) O primeiro grupo de gráficos apresenta os consumos específicos - faturado e calculado<sup>10</sup>, - bem como os potenciais de redução do consumo de energia elétrica de acordo com os três cenários estudados (técnico, econômico e de mercado), para os anos de 2015 e 2030, por região do Brasil e Brasil agregado.
- b) O segundo grupo de gráficos apresenta o potencial de conservação de energia elétrica (em kWh/mês) de cada uso principal/equipamento (Iluminação, aquecimento de água (chuveiro), condicionamento térmico (ar condicionado), refrigeração (geladeira) e congelamento (*freezer*)) por cenário e região do Brasil, para o ano de 2030.
- c) O terceiro grupo de gráficos apresenta o potencial de conservação de energia elétrica (em kWh/mês) de cada uso principal/equipamento (Iluminação, aquecimento de água (chuveiro), condicionamento térmico (ar condicionado), refrigeração (geladeira) e congelamento (*freezer*)) por cenário e região do Brasil para o ano de 2030.
- d) O quarto e último grupo de gráficos apresenta a participação de cada uso principal/equipamento (Iluminação, aquecimento de água (chuveiro), condicionamento térmico (ar condicionado), refrigeração (geladeira) e congelamento (*freezer*)) no potencial de conservação de energia elétrica, por cenário para o Brasil agregado, para o ano de 2030.

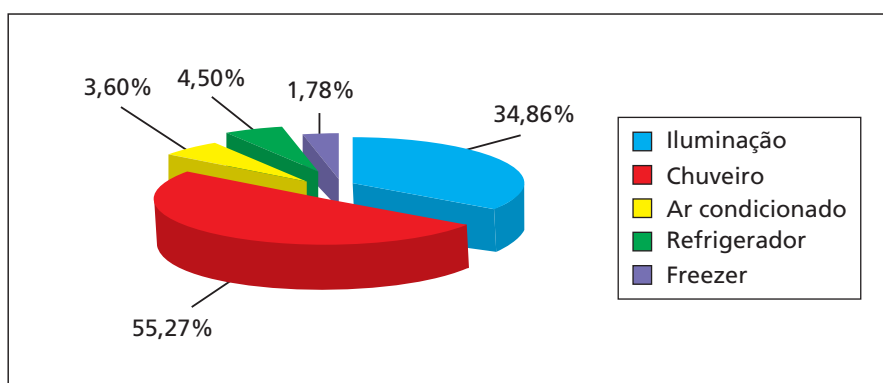
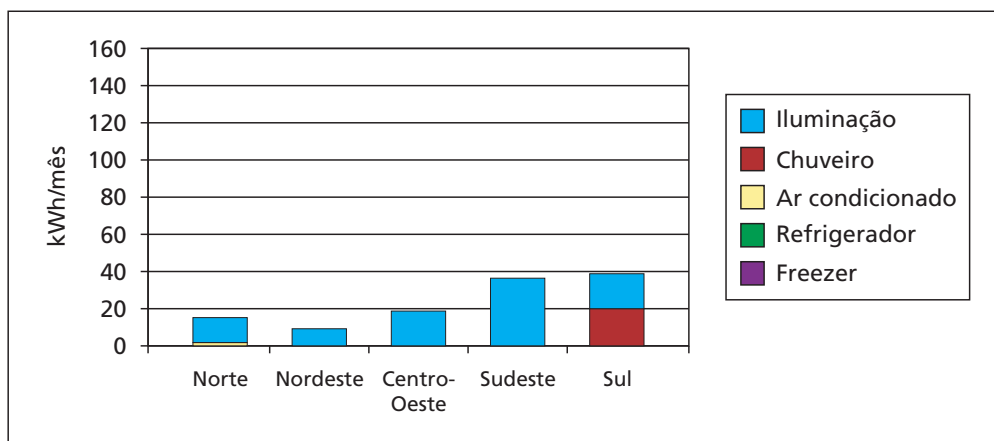
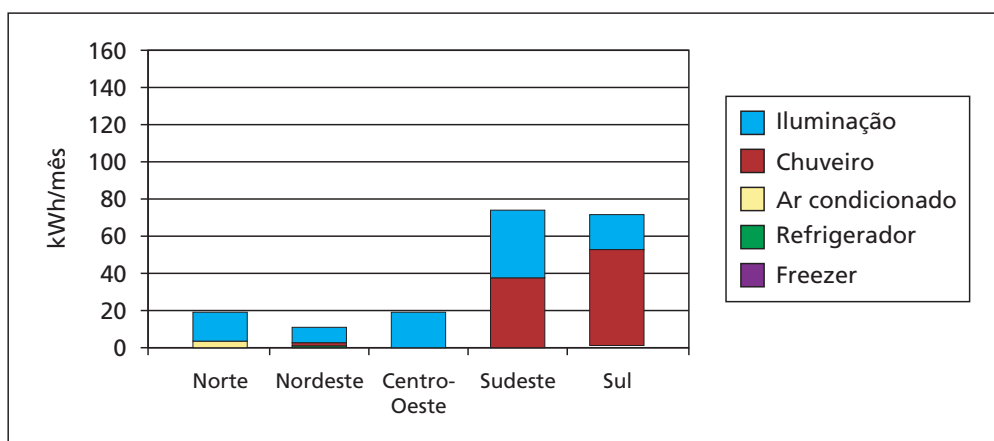
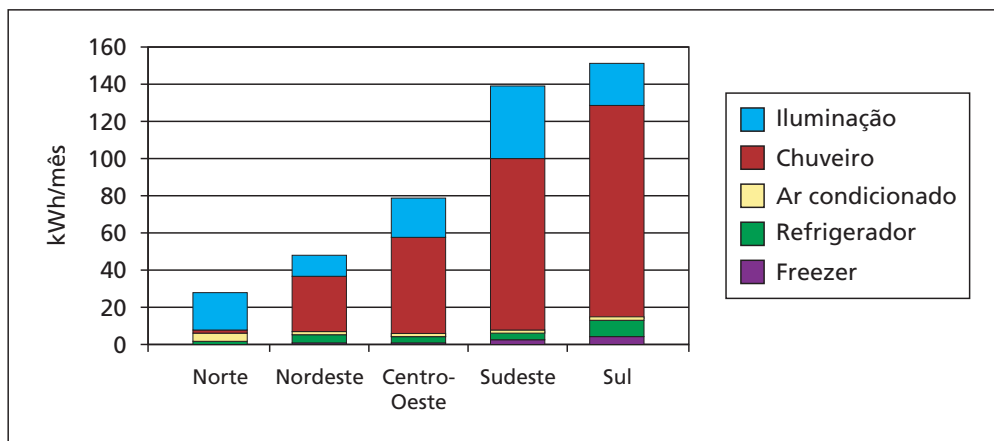
Finalmente, são tecidos alguns comentários sobre os resultados encontrados.

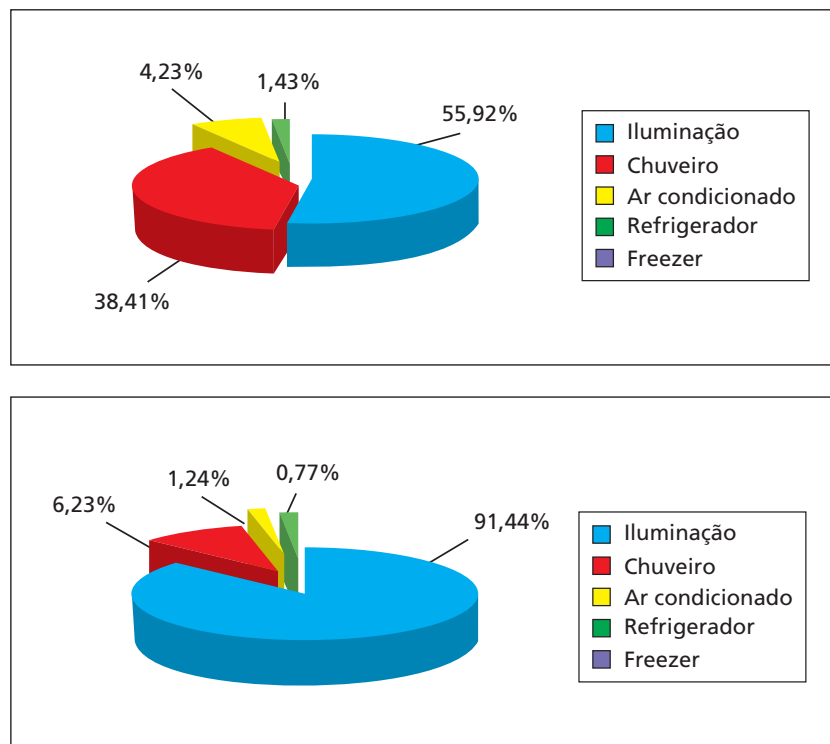
- a) Consumos específicos faturados e calculados e potenciais de redução do consumo de energia elétrica nos cenários técnico, econômico e de mercado, para os anos de 2015 e 2030 por região do Brasil e Brasil agregado.
- b) Potenciais de conservação de energia elétrica de cada uso principal/equipamento por cenário, subsetor e região do Brasil, para o ano de 2030.
- d) Participação de cada uso principal/equipamento no potencial de conservação de energia elétrica, por cenário para o Brasil agregado, para o ano de 2030.

---

<sup>10</sup>O consumo médio faturado para cada grupo foi calculado a partir da consolidação dos valores fornecidos pelas principais distribuidoras de cada região, considerando o número de clientes e a quantidade total de energia fornecida a cada uma das quatro faixas de consumo de energia elétrica (0-100, 101-200, 201-300, acima de 301 kWh/mês). Já o consumo calculado corresponde ao consumo obtido a partir das informações de posse e frequência de uso dos principais usos: Iluminação, Refrigeração (geladeiras e *freezers*), Aquecimento de água e Condicionamento térmico identificados.







#### 4.1.4. Comentários sobre os gráficos

Os gráficos apresentados revelam a conservação de energia (em valores absolutos) possível, até 2030, para as cinco regiões do Brasil. Assim, observa-se que, para o Cenário Técnico, a Região Sul apresenta o maior potencial de conservação de energia, enquanto que na região Norte verifica-se o menor. Para o Cenário Econômico, o maior potencial de conservação ocorre no Sudeste<sup>11</sup> e o menor no Nordeste. Para o Cenário de Mercado, por fim, o maior potencial de conservação ocorre no Sul e o menor no Nordeste.

Vale destacar que a diferença existente entre os Cenários Econômico e de Mercado, principalmente nas regiões Sudeste e Sul, poderia ser minimizada com políticas de efficientização, incentivadas pelo governo, que promoveriam o alcance do potencial de mercado para níveis mais próximos do nível do cenário Econômico. No caso do Nordeste, o cenário de Mercado apresenta um resultado muito próximo do cenário Econômico. Isso mostra que o potencial de conservação já se torna muito restritivo, até mesmo para taxas de desconto reduzidas (ver Tabela 3).

Além disso, ressalta-se que esses potenciais (dos cenários Econômico e de Mercado) refletem o nível das tarifas de energia (ver Tabela 4). Assim, como as regiões Sul e Sudeste pagam as maiores tarifas, o benefício da conservação é maior. Adversamente, as tarifas do Nordeste são as mais baixas e isso torna menor o benefício da conservação.

Um outro ponto importante é a posse média de eletrodomésticos e os hábitos de consumo. Dado que nas regiões mais desenvolvidas economicamente (Sul e Sudeste) os níveis de posse e os hábitos de consumo superam os padrões das demais regiões, a energia elétrica conservada (em todos os cenários) é superior para essas duas regiões mais ricas. Isso decorre da maior presença (em números absolutos) de equipamentos obsoletos e de maior propensão a um consumo conspícuo por parte dos consumidores nessas regiões. Tal fato não se observa nas regiões Norte e Nordeste onde, em média, as posses de equipamentos elétricos são menores (embora os modelos sejam ineficientes) e a energia elétrica conservada nessas regiões é menor. O Cenário Técnico, no qual toda substituição tecnologicamente viável é realizada, ilustra bem essa distinção entre as regiões mais desenvolvidas (Sul e Sudeste) e as menos desenvolvidas (Norte e Nordeste).

Quanto à participação de cada uso principal/equipamento no potencial de conservação de energia elétrica por cenário para o Brasil agregado, para o ano de 2030, ressalta-se que o resultado apresenta-

<sup>11</sup>Em termos percentuais, o maior potencial de conservação ocorre no Sul, mas como o Sudeste tem um elevado nível de consumo, esta região apresenta a maior redução absoluta de energia.

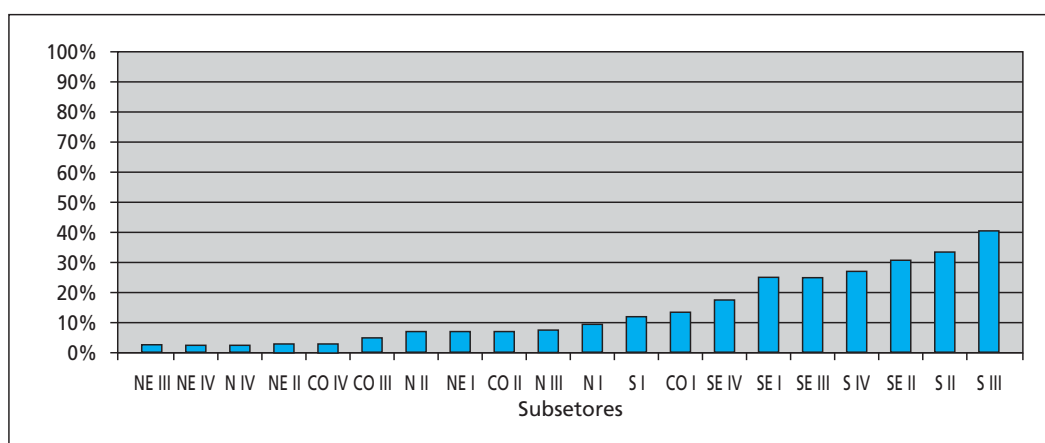
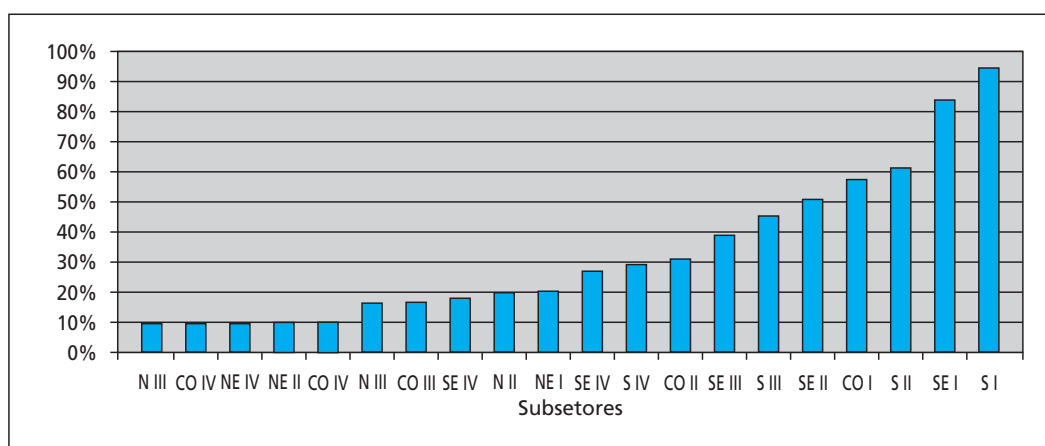
do pelo Cenário Técnico revela apenas um potencial teórico, possível apenas quanto ao nível de desenvolvimento tecnológico vigente, embora não necessariamente viável economicamente.

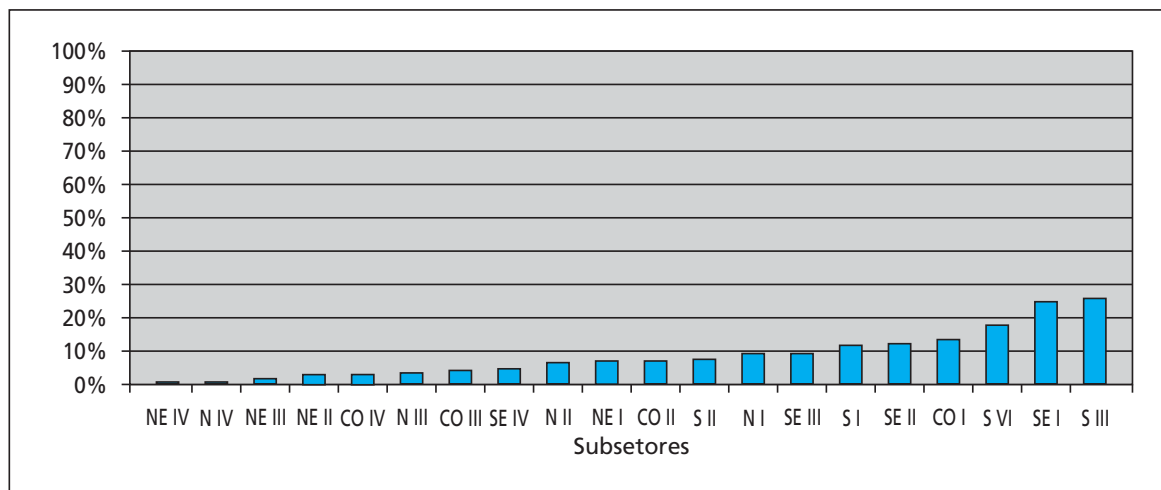
Já os resultados apresentados pelos Cenários Econômico e de Mercado são aqueles considerados economicamente viáveis, cada um a uma dada taxa de desconto adotada (ver Tabela 3). Nesse sentido, destaca-se que os diferenciais existentes entre estes cenários poderiam ser minimizados com políticas mais direcionadas a alguns usos finais mais específicos, a fim de que o potencial econômico seja alcançado, tais como:

- Quanto ao aquecimento de água, o incentivo à substituição de chuveiros elétricos por aquecedores de passagem a gás (tal alternativa se mostrou mais viável economicamente do que a alternativa solar).
- No caso de condicionamento térmico (condicionadores de ar) e conservação de alimentos (refrigerador e *freezer*), incentivo a uma substituição mais ampla dos equipamentos por modelos alternativos mais eficientes.
- No caso de iluminação, de forma geral, o potencial, em valores absolutos, varia pouco entre os cenários, mas sua participação relativa aumenta conforme diminui a participação dos demais usos. Assim, não parece relevante a adoção de políticas mais específicas para iluminação além das previstas nas simulações realizadas neste trabalho.

#### 4.1.5. Considerações Finais

As políticas de conservação de energia elétrica para o setor residencial de energia podem ser direcionadas a quatro grupos básicos de uso final: iluminação, aquecimento de água, condicionamento térmico e conservação de alimentos (refrigeração e congelamento). Tais políticas podem alcançar diferentes potenciais de conservação, entre os vinte subsetores (dadas às características das faixas de consumo e das regiões) e entre os diferentes cenários de conservação de energia elétrica (Técnico, Econômico, Mercado) (ver Figura 4).





**Figura 4**  
Potenciais de Conservação de Energia elétrica, por cenários.

O custo de energia economizada é o principal parâmetro utilizado para avaliar o custo efetivo. Em resumo, o custo da energia poupada é o custo de se economizar um kWh. De forma geral, as principais vantagens referentes à conservação de eletricidade seriam as seguintes (GELLER, 1991):

- Aumentar a eficiência significa diminuir custos de fornecê-la, já que os custos marginais de operação e de expansão são crescentes.
- A conservação reduz a probabilidade de falta de eletricidade, isto é, diminui a demanda e o risco de escassez, sem prejudicar o desenvolvimento econômico ou os padrões de vida.
- A conservação de eletricidade reduz a necessidade de investimentos públicos, uma vez que investir na eficiência do uso final é menos intensivo do que construir usinas elétricas e linhas de transmissão.
- O aumento da eficiência na utilização da energia pode ajudar as indústrias e os produtores brasileiros a competirem no mercado mundial (para algumas indústrias, como as produtoras de alumínio e ligas de aço, aumentar a eficiência no uso de eletricidade pode reduzir significativamente o custo da produção).
- E, por último, a conservação de eletricidade resulta em impactos ambientais e sociais muito favoráveis do que os do fornecimento.

Contudo, há uma série de barreiras técnicas, econômicas, institucionais e comportamentais que inibiram a maior adoção das medidas de conservação de eletricidade no Brasil. Essas barreiras afetaram todos os setores, embora sua importância relativa varie de setor para setor (GELLER, 1991). Dentre elas, cabe destacar:

1. *Defasagem da base tecnológica*: embora haja outras tecnologias mais novas e mais eficientes, é necessário um processo de adaptação que pode ser custoso e demorado.
2. *Preços subsidiados de eletricidade*: preços artificialmente baixos reduzem o interesse e o custo-benefício dos projetos de conservação na perspectiva do consumidor, dificultando o investimento em programas de conservação de eletricidade.
3. *Instabilidade econômica*: Os preços e as taxas de juros sofreram variações extremas nos últimos anos devido a mudanças dramáticas na política econômica.
4. *Falta de informação*: Muitos consumidores não conhecem as tecnologias de conservação de eletricidade disponíveis no Brasil e, mesmo que tenham conhecimento sobre certas medidas de conservação, eles podem não dispor de informação segura sobre seu desempenho ou seu custo-benefício. Os esforços que o Procel e outras organizações fazem para produzir materiais educativos relacionados ao uso eficiente da eletricidade têm ajudado a aumentar o conhecimento das opções de conservação. Contudo, o nível global de conhecimento ainda é relativamente baixo.
5. *Responsabilidade dividida*: Muitas vezes as pessoas que escolhem o equipamento a ser comprado podem não ser as mesmas responsáveis pelo pagamento dos custos de energia.



6. *Sensibilidade ao custo inicial*: Os usuários residenciais que compram equipamentos geralmente direcionam a aquisição para bases de custo mínimo. Ou seja, equipamentos de menor custo, com o agravante de que as classes de baixo poder aquisitivo, adquirem eletrodomésticos mais baratos e ineficientes, a prazo, cujas prestações caem em seus salários mensais.

Entretanto, há várias políticas e programas podem ser implementados para superar as barreiras listadas anteriormente e estimular o uso mais eficiente da eletricidade. Seguem algumas políticas que podem ser adotadas, principalmente como mecanismos de *gerenciamento pelo lado da demanda*. O primeiro grupo de medidas se refere às medidas possíveis e o segundo grupo elenca algumas medidas efetivas que foram aplicadas com sucesso.

1. Financiamento e incentivos financeiros; Marketing e desenvolvimento de mercado; Regulamentos e protocolos sobre eficiência
- *Tarifas de eletricidade*: Tarifas mais *corretas*<sup>12</sup> em relação à real disposição a pagar dos consumidores podem aumentar a viabilidade da conservação, uma vez que aumentam o custo da energia elétrica para consumidores de maior renda, nas quais a incidência de desperdício parece ser mais importante e para quem as taxas de desconto adotadas na comparação da viabilidade da troca de equipamentos são mais baixas. No entanto, é preciso enfatizar que os incentivos de preço, sozinhos, não superam muitas das barreiras que impedem a implantação e difusão das medidas de conservação.
  - *Empréstimos a juros baixos*: Incentivos financeiros para estimular programa de efficientização, como linhas de crédito do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) e de outras instituições financeiras, cujas taxas de juros são menores, são cruciais para viabilizar a adoção da troca de equipamentos que só se viabilizam no cenário econômico. Isto seria particularmente efetivo nas regiões onde as taxas de desconto se revelaram mais altas, como no caso do Norte e do Nordeste e onde os potenciais se mostraram menores.
  - *Descontos*: Incentivos de caixa conhecido como descontos ("rebates"), para usuários que compram equipamentos de energia eficientes. Tais programas são justificados quando se evita a construção de usinas elétricas, cujos custos de construção e operação excederiam os custos do programa de descontos. Essas políticas podem viabilizar trocas que não são viáveis sob a ótica do cenário de mercado, como no caso de condicionadores de ar no Norte e no Sul; de chuveiros elétricos no Nordeste, no Sudeste e no Sul; e refrigeradores no Nordeste e no Sudeste.
  - *Execução direta de medidas de efficientização de energia (como troca de equipamentos)*: as concessionárias podem conservar a eletricidade e ajudar a estabelecer mercados para as novas tecnologias. No entanto, a execução direta é de custo relativamente alto para as concessionárias e é mais adequada a mercados que não respondem à informação, incentivos financeiros e a programas de assistência técnica. Nesse sentido, os Projetos de Eficiência Energética (PEE) dirigidos às comunidades, pelas concessionárias ou permissionárias de distribuição de energia elétrica, podem contar com: ações de repasse de orientações de uso eficiente de energia, adequação de instalações elétricas internas das habitações, doações de equipamentos eficientes (lâmpadas, refrigeradores e condicionadores de ar), instalação de aquecedores solares em substituição de chuveiros elétricos, instalação de pré-aquecedores solares em auxílio a utilização dos chuveiros elétricos, além de permitir ações educacionais específicas para essas comunidades.
  - *Incentivar a criação de empresas de serviço de conservação de energia – ESCOs*: empresas que realizam auditorias, instalam equipamentos para economia de energia e conseguem financiamento para programas. O objetivo principal é mostrar às empresas de engenharia que a conservação de energia é uma boa oportunidade de negócio.
  - *Padrões de eficiência de equipamentos*: os padrões de eficiência dos equipamentos garantem economias, permitindo aos dirigentes das concessionárias prever melhor a demanda futura de eletricidade.

---

<sup>12</sup>Cabe ressaltar aqui que ainda que a correlação entre nível de consumo e renda seja alta, as tarifas sociais deveriam levar em conta a renda do consumidor e não apenas a quantidade de energia consumida – tal como calculado atualmente –, uma vez que esse critério pune domicílios de baixa-renda com números de pessoas por domicílio mais altos e premia domicílios de alta renda com números de pessoas por domicílio mais baixos.

## 2. Políticas mais efetivas

- *Desenvolvimento tecnológico e demonstração*: as concessionárias e o governo desempenharam um grande papel no avanço do desenvolvimento de muitas tecnologias eficientes no uso de energia, incluindo refrigeradores, lâmpadas eficientes, refletores para luminárias fluorescentes e sistemas de controle de edifícios.
- *Teste e etiquetagem de equipamentos*: O programa de teste e etiquetagem evidencia os fabricantes que estão lançando produtos ineficientes, permitem aos consumidores identificar os produtos mais eficientes e possibilita as autoridades públicas determinarem exigências de eficiência mínima ou proporcionar incentivos para estimular a compra de produtos mais eficientes.
- *Definição do preço da energia elétrica no ou acima do custo do serviço*: Preços relativamente alto da eletricidade, aplicados aos consumidores residenciais, estimulou a adoção de lâmpadas, luminárias, sistemas de controle e outras medidas de eficiência. Com novas elevações das tarifas de energia elétrica para consumidores mais perdulários, espera-se que cresça a implantação das medidas de eficiência entre os usuários residenciais.
- *Instalação direta pelas concessionárias*: Trocas das lâmpadas ineficientes, de geladeiras, instalação de coletores solares ou de aquecedores de passagem são algumas das medidas que as concessionárias vêm adotando com sucesso, entre os usuários finais de eletricidade.

### 4.1.1. Referências

BAUTZER, T. "Celpa troca até geladeira de clientes para reduzir roubo" In: Valor Econômico, São Paulo, 08 março 2006, Empresas/Infra-estrutura, pág. B8.

DUARTE, P. "Conta de Luz embute dez encargos para financiar diferentes programas: Energia térmica e rural estão entre projetos subsidiados pelo consumidor" In: O Globo. Rio de Janeiro: 13 outubro 2006, Economia, pág. 22.

GELLER, H. *O uso eficiente da eletricidade – uma estratégia de desenvolvimento para o Brasil*. Rio de Janeiro: INEE – Instituto Nacional de Eficiência Energética, 1991.

JANNUZZI, Gilberto de Martino; SWISHER, Joel N. P. *Planejamento integrado de recursos energéticos: meio ambiente, conservação de energia e fontes renováveis*. São Paulo: Autores Associados, 1997.

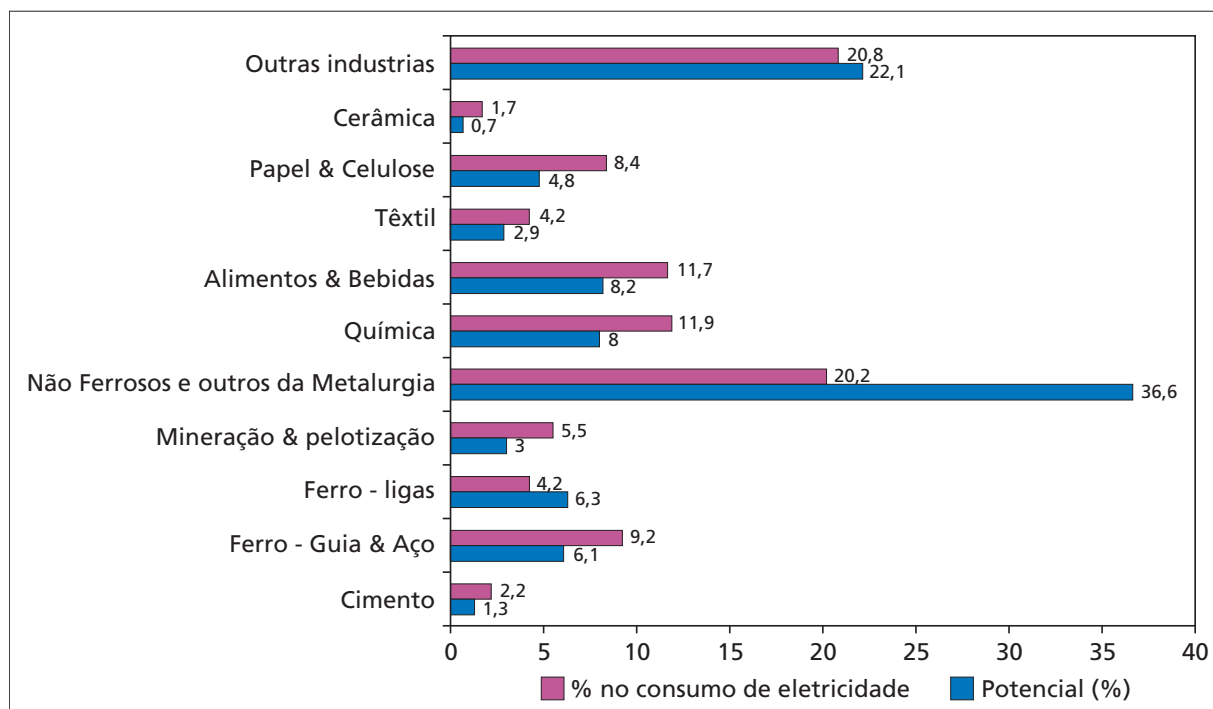
## 4.2. Setor Industrial

### 4.2.1. Introdução

O setor industrial brasileiro respondeu por aproximadamente 47% do consumo total de eletricidade em 2006 (EPE/MME, 2007), o que sinaliza a relevância de ações voltadas ao uso eficiente de energia neste setor. Tal potencial pode ser ilustrado a partir da análise dos dados do Balanço de Energia Útil (BEU), como se pode verificar na Figura 5.

Nesse sentido, os segmentos de *metais não ferrosos e outras indústrias* - responsáveis por quase 59% do consumo total de eletricidade no setor industrial brasileiro - registram também o maior percentual de conservação de energia elétrica nas indústrias que os compõe. Essa estimativa, contudo, não considera a dinâmica de penetração da eficiência energética e não identifica o conjunto de medidas de menor custo e mais efetivas em cada uma dessas indústrias. Assim, apesar de sinalizar as potencialidades para conservação de eletricidade nesses segmentos industriais, incita à necessidade de aprofundamento do conhecimento dos potenciais de uso eficiente de eletricidade no país, tanto em termos quantitativos como qualitativos. É exatamente nesse contexto que se insere o referido estudo.

Cabe destacar que, o índice de respostas obtido foi proporcionalmente maior nas regiões Centro-Oeste e Norte em relação às regiões Sul e Sudeste (onde se concentra a maior quantidade de indústrias). No entanto, uma vez que o efeito das diferenças entre processos de produção tem maior impacto na distinção entre indústrias, não se deve esperar que esse viés regional das respostas exerça acentuado efeito sobre os resultados da estimativa de potencial de conservação de eletricidade.



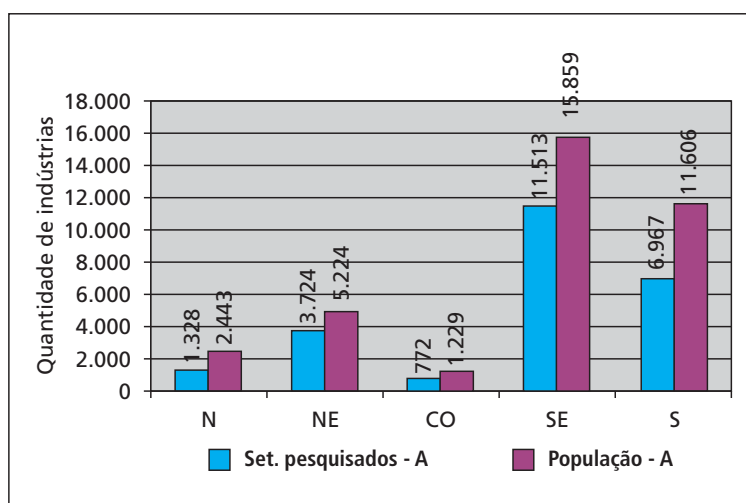
**Figura 5**

Potencial estimado de economia de eletricidade na indústria brasileira em 2006.

**Nota:** Em relação aos coeficientes de eficiência identificados no Balanço de Energia Útil (BEU)

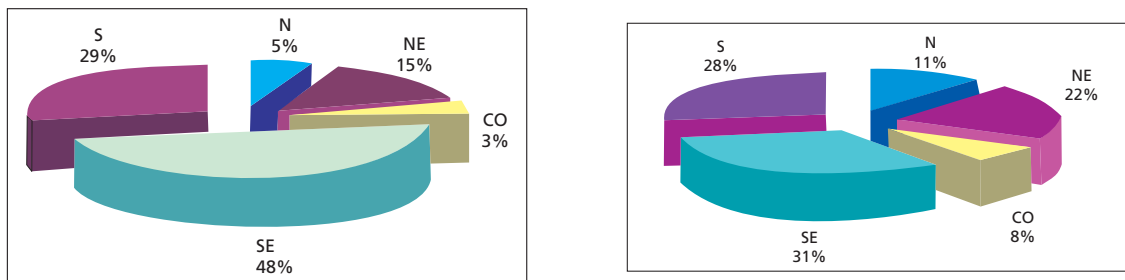
**Fonte:** Elaborado a partir de BEU (2005) e EPE/MME (2007)

Sob um ponto de vista de consumo de utilidades, os sistemas de ar comprimido correspondem àquelas presentes em maior número de indústrias - em 41% da amostra -, como se pode observar na , embora em termos de consumo de eletricidade não se constitua na principal parcela, como veremos adiante.

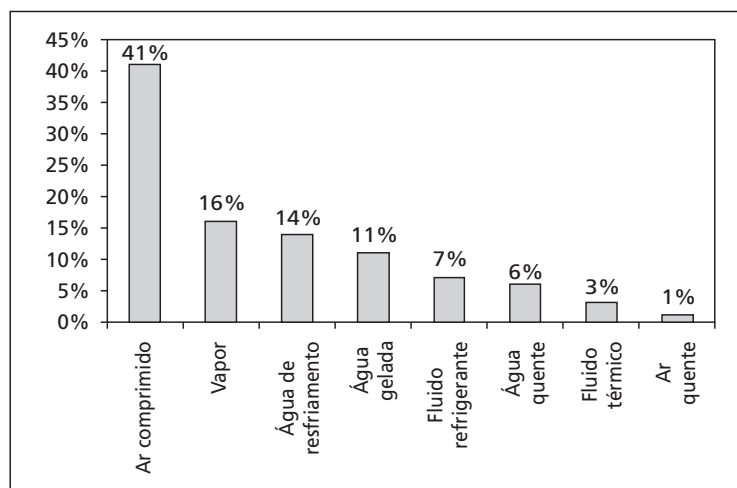


**Figura 6**

População industrial dos segmentos industriais pesquisados versus população industrial total.



**Figura 7**  
População industrial dos segmentos industriais pesquisados versus população industrial total.



**Figura 8**  
Participação das utilidades por número de indústrias.

#### 4.2.2. Análise do potencial de conservação de eletricidade no setor industrial – Alta Tensão

Na indústria brasileira, o uso de motores elétricos tem grau de destaque no consumo de eletricidade e, adicionalmente, os motores elétricos com rotor gaiola de esquilo são responsáveis por aproximadamente 60% do consumo total de eletricidade no setor industrial brasileiro.<sup>13</sup>

Conforme a amostra de indústrias avaliadas, o uso de força motriz na indústria brasileira se deve principalmente a sistemas de ar comprimido e vácuo (presentes em 72% das indústrias), seguidos pelos sistemas de bombeamento (59%), de movimentação, manuseio e tratamento (46%) e sistemas de ventilação (45%). Além do uso motriz, também devem ser destacadas aplicações em eletrotermia e eletrólise (em indústrias mais específicas) e na iluminação. Com relação ao uso de eletricidade na indústria brasileira, algumas características identificadas incluem:

- **Ar comprimido:** oportunidades de efficientização aparecem na recuperação do calor dissipado pelo sistema, uma vez que somente 3% das instalações industriais que o utilizam fazem recuperação do calor contido no mesmo. Além disso, quanto aos vazamentos de ar comprimido, 52% das indústrias estimou que é abaixo de 5%, 32% estimou que está na faixa de 5% a 10% e quase 9% estimou que está na faixa de 10% a 15%.
- **Sistemas de bombeamento:** com participação menor que 5% na demanda máxima da instalação em 56% das indústrias pesquisadas, observou-se que a forma predominante de controle desses sistemas é o liga-desliga (74% das indústrias), seguido pela válvula de restrição (16%). Os inversores só aparecem como meio de controle em 2% dos que responderam a esse questionamento (52%), sinalizando possibilidade de maior grau de penetração deste tipo de dispositivo na indústria.

<sup>13</sup>Aliás, este foi o primeiro equipamento a ter índices de eficiência detalhados após a promulgação da lei nº 10.285/2001, também conhecida como “lei de eficiência energética”.

- **Ventilação:** caracterizado por potência média reduzida (inferior a 50 CV em 53% das indústrias que o utilizam), tem como forma predominante de controle o sistema tipo *liga-desliga*.
- **Sistemas de refrigeração:** presentes em cerca de 29% tem na produção de têxteis e de produtos químicos as maiores médias de potência motriz instalada, de 615 CV e 460 CV respectivamente.
- **Eletrotermia:** representada pelo uso de fornos, estufas, aquecedores e caldeiras, apenas 3% das indústrias declarou realizar algum aproveitamento da energia contida nos gases de exaustão.
- **Eletrólise:** com potência média instalada de 6 MW, encontra-se concentrada em reduzido número de indústrias, em função da especificidade dos processos de produção.
- **Iluminação:** nas áreas administrativas são utilizadas lâmpadas fluorescentes tubulares, presentes em 76% das instalações, e lâmpadas fluorescentes compactas, com presença em cerca de 19% dessas áreas. Na área interna industrial, foi indicada a utilização de lâmpadas fluorescente tubulares em 25% das instalações e de 17% em lâmpadas mistas. As lâmpadas de vapor de mercúrio e mista são a maioria nas áreas externas das indústrias, com utilização de 28% e 26% respectivamente nessas áreas. Por fim, na área externa viária predominam as lâmpadas de vapor de sódio, presentes em 38% dos casos, vindo, em seguida, as lâmpadas mistas com 26%.

A caracterização do perfil de posse e uso de eletricidade na amostra de indústrias selecionadas, permite realizar uma estimativa do consumo de eletricidade por aplicação/equipamento, como apresentado na Tabela 6. As informações consolidam a estimativa realizada conforme a desagregação industrial considerada: extração de minerais; extração de minerais não-metálicos; alimentos e bebidas; têxtil; vestuário; artefatos de couro; produtos de madeira; papel e celulose; edição e impressão; química; plástico e borracha; minerais não-metálicos; metalurgia básica; produtos de metal; máquinas e equipamentos; aparelhos e materiais elétricos; montagem de veículos; móveis e indústrias diversas e reciclagem.

**Tabela 6 Estimativa de consumo de eletricidade na amostra de estudo**

Uso	Consumo (MWh/ano)	%
Bombeamento	23.079	4,2
Ventilação	17.107	3,1
Ar comprimido	20.565	3,8
Refrigeração	7.010	1,3
Compressão	30.305	5,5
Movimentação, manuseio e tratamento	203.278	37,2
Eletrotermia	239.510	43,8
Eletrólise	66	0,0
Iluminação	5.383	1,0
Total	546.302	100,0

**Nota:** considerando a potência média por uso e o fator de carga geral por grupo de indústria.

**Fonte:** elaborado a partir dos dados do relatório básico da pesquisa industrial - AT.

Em termos de conservação de energia, as premissas consideradas incluem:

- **Carregamento dos motores:** A partir da análise de uma amostra de estabelecimentos industriais no Brasil, Garcia (2003) determinou um valor médio de eficiência dos motores equivalente a 86%, com carregamento médio de 62%, apontando oportunidades tanto para motores de alto rendimento quanto relativas à redução do superdimensionamento dos mesmos.
- **O uso de controladores de velocidade variável (CVV)** destina-se a reduzir o desperdício de energia devido às oscilações de carga verificada em bombas, ventiladores, exaustores etc. A operação convencional dessas variações de carga pode representar até 20-50% de gasto adicional de EE.

Ademais, considerou-se como *proxy* a extensão dos ganhos energéticos estimados dentro do Balanço de Energia Útil para o consumo de eletricidade no setor industrial brasileiro. Admitindo-se possíveis ganhos em termos de vedação em sistemas de ar comprimido e, também, devido a controladores de velocidade variável, o potencial de conservação de eletricidade varia entre cerca de 7,5-8,5%, para a amostra de indústrias avaliada (Tabela 7).

**Tabela 7 Estimativa de consumo de eletricidade na amostra de estudo.**

Uso	Potencial 1 (%)	Potencial 2 (%)
Bombeamento	5,3	3,0
Ventilação	7,3	5,0
aautoAr comprimido	8,8	6,5
Refrigeração	9,2	9,2
Compressão	5,3	3,0
Movimentação, manuseio e tratamento	5,3	3,0
Eletrotermia	12,1	12,1
Eletrólise	13,6	13,6
Iluminação	14,5	14,5
Total	8,6	7,4

**Fonte:** elaborado a partir de: BEU (2005), LBL (2000), Garcia (2003).

Em relação à situação atual, percebe-se que os maiores ganhos relativos se localizam principalmente em aplicações não motriz, como eletrotermia, eletrólise e iluminação. Ainda que na força motriz esses ganhos relativos sejam menores – cerca da metade -, deve-se atentar para o fato de que, em termos absolutos, é nesse uso que os ganhos absolutos tendem a ser maiores, até porque, são tecnologias transversais presentes em quase todas as indústrias, e o efeito multiplicador dos ganhos de eficiência tende a ser maior.

#### 4.2.3. Conclusões

Apesar de algumas dificuldades relacionadas à obtenção de respostas nas indústrias analisadas, o presente estudo representou um avanço em relação às informações até obtidas setorialmente. Essas dificuldades, detectadas pela equipe do estudo ao longo do processo (dificuldade na adesão das indústrias sorteadas pela extensão do questionário e pela pouca disponibilidade para responder às perguntas, por exemplo), contudo, não podem se constituir em desestímulo à continuidade de estudos nessa área. Pelo contrário, sob um ponto de vista operacional, futuras pesquisas devem se valer desse processo de aprendizado contínuo, possibilitando contornar estas dificuldades percebidas.

Num estudo para avaliação de potencial de conservação de energia (técnico, econômico e de mercado), garantir a representatividade das respostas é um dos grandes desafios, nem sempre de solução simples. Na amostra de estudo, por exemplo, a ausência de dados de indústrias localizadas no Estado de Minas Gerais foi, por certo, um aspecto relevante, cuja solução não foi alcançada pela pesquisa em análise.

Ainda que o presente estudo tenha se deparado com algumas dificuldades neste sentido, o índice de respostas pode ser apontado como satisfatório, sinalizando potenciais nichos para uma avaliação mais pormenorizada.

A necessidade de focar em determinados nichos é justificada também pela existência de grande diversidade de processos de produção e da forma de gerenciar a utilização de energia por cada instalação industrial e uma amostragem exaustiva pode se revelar, inclusive, inviável.

Nesse sentido, os dados da pesquisa sinalizam, num contexto de priorização de análise de segmentos específicos, ser interessante avaliar mais pormenorizadamente indústrias que compõe o segmento de *metalurgia básica, química, alimentos e bebidas* e de bens de capital, especialmente na montagem de veículos e produção de material elétrico. Embora seja inegável a relevância de regiões como a Sudeste e a Sul na população industrial total, sob um ponto de vista geográfico, é importante identificar regiões onde se localizam as instalações de maior porte de cada tipo de indústria.

Para dar suporte à condução de estudos futuros de potencial de conservação de energia, é interessante garantir respostas que incluam:

- População de equipamentos com segmentação por faixa de potência e características do equipamento como desempenho (por exemplo, se o motor elétrico é *standard* ou de alto rendimento) e idade.



- Condições operacionais médias, permitindo avaliar rendimento, fator de utilização por tipo de aplicação e aspectos como presença de sobredimensionamento, por exemplo.
- Propensão em investir em eficiência energética, sinalizando o custo de oportunidade do capital por setor, por exemplo, por meio de variáveis como *pay back* ou taxa mínima de remuneração do capital investido em eficiência.
- Tarifa média de eletricidade por tipo de indústria.
- Tipo de processo de produção utilizado, permitindo, por exemplo, caracterizar melhor a tecnologia de uso final.
- Nível de produção física médio por indústria, possibilitando o estabelecimento de indicadores adequados de comparação de eficiência com práticas mais eficientes de uso de energia.
- Caracterização mais aprofundada do consumo de outros energéticos (gás natural, óleo combustível etc.), considerando condições de demanda e fornecimento de vapor e temperaturas de aquecimento, por exemplo, de modo a proporcionar uma visão holística da eficiência energética.
- Natureza das prioridades e dificuldades de cada segmento industrial para investimentos em eficiência.

Além da pesquisa com consumidores finais, também é importante considerar, numa etapa subsequente, incluir pesquisas quanto à oferta de equipamentos finais de consumo mais eficientes no consumo de energia, de modo a possibilitar a formação de um banco de dados de alternativas tecnológicas para cada aplicação. Nesse caso, seriam demandadas características técnicas de cada equipamento (por exemplo, rendimento, faixa de utilização, aplicações) e investimentos típicos, entendendo que a natureza dessa última informação tem restrições de cunho comercial, até mesmo para obtê-la.

Finalmente, é interessante que se possa fazer a extensão deste tipo de estudo para consumo de outros energéticos, em especial para uso térmico, o que permite inclusive estudar o potencial de tecnologias alternativas àquelas que correntemente empregam eletricidade. Esse tipo de informação também possibilita analisar e propor soluções para eficiência energética global e não focada em apenas uma fonte energética.

#### 4.2.4. Referências

ELETRÓBRÁS/ECOLUZ/PUC-RIO. Avaliação do mercado de eficiência energética do Brasil. Pesquisa industrial AT – Brasil. Relatório básico. Revisão 1. Rio de Janeiro. Maio/2007.

EPE/MME. Balanço Energético Nacional. Brasília. 2007.

Garcia, A. G. P. Impacto da lei de eficiência energética para motores elétricos no potencial de conservação de energia na indústria. Tese MSc. PPE/COPPE. Rio de Janeiro. 2003.

LBL [Lawrence Berkeley National Laboratory]. *Emerging Energy-Efficient Industrial Technologies*. Disponível em: <http://www.lbl.gov>. LBL. Califórnia/EUA. 2000.

MME/FDTE. Balanço de Energia Útil. Brasília. 2005.

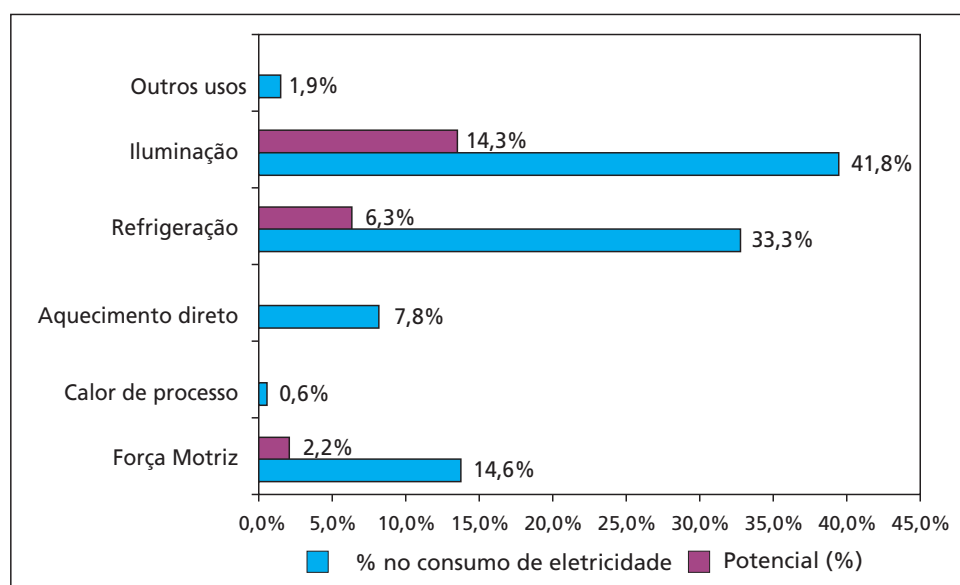
### 4.3. Setor Comercial

#### 4.3.1. Introdução

O setor comercial é caracterizado por intenso grau de pulverização de atividades, englobando hotéis, hospitais, *shopping centers*, instituições financeiras etc., tendo como consequência um perfil de consumo de energia bastante variado entre essas atividades. Esse fato ilustra o desafio de abordar, de forma representativa, um setor econômico relevante para o país, de forma representativa.

Em 2006, esse setor respondeu por aproximadamente 14% do consumo total de eletricidade (EPE/MME, 2007). Conforme os dados do Balanço de Energia Útil (BEU), nesse setor predominam as aplicações da eletricidade para fins de condicionamento ambiental e iluminação, mas com peso relevante da força motriz (). Ainda, conforme esses mesmos dados, estima-se um potencial de conservação total de eletricidade em torno de 8%, com contribuição significativa dos potenciais de conservação de energia observados para iluminação (14,3%) e refrigeração (6,3%).

A exemplo do comentado para o setor industrial brasileiro neste trabalho, essa estimativa não apreende aspectos relacionados à dinâmica de penetração da eficiência energética e nem tampouco identifica o conjunto de medidas mais custo-efetivas por aplicação. Entretanto, serve como sinalizador de focos de avaliação de ações para eficiência energética, sob um ponto de vista do uso final.



**Figura 9**

**Potencial estimado de economia de eletricidade no setor comercial brasileiro em 2006.**

**Nota:** Em relação aos coeficientes de eficiência identificados no Balanço de Energia Útil (BEU).

**Fonte:** Elaborado a partir de BEU (2005) e EPE/MME (2007).

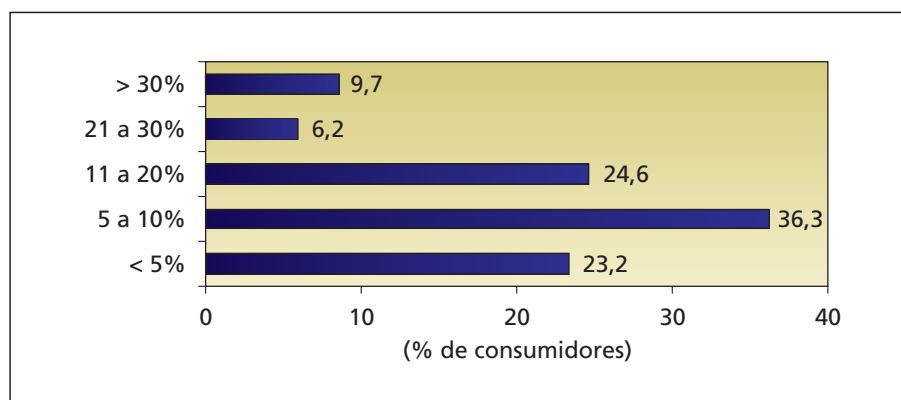
A informação de consumo de eletricidade em cada um dos segmentos que compõe o setor comercial brasileiro não é disponível pela estatística energética oficial e, sendo assim, o presente estudo de potencial de mercado para eficiência energética tem como um dos seus méritos estabelecer uma visão mais aprofundada sobre esse setor, que respondeu em 2006 por mais de 66% do PIB brasileiro (IBGE, 2007).

Com esse objetivo, a amostra de análise foi desagregada nos seguintes segmentos:

- (i) Hotéis/motéis.
- (ii) Hospitais.
- (ii) Clínicas.
- (iv) *Shopping centers*.
- (v) Supermercados/hipermercados.
- (vi) Edifícios/escritórios/consultórios.
- (vi) Instituições de ensino superior.
- (vi) Instituições de ensino fundamental.
- (ix) Lojas de varejo.
- (x) Lojas de atacado.
- (xi) Entretenimento.
- (xi) Restaurantes.
- (xi) Outros.



Os resultados obtidos em campo apontaram um setor com predominância de estabelecimentos com demanda máxima menor que 500 kW, no qual o percentual de participação de até 20% do consumo de eletricidade nos custos totais abrange um percentual significativo de estabelecimentos (figura 10); esse perfil mais bem detalhado na Tabela 8.



**Figura 10**

Participação da energia elétrica no custo total dos estabelecimentos pesquisado.

**Tabela 8 Perfil da participação do consumo de eletricidade nos custos totais de estabelecimentos selecionados**

Tipo de estabelecimento	% da eletricidade no custo total	% dos estabelecimentos abrangidos
Hotéis/motéis	Entre 5-20%	78%-87%
Shopping centers	Entre 5-20%	51%
Supermercados/hipermercados	Entre 5-20%	54%-73
Total	Até 20%	84%

**Fonte:** elaborado a partir dos dados do relatório básico da pesquisa comercial - AT.

Embora o indicador *% da eletricidade no custo total* tenda a sinalizar que consumidores estariam mais dispostos a investir em conservação de eletricidade, tal análise deve se estender considerando informações adicionais como a propensão em investir em medidas desse tipo, além de considerar características intrínsecas de cada atividade. Por exemplo, um perfil de alta participação dos custos da energia pode resultar da necessidade de prover conforto ambiental e segurança em um dado segmento comercial. Ainda assim, potenciais de conservação podem ser identificados, mas devem ser avaliados criteriosamente, de modo a investigar estruturalmente as causas das configurações observadas.

#### 4.3.2. Análise do potencial de conservação de eletricidade no setor comercial brasileiro – Alta Tensão

As informações colhidas em campo com relação ao uso de eletricidade no setor comercial brasileiro indústria brasileiro aponta características como:

- **Condicionamento ambiental e ventilação:** predominando sistemas individuais de parede e/ou *split*, observados em mais de 76% dos estabelecimentos. A utilização de sistemas de água gelada para climatização, por sua vez, ainda apresentam reduzida participação nestes estabelecimentos, a exemplo de recuperação de calor gerado no processo de compressão e do uso de sistemas de termo-acumulação. Assim, oportunidades de conservação de energia poderão ser detectados nesses estabelecimentos.
- **Sistemas de refrigeração:** concentram-se principalmente em supermercados, com número também reduzido de estabelecimentos que promovem a recuperação do calor gerado no processo de compressão.

- **Sistemas de transporte vertical:** abrangendo elevadores e escadas e/ou esteiras rolantes, têm no caso específico dessas últimas, predominância de sistemas de controle baseados no *liga-desliga*, presentes em mais de 90% dos estabelecimentos onde são utilizadas.
- **Equipamentos de escritório:** composto pelos mais variados tipos de equipamentos, a pesquisa em campo levantou dados de 10 tipos diferentes de equipamentos, sendo que, em 25% dos estabelecimentos que declararam posse desses equipamentos, os quais tinham o selo PROCEL.
- **Eletrotermia:** abrangendo equipamentos tais como fornos, estufas, aquecedores e caldeiras, em mais de 76% dos casos informados, a potência nominal instalada é inferior a 100 kW e para outros 14%, na faixa de 100 a 200 kW.
- **Bombeamento:** sendo utilizado em grande parcela dos estabelecimentos pesquisados (cerca de 72%), os mais presentes nas instalações comerciais são constituídos por conjuntos motobombas com potência de operação inferior a 100 cv, predominando sistemas de controle tipo *liga-desliga*.
- **Iluminação:** enquanto nas áreas internas das instalações dos estabelecimentos comerciais predominam lâmpadas fluorescentes tubulares e compactas, nas áreas externas, além de lâmpadas fluorescentes tubulares – que predominam – também são encontradas lâmpadas de vapor de mercúrio e mistas.

A caracterização do perfil de posse e uso de eletricidade na amostra de estabelecimentos comerciais analisados permite realizar uma estimativa do consumo de eletricidade por aplicação/equipamento e na desagregação realizada, como apresentado na Tabela 9 e na Tabela 10.

**Tabela 9 Estimativa de consumo de eletricidade na amostra de estudo**

Uso	Consumo (MWh/ano)	%
Condicionamento e ventilação	11.358	19,2
Transporte vertical	37.350	63,0
Equipamentos de escritório	1.200	2,0
Refrigeração	2.357	4,0
Eletrotermia	2.356	4,0
Bombeamento de água	1.149	1,9
Iluminação	3.501	5,9
Total	59.272	100,0

**Nota:** considerando a potência média por uso e o fator de carga geral por segmento comercial.

**Fonte:** elaborado a partir dos dados do relatório básico da pesquisa comercial - AT.

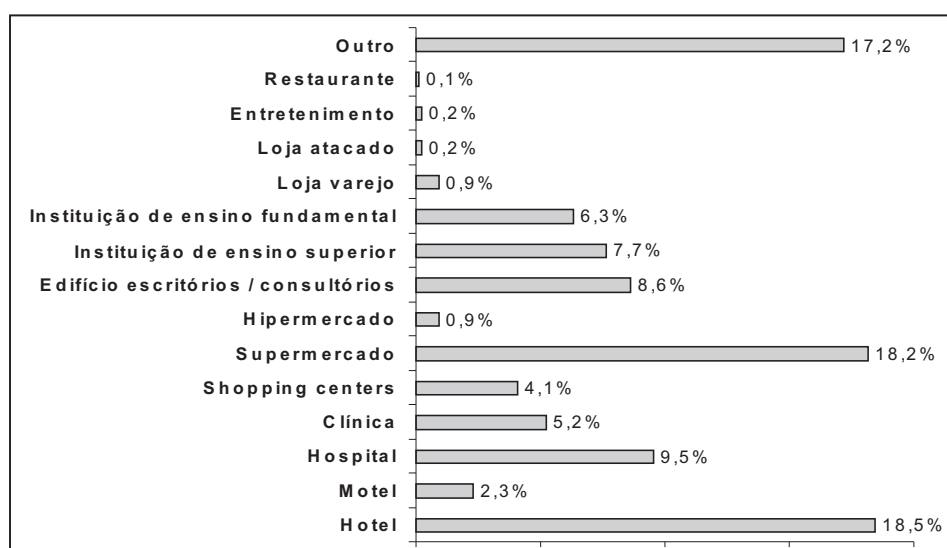
**Tabela 10 Estimativa de consumo de eletricidade por segmento do setor comercial.**

Segmento	Consumo (MWh/ano)	%
Hotel	7.356	12,4
Motel	583	1,0
Hospital	9.132	15,4
Clínica	5.076	8,6
Shopping centers	3.237	5,5
Supermercado	2.010	3,4
Hipermercado	2.277	3,8
Edifício escritórios / consultórios	12.442	21,0
Instituição de ensino superior	2.801	4,7
Instituição de ensino fundamental	1.979	3,3
Loja varejo	8.836	14,9
Loja atacado	118	0,2
Entretenimento	540	0,9
Restaurante	111	0,2
Outro	2.773	4,7
Total	59.272	100,0

**Nota:** considerando a potência média por uso e o fator de carga geral por segmento comercial.

**Fonte:** elaborado a partir dos dados do relatório básico da pesquisa comercial - AT.

Como se percebe desses resultados, os dados da amostra analisados indicaram a grande participação de sistemas de transporte vertical (elevadores e escadas e/ou esteiras rolantes), seguido de sistemas de condicionamento/ventilação. Esse resultado pode ser compreendido pelo fato de que um número razoável de estabelecimentos pesquisados incluía hotéis e supermercados, seguidos de edifícios/escritórios e instituições de ensino, como se pode observar na Figura 11.



**Figura 11**

Participação da energia elétrica no custo total dos estabelecimentos pesquisado.

A estimativa do potencial de conservação de eletricidade no setor comercial brasileiro baseia-se fortemente na extensão dos ganhos energéticos apontados dentro do Balanço de Energia Útil para o consumo de energia elétrica no setor comercial brasileiro. Isso resulta em um potencial de conservação de eletricidade estimado de aproximadamente 3%, para a amostra de estabelecimentos avaliada (Tabela 11).

**Tabela 11 Estimativa de potencial de conservação de eletricidade na amostra estudada**

Uso	Potencial (%)
Condicionamento e ventilação	2,2%
Transporte vertical	2,2%
Refrigeração	6,3%
Eletrotermia	0,0%
Bombeamento de água	2,2%
Iluminação	14,3%
Total	2,9%

**Fonte:** elaborado a partir de: BEU (2005); Garcia (2003).

Quando avaliado o potencial de conservação de eletricidade estimado a partir dos dados do BEU, este aponta para algo em torno de 8%, significativamente maior do que o obtido pela análise da amostra de estabelecimentos comerciais pesquisados. Essa incongruência poderia ser devida às diferentes bases de dados empregadas para o estabelecimento dos índices em cada estudo e deveriam ser objeto de compatibilização de estatísticas e métodos de análise, num futuro próximo.

### 4.3.3. Conclusões

A presente pesquisa sobre o setor comercial brasileiro deve ser destacada como uma iniciativa importante no sentido de compreender melhor o consumo de eletricidade e energéticos em um setor bastante relevante para a economia brasileira e sobre o qual um reduzido nível de informações energéticas é disponível. De fato, estudos dispersos são encontrados na literatura técnica e nas bases de dados públicos e este projeto se destaca no sentido de buscar uma avaliação mais global do setor comercial brasileiro quanto ao consumo de energia.

A heterogeneidade de estabelecimentos presentes nesse setor impõe um desafio assaz considerável para a busca de uma análise mais ampla quanto às oportunidades para a eficiência energética. Nesse sentido, surge a necessidade de se elegerem alguns segmentos que a pesquisa conduzida ajudou a sinalizar, como se pôde observar nos resultados apresentados neste estudo.

Nesse contexto de priorização de análise de segmentos específicos, observou-se ser interessante analisar, de forma mais detalhada, estabelecimentos tais como: hotéis, hospitais, *shopping centers*, supermercados/hipermercados. Pelo perfil variado de consumo de energia por região – uma vez que alguns serviços energéticos como condicionamento ambiental variam conforme características locais, tanto climáticas quanto ligadas a hábitos locais – torna-se ainda mais desejável manter foco sobre segmentos específicos, sendo mais abrangente possível em termos geográficos. A relevância do porte de consumo desses estabelecimentos nas regiões Sudeste, Sul e Nordeste, contudo, sinalizam serem regiões mais atrativas para iniciar um estudo focado desse tipo, com o objetivo de apreender maiores potenciais absolutos de conservação de eletricidade. Quanto aos tipos de equipamentos, foram os sistemas de transporte, condicionamento e refrigeração que se mostraram focos interessantes para análise no setor comercial brasileiro.

Quanto aos aspectos qualitativos para investimentos em eficiência energética, uma caracterização relevante diz respeito ao regime de propriedade do estabelecimento, se pública ou privada, pois a viabilização desses investimentos pode variar conforme esta característica. Por exemplo, em hospitais públicos, esses investimentos concorrem com aqueles destinados à melhoria das instalações com novos equipamentos e aquisição de remédios, por exemplo. Outras questões, como dotação orçamentária anual, também podem estar presentes, desestimulando investimentos em eficiência energética. Barreiras desse tipo podem e devem ser identificadas em futuras pesquisas no setor comercial brasileiro, de modo a subsidiar a busca por soluções.

No sentido de permitir o aprimoramento das pesquisas sobre o consumo de energia no setor comercial brasileiro, sugere-se a consideração/inclusão dos seguintes aspectos:

- População de equipamentos com segmentação por faixa de potência e características do equipamento como desempenho e idade. Um exemplo disso é a caracterização apropriada dos sistemas de condicionamento ambiental quanto à sua característica, quantidade, potência de refrigeração etc.
- Condições operacionais médias de operação dos equipamentos, permitindo avaliar rendimento e fator de utilização por tipo de aplicação, por exemplo.
- Propensão a investir em eficiência energética, sinalizando o custo de oportunidade do capital por setor, por exemplo, mediante variáveis como *pay back* ou taxa mínima de remuneração do capital investido em eficiência.
- Tarifa média de eletricidade por estabelecimento comercial.
- Natureza das prioridades e dificuldades de cada segmento comercial para investimentos em eficiência.

A essas proposições, muitas em comum com aquelas pontuadas para o setor industrial, no caso específico da pesquisa para o setor comercial brasileiro, existe a necessidade de identificação dos melhores indicadores para realizar a correlação com o consumo de energia. Isso decorre da heterogeneidade de serviços oferecidos nesse segmento, não sendo evidente e de forma clara, uma variável mais homogênea para essa correlação, diferentemente do que ocorre com o setor industrial, no qual a produção física pode ser utilizada como uma *proxy* para esse objetivo.

Também, no caso do setor comercial brasileiro, há a necessidade da formação de um banco de dados de alternativas tecnológicas para cada aplicação do consumo de energia nesses segmentos. É importante, ainda, a obtenção de características como, por exemplo, rendimento, faixa de utilização, aplicações e investimentos típicos, embora com possíveis dificuldades de coleta.

Finalmente, é interessante que se possa fazer a extensão desse tipo de estudo para consumo de outros energéticos, o que possibilitaria avaliar oportunidades de efficientização energética da instalação como um todo, evitando-se que medidas como a retirada de carga, por geração na ponta, possam conduzir à falsa impressão de conservação de eletricidade, embora implique aumentar a demanda de derivados de petróleo (óleo diesel, nesse caso).

#### 4.3.4. Referências

ELETROBRÁS/ECOLUZ/PUC-RIO. Avaliação do mercado de eficiência energética do Brasil. Pesquisa comercial AT – Brasil. Relatório básico. Revisão 1. Rio de Janeiro. Junho/2007.

EPE/MME. Balanço Energético Nacional. Brasília. 2007.

Garcia, A. G. P. Impacto da lei de eficiência energética para motores elétricos no potencial de conservação de energia na indústria. Tese MSc. PPE/COPPE. Rio de Janeiro. 2003.

MME/FDTE. Balanço de Energia Útil. Brasília. 2005.

Tolmasquim et al 2002. Análise de Viabilidade de Introdução de Gás Natural em Setores Seleccionados: Setor Químico, Setor Hospitalar e Setor Hoteleiro. Relatório final. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro. 2002.

#### 4.4. Sugestões para sequência do estudo de potenciais de conservação nos setores comercial e industrial brasileiros

Além de prover estimativas mais próximas do potencial de conservação de eletricidade disponível no país, o mérito das informações obtidas é apontar potenciais qualitativos que, per se, fornecem pistas para possíveis políticas públicas para promoção de ações de eficiência energética.

As evidências fornecidas podem subsidiar a condução de pesquisas mais focadas em segmentos no qual os resultados sejam de maior valor absoluto e maior efeito multiplicador em ações de eficiência energética. Também, um estudo mais focado permite avaliar a influência de parâmetros difíceis de prever teoricamente, como por exemplo, o impacto da maior penetração de controladores de velocidade variável, ou a redução de perdas no sistema de ar comprimido, ou ainda, o impacto do aproveitamento do calor residual disponível em sistemas de compressão.

Especialmente no caso do setor comercial brasileiro, observaram-se diferenças na estimativa de potencial de conservação de eletricidade comparando-se a amostra da pesquisa com o Balanço de Energia Útil. Esse fato sugere que seja necessário avaliar e compatibilizar os dados e análises. Tal necessidade pode ser possivelmente estendida aos demais setores de consumo de energia e uma interação entre as instituições federais do setor energético com o PROCEL pode resultar em ganhos para todos os agentes envolvidos nesta pesquisa como para o país, tanto no campo da eficiência energética quanto no aprofundamento de bases de dados dos setores de consumo de energia no Brasil.

Um avanço necessário na questão da eficiência energética é que a mesma expanda seu alcance, cobrindo, além da eletricidade, também outros energéticos. Isso possibilitará que alternativas que promovam uso mais eficiente de eletricidade e aquelas que simplesmente retiram demanda de carga elétrica pelo sistema – como é o caso da cogeração – possam ser melhor avaliadas pelos gestores públicos.

Além de evitar uma visão enviesada para uma determinada fonte energética – no caso, eletricidade – uma abordagem mais holística da conservação de energia permite aproveitamento de resíduos térmicos disponíveis em processos de compressão, por exemplo, e também permite apreender efeitos relacionados a alterações na estrutura da atividade. Como exemplo, políticas públicas no setor de transportes com estímulo à adoção de modais mais eficientes no consumo de energia podem levar ao aumento do consumo de eletricidade (pelo maior disseminação do transporte público baseado em trens e metrô), mas reduzir o consumo de combustíveis fósseis, além de se obter uma eficiência energética global maior. Nesse caso, também ganhos alcançados pela redução de poluentes globais e locais seriam percebidos. Todos esses aspectos só podem ser apreendidos dentro dessa visão mais abrangente de eficiência energética.

Para isso, ações envolveriam a construção de maior articulação institucional pode ser necessária em determinados setores de atividade, cuja eficiência depende não apenas de melhores equipamentos de consumo final, mas da própria concepção estrutural. Novamente, recorreremos ao setor de transportes como exemplo, no qual essas medidas estruturais demandam aporte de experiência de instituições públicas que não apenas do MME e agentes do setor energético. Promover essa interação é, inclusive, promover otimização e responsabilidade no uso de recursos públicos, evitando duplicação de esforços num país carente em atacar diversas frentes para efetivar seu desenvolvimento.

## 5. EMISSÕES EVITADAS

Devido às dificuldades encontradas no campo nas pesquisas de comércio, indústria e poder público, já relatadas anteriormente, o cálculo de emissões evitadas só foi feito para o segmento residencial, conforme exposto a seguir.

### 5.1. Introdução

A análise do impacto sócio-ambiental das ações de eficiência energética foi feita a partir dos resultados da economia de energia elétrica obtida com programas no setor residencial, em três diferentes cenários para o seu potencial: técnico, econômico e de mercado.

A metodologia seguida é um desdobramento das outras fases do estudo, que chegaram à quantificação da energia elétrica economizada nesses cenários, no horizonte 2005-2030.

Em termos de impactos ambientais, o estudo se concentrou em determinar as emissões evitadas de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), o principal gás de efeito estufa emitido na geração de energia elétrica evitada pelas ações de eficiência no setor residencial, para o período de 2005 a 2030.

Essa evolução foi determinada levando-se em conta a geração elétrica evitada no sistema interligado nacional (SIN), para cada um dos dois subsistemas elétricos regionais considerados como componentes do SIN: o da região Norte-Nordeste (N-NE), e o da região Sul/Sudeste/Centro-Oeste (S-SE-CO).

A quantidade de energia economizada, anualmente, no nível do usuário final do setor residencial, foi traduzida em geração elétrica evitada, mediante a incorporação das perdas de distribuição e de transmissão por meio de um coeficiente médio de 10%, nos dois subsistemas elétricos regionais, N-NE e S-SE-CO, conforme vem sendo considerado nos cenários elaborados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) para o planejamento da expansão do setor elétrico brasileiro<sup>14</sup>.

O cálculo das emissões evitadas de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) foi feito de acordo com as regras aprovadas no âmbito do Tratado de Quioto da Convenção do Clima para a obtenção de Reduções Certificadas de Emissões (RCEs – os chamados créditos de carbono) oriundas de projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Adotou-se a hipótese que a geração elétrica evitada, graças a ações de eficiência energética, deve ser tratada analogamente à introdução de geração elétrica de fontes renováveis numa rede interligada, segundo a metodologia consolidada ACM0002. Com os dados disponibilizados pelo ONS (Operador Nacional de Sistemas), que foram adotados nos cálculos, os fatores de emissão da rede de transmissão e distribuição<sup>15</sup> para o N-NE e S-SE-CO são, respectivamente: 76,7 t CO<sub>2</sub>/GWh e 261,1 t CO<sub>2</sub>/GWh (média móvel trienal calculada utilizando dados de 2003, 2004 e 2005).

### 5.2. Metodologia de Cálculo das Emissões Evitadas de CO e seus Benefícios Socioeconômicos

O Tratado de Quioto, adotado durante a terceira Conferência das Partes (COP 3) da Convenção do Clima (UNFCCC) estabelece limites de emissão de gases de efeito estufa para os países do Anexo I (cerca de 95% de suas emissões de 1990) a serem respeitados no período de 2008 a 2012. Para ajudar os países industrializados a atingir essas metas, foram criados três mecanismos de flexibilização: o Comércio de Emissões, a Implementação Conjunta e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

O MDL é o mecanismo que envolve a participação dos países em desenvolvimento. A realização de projetos de mitigação de gases de efeito estufa (GEE) nesses países (países *hospedeiros*) gera créditos oriundos do abatimento de emissões (RCEs – Reduções Certificadas de Emissões) que podem ser adquiridos por investidores de países desenvolvidos (países *investidores*) e serem computados para ajudar a respeitar seus limites de emissões. A vantagem para os países *investidores* reside na possibilidade de complementar seu esforço de mitigação a um custo inferior àquele obtido mediante o abatimento doméstico e ao custo de não cumprir sua meta no devido prazo. No caso do país *hospedeiro* o benefício consiste na realização de um projeto que contribui para seu desenvolvimento sustentável e a obtenção de uma nova fonte de receita de divisas.

<sup>14</sup>EPE, Comunicação Pessoal, fevereiro de 2007

<sup>15</sup>Valor da Margem Combinada. Consiste na média ponderada da Margem Operacional e da Margem Construtiva. O peso da Margem Construtiva e da Margem Operacional é de 50% cada uma.



Conforme estabelecido pelo Tratado de Quioto (COP 3) e pelo Acordo de Marraqueche (COP 7), todo projeto MDL tem que ser adicional. Isso significa que o projeto não pode ser *an attractive course of action* do país hospedeiro, tendo que se constituir um esforço adicional a um cenário de *business as usual* (baseline scenario). Para verificar essa adicionalidade é necessária a construção de uma linha de base confiável, uma vez que isso é uma condição necessária à aprovação do projeto pelo *Executive Board* do MDL. Os créditos a serem gerados por um projeto correspondem à diferença entre as emissões da linha de base e as emissões do próprio projeto. Portanto, reconhecida a adicionalidade de um projeto, calculam-se as emissões que ocorreriam na ausência do projeto e as que irão ocorrer com a implementação do projeto, constituindo-se a redução que se pode alcançar no número de créditos a ser pleiteado.

No caso de projetos de aumento da eficiência no uso de eletricidade e de geração de eletricidade, a partir de fontes renováveis para injeção na rede, deve-se estabelecer a proveniência da energia elétrica deslocada pelo projeto. Em outras palavras, deve-se determinar qual tipo de fonte primária (gás natural, óleo combustível, carvão mineral, hidroeletricidade ou nuclear) estaria gerando para a rede, no cenário de referência (ausência do projeto) a energia que virá a ser economizada ou substituída pelo projeto. O conteúdo em carbono dessa geração evitada é que determinará a quantidade de RCEs e a receita com a venda de créditos de carbono propiciada pelo projeto.

No entanto, a determinação do coeficiente de emissão de carbono da rede elétrica é um problema complexo, pois envolve a projeção da futura configuração do sistema. Diferentes hipóteses simplificadoras podem ser adotadas, para tratar a incerteza inerente à questão de como se dará realmente a expansão da geração elétrica no Brasil. Contudo, uma tendência é observada: nos cenários futuros existe um aumento da intensidade de carbono na rede de distribuição nacional, principalmente pelo aumento da participação do gás natural na matriz energética (La Rovere e Americano, 1999<sup>16</sup>).

Em termos regionais, deve-se levar em conta que a interconexão entre o sistema Norte-Nordeste e o sistema Sul-Sudeste-Centro-Oeste não permite o intercâmbio de grandes blocos de energia, devido a restrições na capacidade das linhas de transmissão, justificando seu tratamento como dois subsistemas separados. A rigor, para o cálculo das linhas de base para torna-se necessário obter dados sobre o despacho da energia elétrica e a tendência futura de expansão da oferta nas duas regiões.

Com base nos acordos definidos em Marraqueche o cenário de referência é aquele que representa razoavelmente as emissões antropogênicas, por fonte, de gases de efeito estufa (GEE), que ocorreriam na ausência da atividade do projeto proposto. A linha de base também é definida como o cenário *Business as Usual*, que é o cenário esperado do setor, considerando as práticas usuais e as opções economicamente viáveis. O propósito da linha de base é o de fornecer informações consistentes do que ocorreria na ausência do projeto em termos de emissão de GEE, assim como fornecer informações sobre a redução de emissões estimadas do projeto.

Os acordos de Marraqueche estabeleceram três enfoques opcionais para definição de linhas de base:

- a) Emissões atuais existentes ou históricas.
- b) Emissões da tecnologia que representa o melhor curso atrativo, levando-se em conta as barreiras ao investimento.
- c) A média de emissões, do setor relacionado à atividade do projeto, referente aos últimos cinco anos, e cujo desempenho esteja entre os 20% melhores de sua categoria.

Para o segmento elétrico conectado à rede de distribuição algumas metodologias e abordagens vem sendo discutidas (baseadas no item c, acima), e o painel metodológico do MDL (Methodological Panel), vem procurando determinar metodologias que possam ser adotadas por categoria de projetos.

Para projetos de fontes renováveis de energia elétrica introduzidas em rede elétrica interligada, foi aprovada pelo Executive Board a *Metodologia consolidada de linha de base para projetos de geração de energia renovável conectados à rede* (ACM0002, CDM/UNFCCC, 2004). De acordo com essa metodologia, a linha de base é a Margem Combinada (MC), que consiste na combinação da Margem Operacional (MO) e da Margem Construtiva (Mconst.).

---

<sup>16</sup>La Rovere, Emilio L; Americano, Branca B. (1999); "Assessment of Global Environmental Impacts of PROCEL – Greenhouse Gas Emissions Avoided by PROCEL: 1990–2020". ELETROBRAS/PROCEL – PPE/COPPE/UFRJ.

Existem quatro possibilidades de cálculo da Margem Operacional:

- Margem Operacional Simples – Não inclui no cálculo da linha de base as fontes de energias renováveis (Hidro, geotérmica, eólica, biomassa de baixo custo, nuclear e solar) e só deve ser utilizada quando as fontes de baixo custo operacional ou de despacho obrigatório (energias renováveis, hidroeleticidade e nuclear) constituem menos de 50% da geração total da rede (não podendo, portanto, ser aplicada no caso do Brasil).
- Margem Operacional Simples ajustada – É uma variação da anterior sendo que as fontes de energias são separadas em de baixo custo operacional ou de despacho obrigatório (low-cost/must run) e outras.
- Margem Operacional obtida a partir dos dados do despacho – É a metodologia mais rigorosa, que deve ser escolhida quando o órgão nacional responsável pelo despacho do sistema elétrico disponibiliza os dados sobre a operação das usinas, hora a hora, ao longo de todo o ano<sup>17</sup>.
- Margem Operacional Média – É calculada como a média da taxa de emissão de todas as usinas, incluindo a geração a partir de fontes renováveis.

A Margem Construtiva é definida como sendo calculada a partir das cinco últimas usinas construídas, ou das últimas novas usinas adicionadas ao sistema que compreendam pelo menos 20% da geração atual. Deve-se escolher, entre os dois, pelo método que resultar no maior número de usinas.

A Margem Combinada é definida como a média aritmética simples entre a Margem Operacional e a Margem Construtiva (igual peso para as duas).

Deve-se observar a alta sensibilidade das quantidades de RCEs e das receitas potenciais da venda de créditos de carbono ao valor desse parâmetro. Torna-se portanto de grande relevância a pronta disponibilização, anualmente, pelo ONS – Operador Nacional do Sistema, dos resultados da Margem Combinada da rede elétrica no país, calculada pela média móvel do último triênio em que os dados estão disponíveis.

No caso de projetos que utilizem fontes renováveis de energia para gerar energia elétrica conectados a rede de distribuição, o Conselho executivo do MDL já aprovou a metodologia ACM 0002. Essa metodologia passou a ser adotada também (desde 28 de Julho de 2006) para projetos de pequena escala conectados à rede de distribuição (conforme indicação dos Procedimentos para Projetos de Pequena Escala I.D, versão 9). Esse fato uniformiza os valores do teor de emissão da rede de energia elétrica para projetos de pequena e grande escala (antes disso o cálculo do fator de emissão da linha de base para projetos de pequena escala não levava em consideração fontes renováveis de energia e portanto o fator de emissão era maior).

Em função disso, agentes que atuam no mercado de crédito de carbono estão reivindicando melhores condições para projetos de pequena escala para que eles possam ser viabilizados. Sendo assim, é possível que no futuro haja uma mudança na metodologia, permitindo o uso de um peso maior da margem construtiva<sup>18</sup> para projetos de pequena escala, o que aumentaria o fator de emissão da linha de base para esses projetos. De qualquer forma, atualmente estes valores estão sendo revisados, por solicitação do governo brasileiro, e os fatores de emissão serão divididos por três subsistemas: CO, S-SE e N-NE, devido a comprovação de restrições na transmissão entre o Centro-Oeste e o Sul-Sudeste.

De acordo com os dados disponibilizados pelo ONS (Operador Nacional de Sistemas) que foram adotados nos cálculos, os fatores de emissão da rede de transmissão e distribuição<sup>19</sup> para o N-NE e S-SE-CO, são respectivamente: 76,7 t CO<sub>2</sub>/GWh e 261,1 t CO<sub>2</sub>/GWh (média móvel trienal calculada utilizando dados de 2003, 2004 e 2005). Com relação aos resultados anteriormente disponibilizados para o triênio 2002-2004, observou-se uma redução significativa no coeficiente do sub-sistema N-NE

<sup>17</sup>No caso do Brasil, o ONS – Operador Nacional do Sistema passou recentemente a efetuar o cálculo deste parâmetro, disponibilizando-o para os interessados, pois a divulgação dos resultados do despacho da geração de energia elétrica hora a hora poderia ferir cláusulas de sigilo comercial.

<sup>18</sup>Atualmente o peso da Margem Construtiva é de 50%. Com uma participação maior da margem construtiva no cálculo para pequena escala o teor de emissão tende a aumentar uma vez que existe um aumento na percentagem de termoeleticidade na matriz de energia elétrica e esse fato tende a aumentar o fator de emissão da rede de distribuição.

<sup>19</sup>Valor da Margem Combinada. Consiste na média ponderada da Margem Operacional e da Margem Construtiva. O peso da Margem Construtiva e da Margem Operacional é de 50% cada uma.



(de 118,4 para 76,7 t CO<sub>2</sub>/GWh) e uma pequena redução no caso do sub-sistema S-SE-CO (de 263,4 para 261,1 t CO<sub>2</sub>/GWh).

A opção de se utilizar esses coeficientes para todo o período de 2005 a 2030 pode ser considerada como conservadora: para o cálculo das emissões evitadas no ano de 2005 poderiam ter sido utilizados os coeficientes referentes ao triênio 2002-2004, mais elevados; e no médio e longo prazos, espera-se um aumento no valor desses coeficientes, caso se mantenha a tendência de aumento da participação da geração termelétrica no sistema interligado nacional.

Com base nesse preço indicativo dos créditos de carbono, foi calculada a contribuição potencial da receita proveniente da comercialização das RCEs por MWh de energia elétrica economizada no setor residencial.

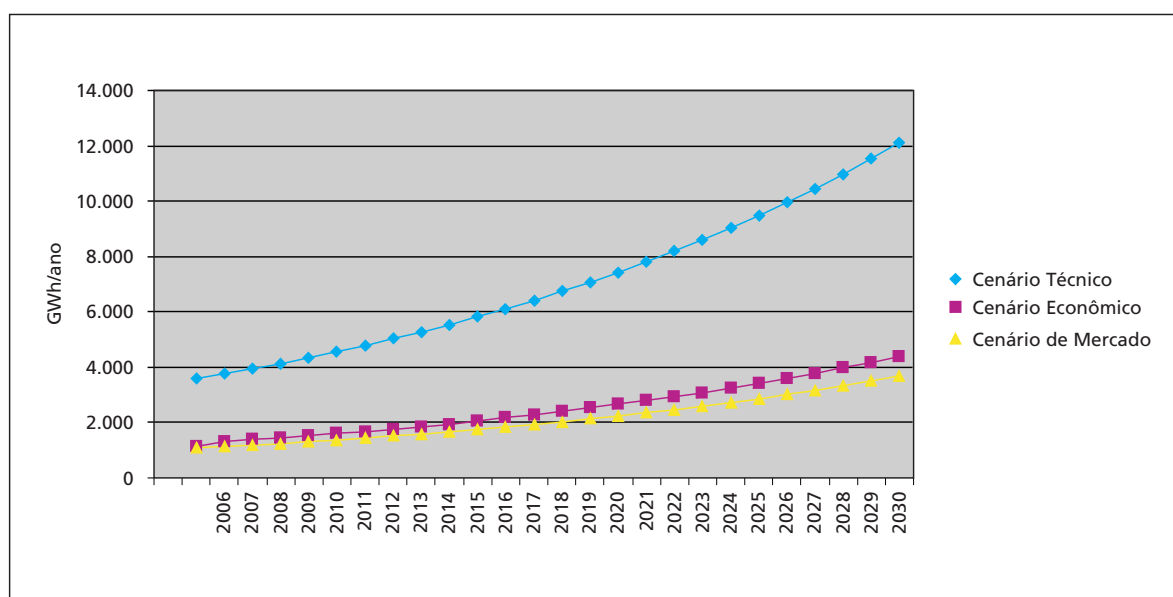
Deve-se ressaltar que a viabilidade da comercialização de RCEs provenientes de ações de eficiência energética depende da demonstração de sua elegibilidade para enquadramento no MDL, conforme as regras estabelecidas pelo Conselho Executivo do Tratado de Quioto da Convenção do Clima.

### 5.3. Resultados

#### Norte - Nordeste

**Cenários de geração de energia elétrica evitada para região Norte e Nordeste (GWh/ano) - considerando as perdas**

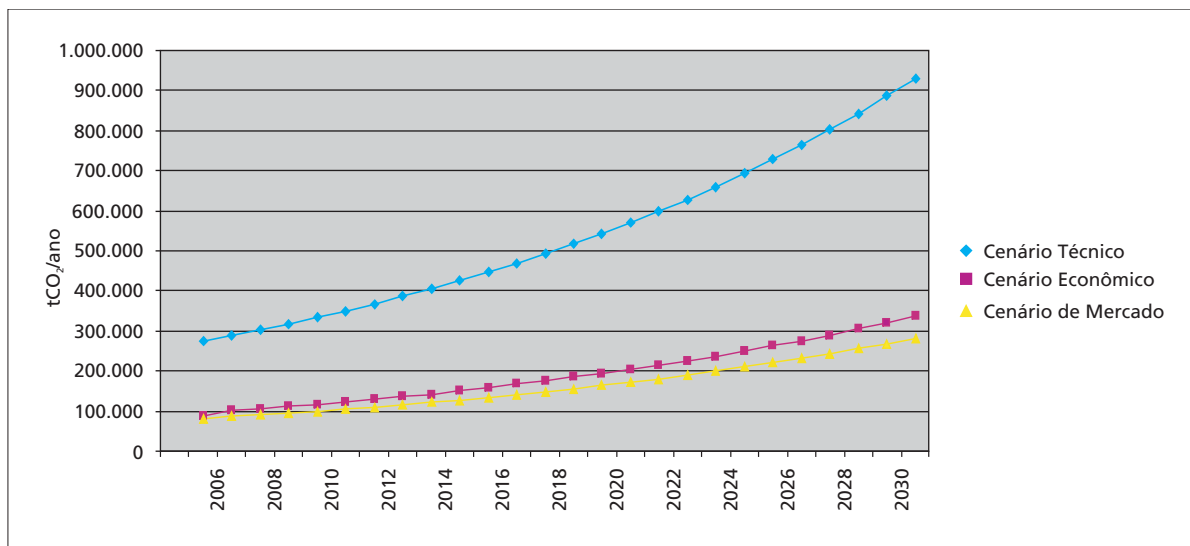
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Cenário Técnico	3.584	4.566	5.822	7.429	9.488	12.128
Cenário Econômico	1.125	1.603	2.050	2.664	3.427	4.393
Cenário de Mercado	1.076	1.373	1.755	2.244	2.874	3.684



#### Cenário de geração de energia elétrica evitada para as regiões N-NE.

**Cenário de redução de emissões para as regiões Norte e Nordeste - mil tCO<sub>2</sub>/ano**

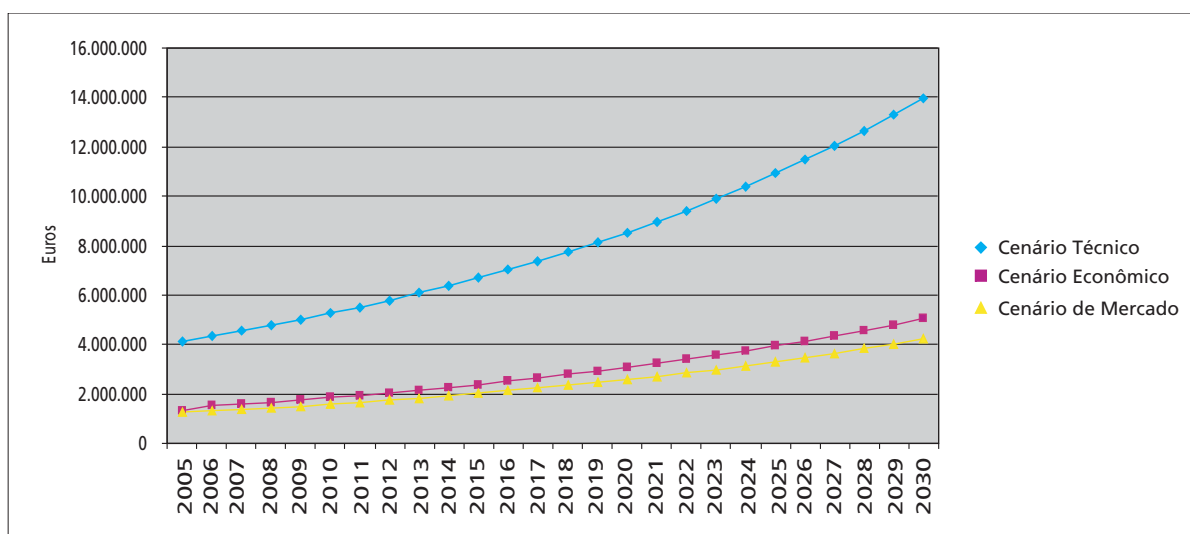
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Cenário Técnico	274,929	350,236	446,536	569,797	727,717	930,238
Cenário Econômico	86,277	122,938	157,257	204,301	262,824	336,964
Cenário de Mercado	82,491	105,313	134,580	172,151	220,433	282,545



### Cenário de redução de emissões para as regiões N-NE.

Receita Potencial para as regiões Norte e Nordeste, considerando preço de venda das RCEs em 15 €

Milhões €	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Cenário Técnico	4,123	5,253	6,698	8,546	10,915	13,953
Cenário Econômico	1,294	1,844	2,358	3,064	3,942	5,054
Cenário de Mercado	1,237	1,579	2,018	2,582	3,306	4,238



### Receita potencial para as regiões N-NE (Euros).

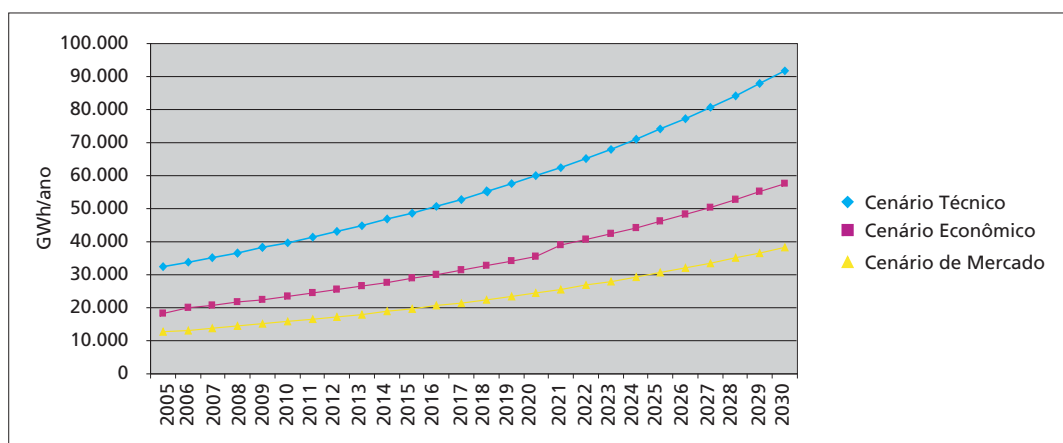
Impacto da venda das RCEs por MWh nas regiões N-NE

Euros/ MWh de energia conservada	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Cenário Técnico	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
Cenário Econômico	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
Cenário de Mercado	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28

## Sul-Sudeste-Centro-Oeste

### Cenários de geração de energia elétrica evitada para as regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste (GWh/ano) - considerando as perdas

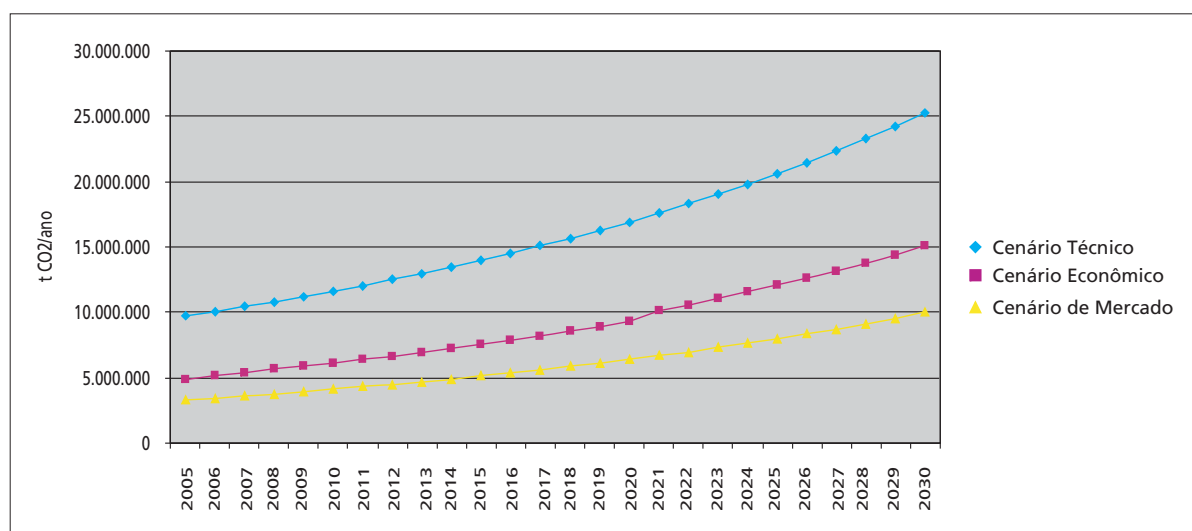
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Cenário Técnico	32.437	39.683	48.698	59.957	74.072	91.837
Cenário Econômico	18.440	23.500	28.935	35.674	46.234	57.691
Cenário de Mercado	12.705	15.765	19.642	24.472	30.577	38.353



### Cenários de geração de energia elétrica evitada para as regiões S-SE-CO.

### Cenários de redução de emissões para as regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste - Milhões tCO<sub>2</sub>/ano

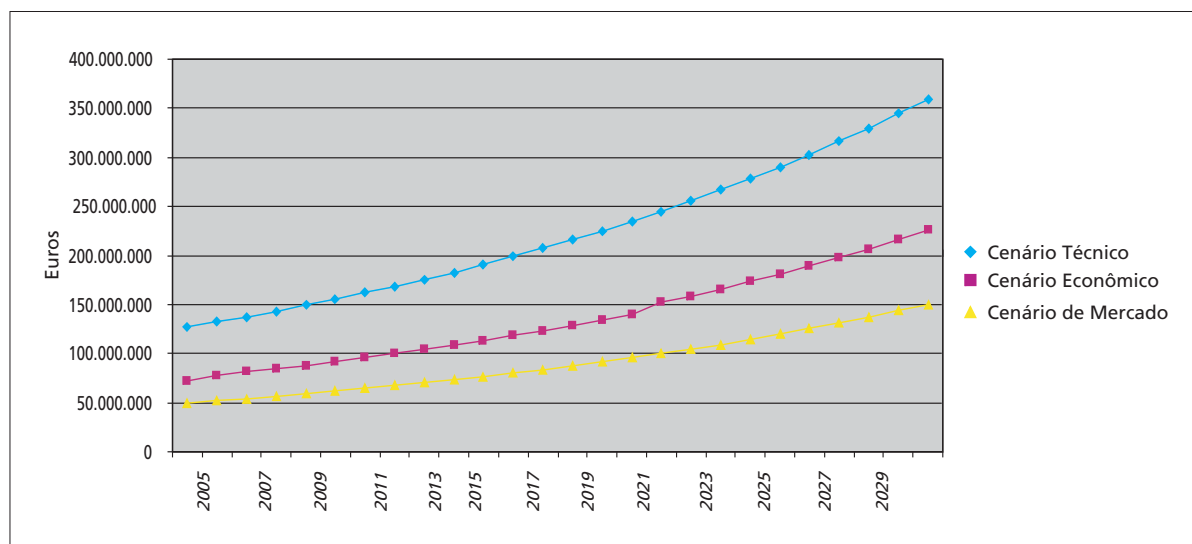
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Cenário Técnico	8,469	10,361	12,715	15,654	19,340	23,978
Cenário Econômico	4,814	6,135	7,554	9,314	12,071	15,063
Cenário de Mercado	3,317	4,116	5,128	6,389	7,983	10,013



### Cenários de redução de emissões para as regiões S-SE-CO.

**Receita Potencial para as regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste, considerando preço de venda dos certificados em 15 Euros**

Milhões €	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Cenário Técnico	127,041	155,417	190,725	234,822	290,103	359,677
Cenário Econômico	72,221	92,037	113,323	139,717	181,074	225,946
Cenário de Mercado	49,760	61,745	76,926	95,844	119,753	150,208



**Receita potencial para as regiões S-SE-CO (Euros).**

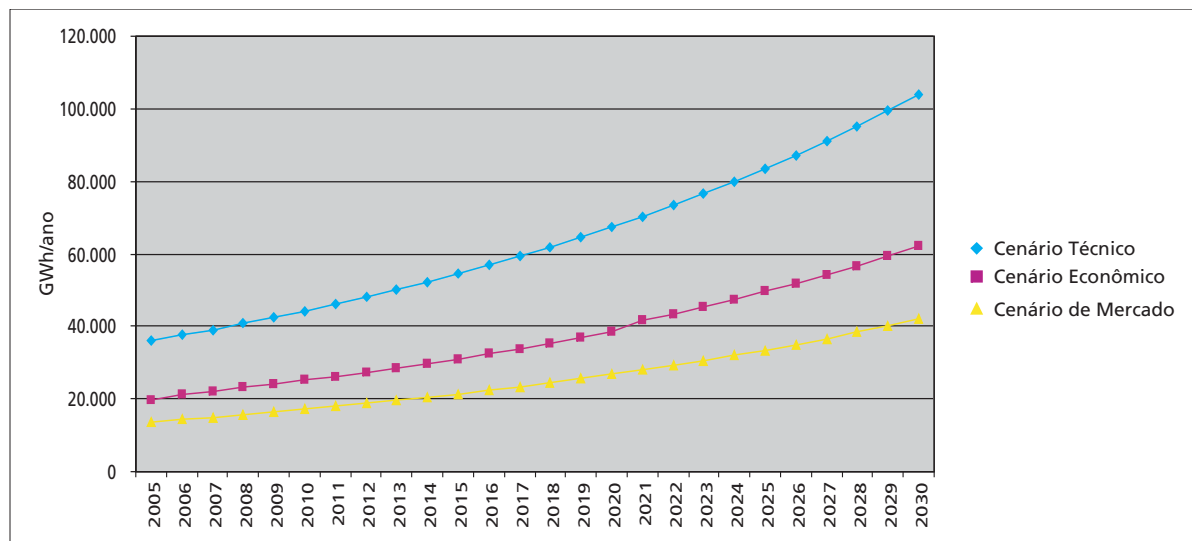
**Impacto da venda das RCEs por MWh nas regiões S-SE-CO**

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Cenário Técnico	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35
Cenário Econômico	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35
Cenário de Mercado	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35

**Brasil**

**Cenários de geração de energia elétrica evitada - Brasil (GWh/ano) - considerando as perdas**

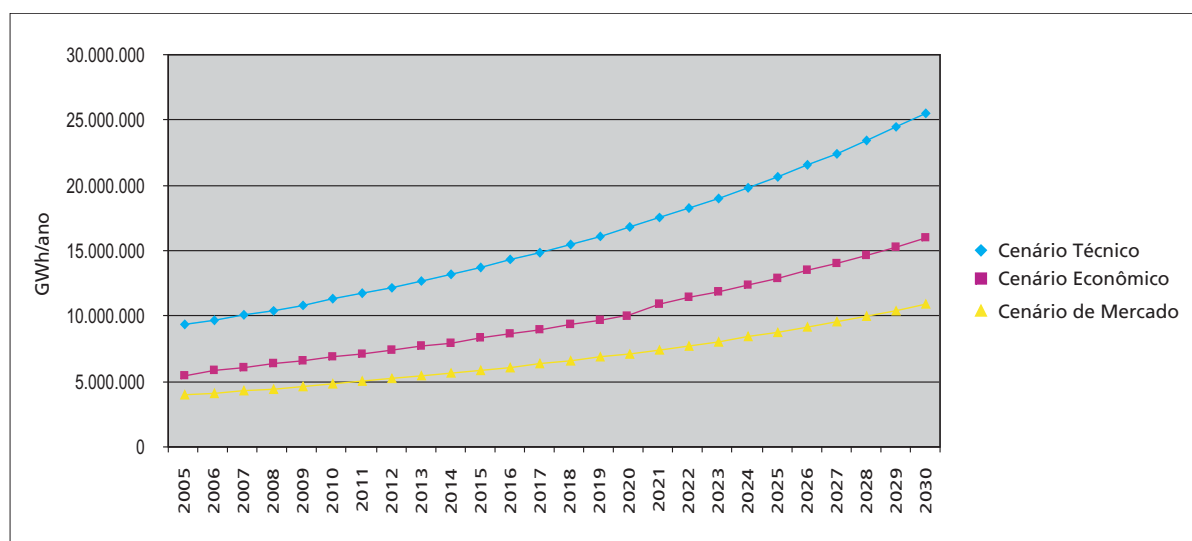
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Cenário Técnico	36.022	44.249	54.520	67.386	83.560	103.965
Cenário Econômico	19.565	25.103	30.985	38.338	49.660	62.084
Cenário de Mercado	13.781	17.138	21.396	26.717	33.451	42.037



### Cenários de geração de energia elétrica evitada – Brasil.

#### Cenários de redução de emissões Brasil - total – Milhões tCO<sub>2</sub>/ano

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Cenário Técnico	8,744	10,711	13,161	16,224	20,067	24,908
Cenário Econômico	4,901	6,258	7,712	9,518	12,334	15,400
Cenário de Mercado	3,399	4,221	5,263	6,561	8,204	10,296



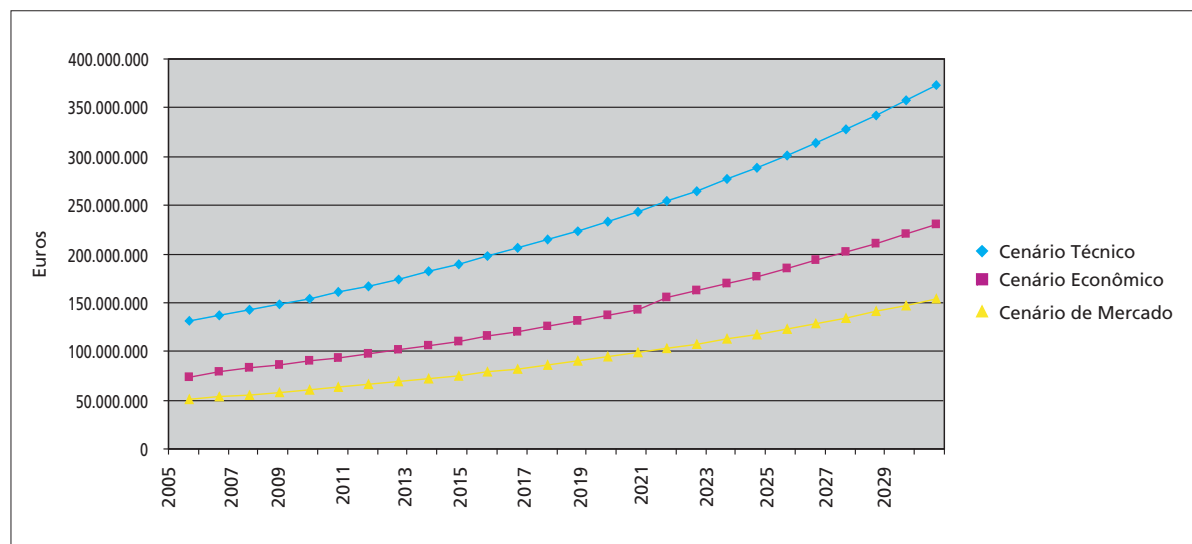
### Cenários de redução de emissões – Brasil.

#### Receita Potencial Brasil, considerando preço de venda dos certificados em 15

Milhões €	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Cenário Técnico	131,165	160,670	197,423	243,369	301,018	373,631
Cenário Econômico	73,516	93,881	115,682	142,781	185,016	231,000
Cenário de Mercado	50,997	63,324	78,945	98,427	123,060	154,446

### Impacto da venda das RCEs por MWh - Brasil total

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Cenário Técnico	4,05	4,03	4,02	4,01	4,00	3,99
Cenário Econômico	4,17	4,16	4,15	4,14	4,14	4,13
Cenário de Mercado	4,11	4,11	4,10	4,09	4,09	4,08



Receita potencial - Brasil (Euros)

## 6. CONHECIMENTO DO SELO PROCEL DE ECONOMIA DE ENERGIA

### 6.1. Baixa Tensão Residencial

Mediante a análise dos gráficos abaixo, percebemos que quase metade dos brasileiros já ouviu falar no Selo Procel. No entanto, afirmam entender o que ele significa apenas 33,5%.

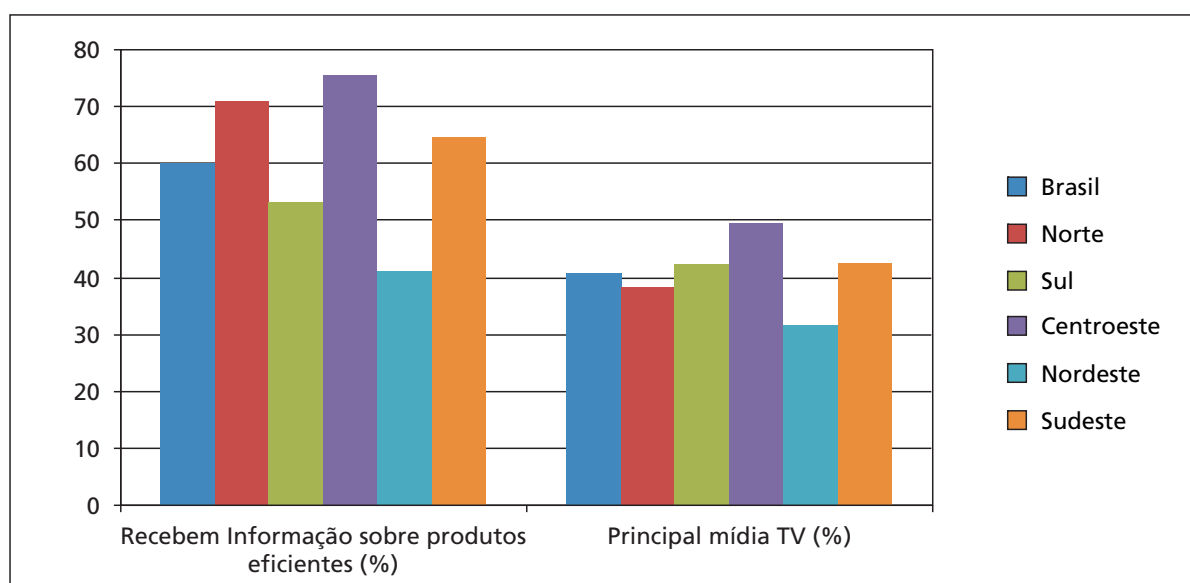
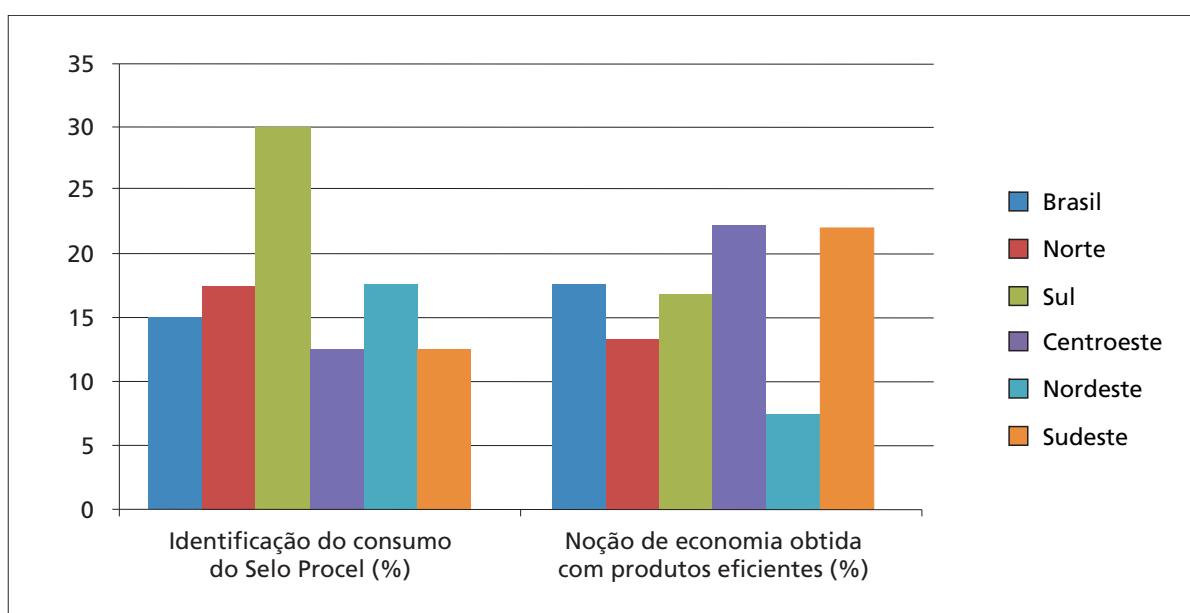
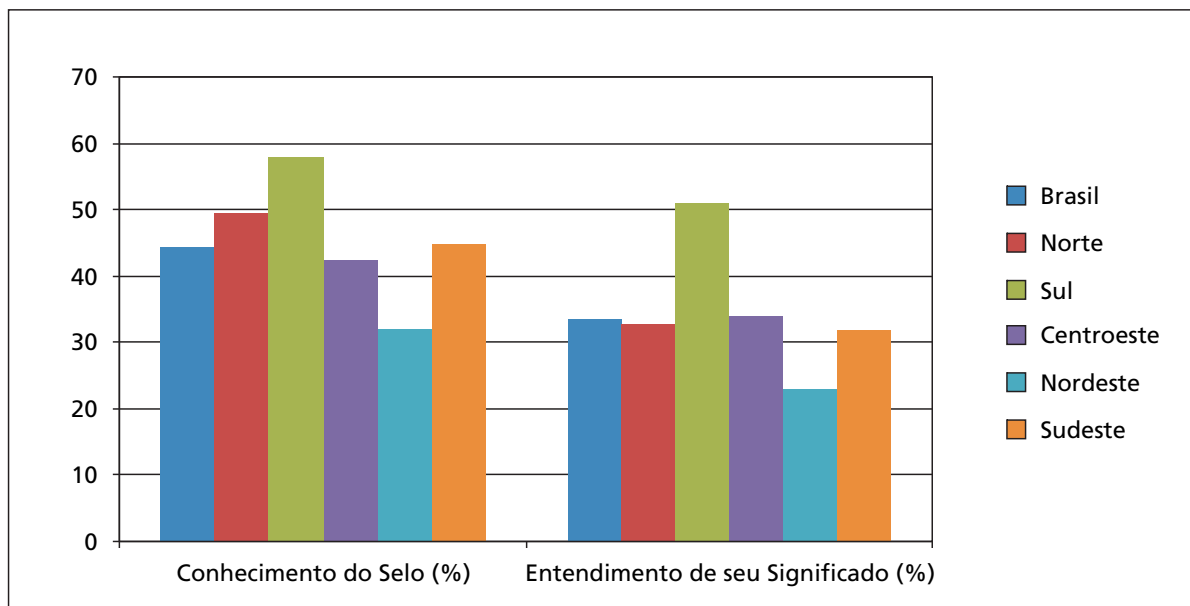
Esse número se reduz mais ainda expressivamente quando as perguntas se tornam mais objetivas, como por exemplo, se o entrevistado sabe identificar o consumo de energia de um determinado equipamento por meio do Selo Procel, ou mesmo, se ele tem noção de quanto poderia economizar em sua conta de luz utilizando apenas produtos eficientes. Nesses casos os percentuais ficam reduzidos a 15,1% e 17,6%, respectivamente.

Em nível regional, esse conhecimento oscila bastante, tendo como pico máximo a Região Sul e mínimo a Região Nordeste. Contudo, quando a questão é o real entendimento do que são produtos eficientes e de como eles podem proporcionar economia no consumo quem se destaca são as regiões Centro-Oeste e Sudeste.

Percebe-se que, em nível nacional, as informações e dicas sobre economia de energia, produtos eficientes e Selo Procel estão chegando aos consumidores (60%), atingindo, inclusive, expressivos 75,4 % na região Centro-Oeste.

O problema está é no entendimento dessa informação por parte dos consumidores, principalmente aqueles que vivem em regiões mais pobres, com menor índice de escolaridade e mesmo de cultura geral. Os resultados sugerem que, em futuras campanhas informativas, esse entendimento real seja buscado, talvez por meio de uma mensagem culturalmente mais adequada a cada região.

Quanto à mídia mais indicada à veiculação desse tipo de campanha essa é, sem dúvida, a televisão. Em todas as regiões brasileiras, essa foi a mídia mais apontada pelos entrevistados como aquela em que obtinham esse tipo de informação. Essa indicação ganha ainda mais força, quando analisamos que a posse média de TVs nos lares brasileiros é de 1,41, ou seja, em média há mais de um aparelho de TV em cada residência.

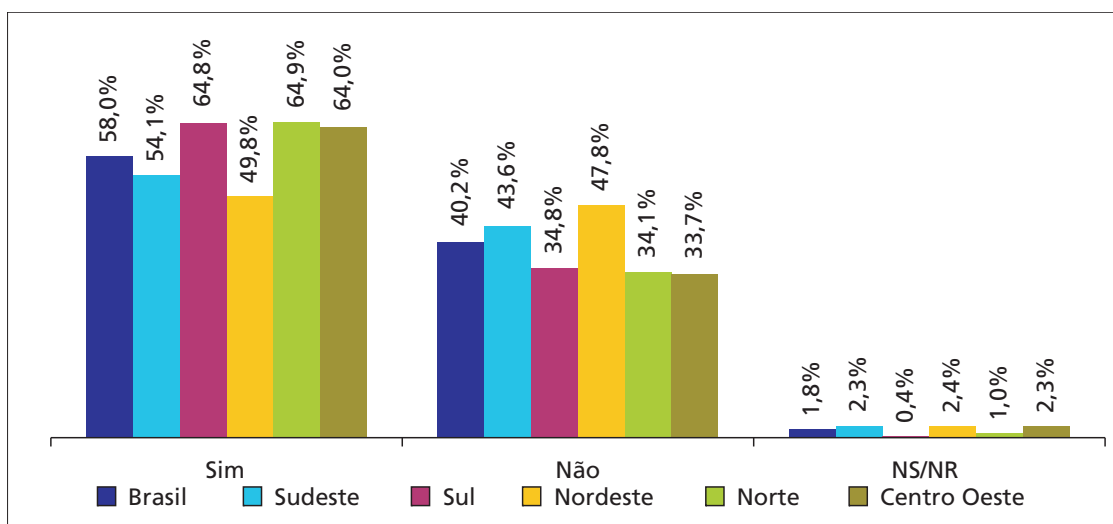


## 6.2. Baixa Tensão Comercial

Diferentemente do setor residencial, os setores de comércio e indústria demonstraram maior conhecimento do selo Procel e também maior entendimento de seu significado. O índice de recebimento de informações é o mesmo, mas a compreensão de seu conteúdo é maior.

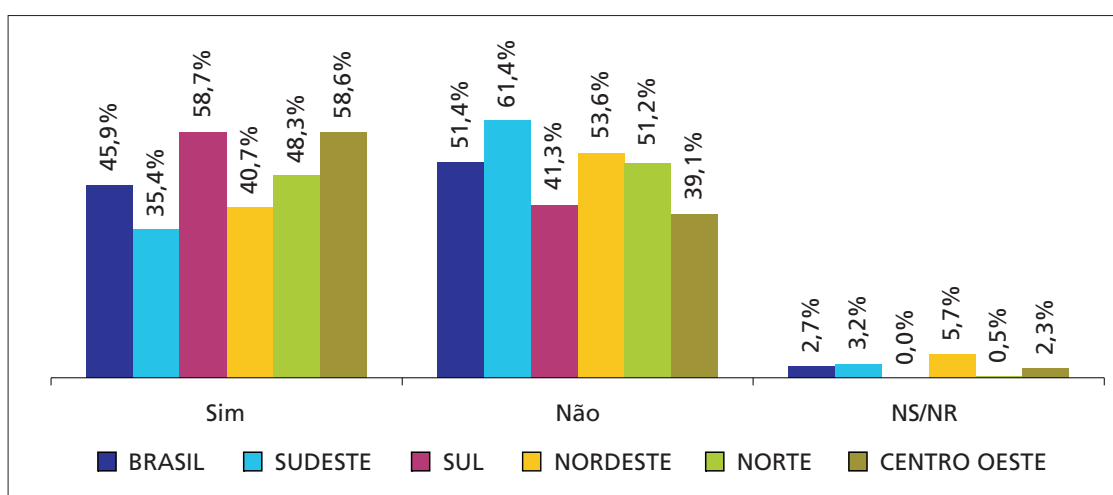
Apesar disso, nota-se que ainda não há uma cultura de uso racional de energia elétrica, menos de 40% dos clientes comerciais e industriais levam em conta o uso racional de energia na hora de estabelecer uma política de compras.

Novamente, nota-se um destaque positivo para a região Sul e negativo para a região Nordeste, sendo que, para esses setores, a mídia mais importante para a veiculação das informações acerca da energia elétrica são as contas de luz, com uma pequena vantagem de cerca de 2% com relação à TV.



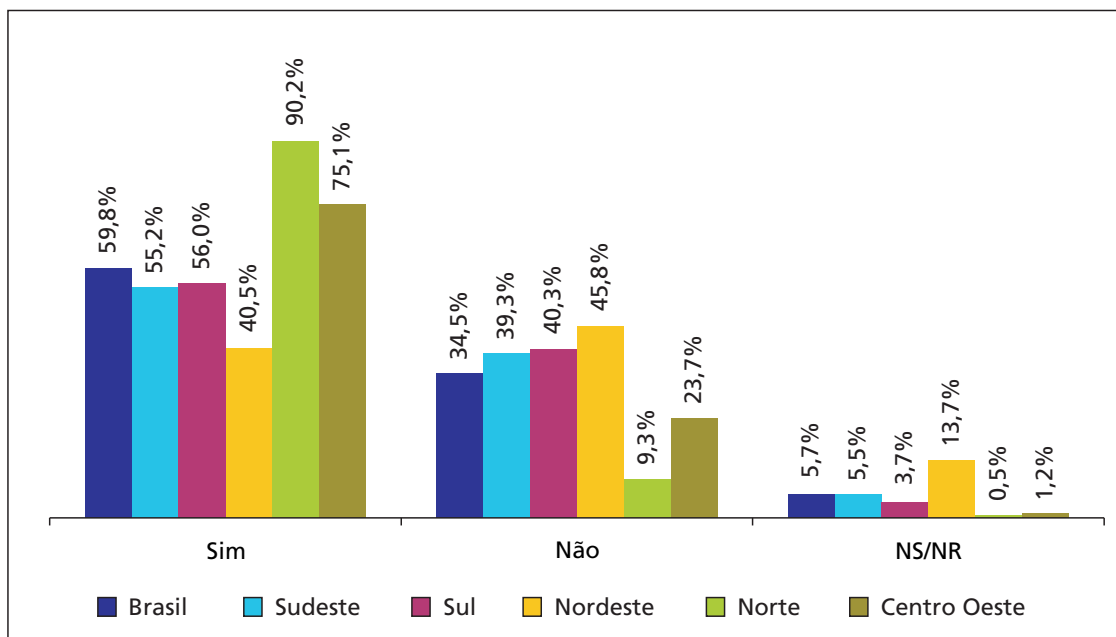
### Conhece o selo PROCEL

#### Sabe o que ele representa?

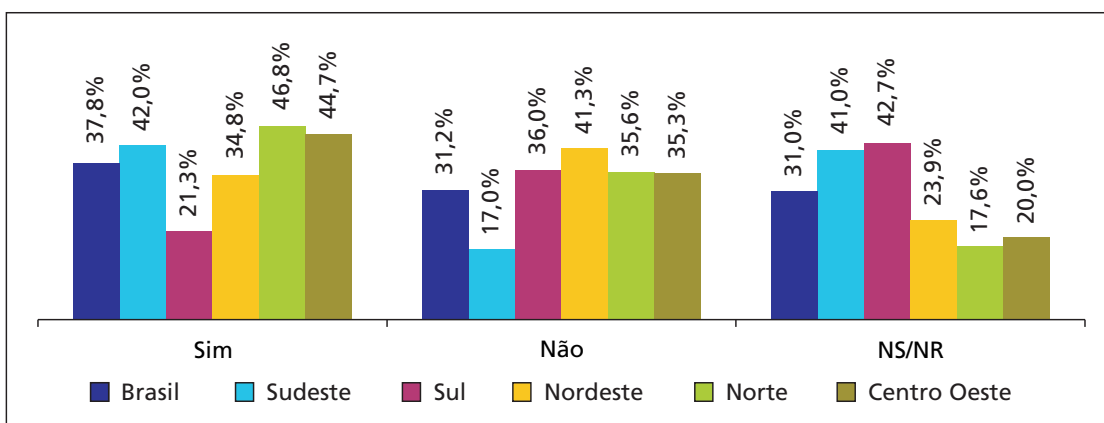




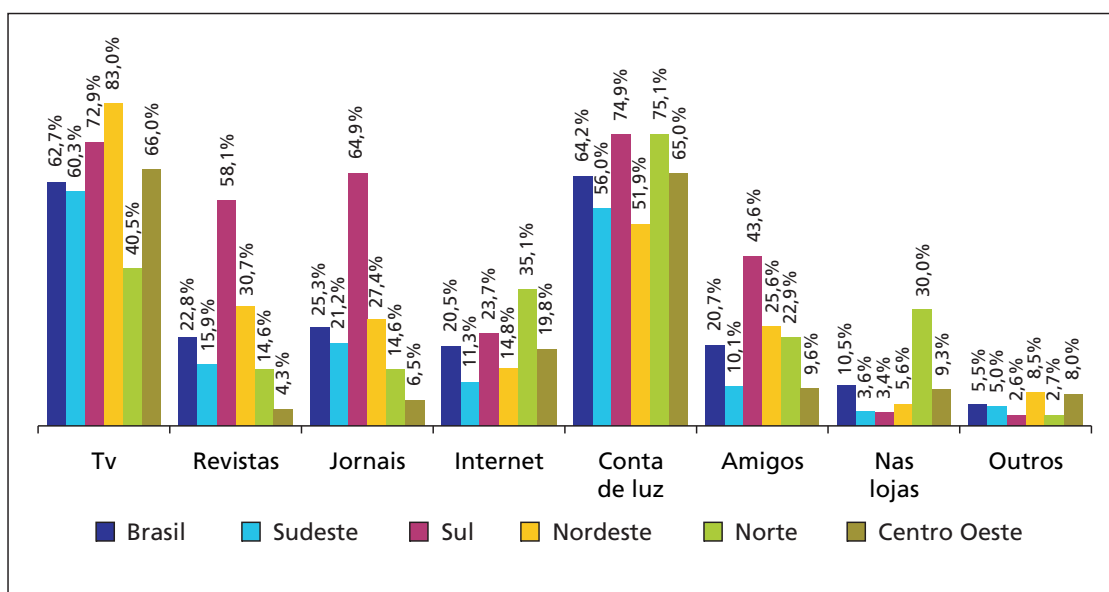
## Recebe informações sobre conservação de energia?



## Adota alguma política de compras que leve em consideração questões relativas à energia elétrica?

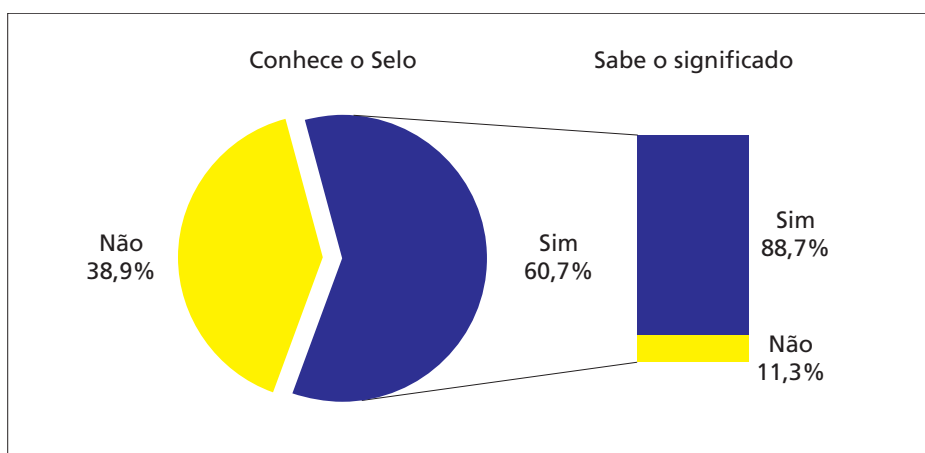


## Principais fontes de informação sobre conservação de energia:



### 6.3. Alta Tensão Industrial

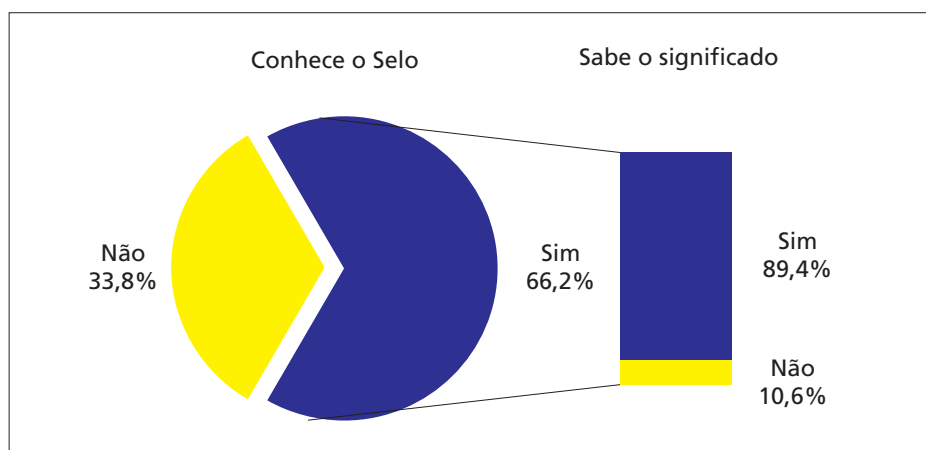
Quanto ao conhecimento das indústrias sobre o Selo PROCEL, verificou-se que cerca de 61% das unidades pesquisadas afirmaram que conhecem o Selo, e dessas, 88,7% sabem o que ele significa.



Percentual de indústrias que conhecem o Selo Procel e sabem seu significado.

### 6.4. Alta Tensão Comercial

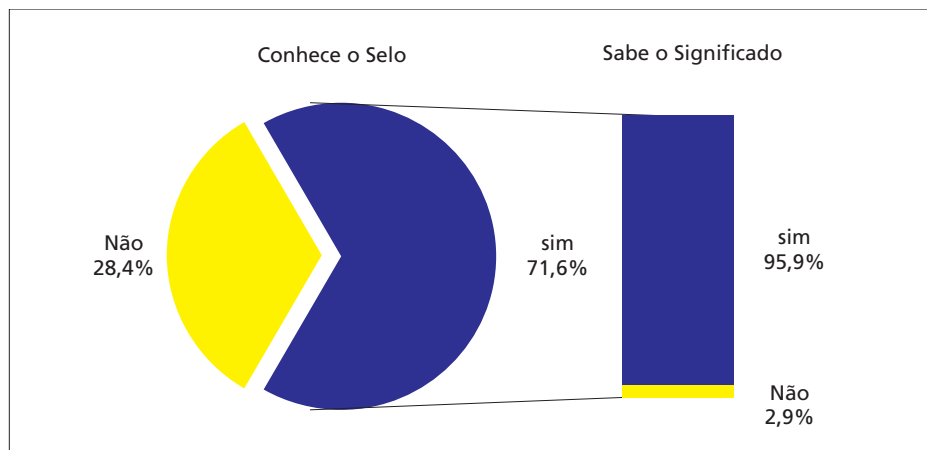
Quanto ao conhecimento das empresas sobre o Selo PROCEL, verificou-se que cerca de 66% das unidades pesquisadas afirmaram que conhecem o Selo, e dessas, 89,4% sabem o que ele significa.



Percentual de empresas que conhecem o Selo Procel e sabem seu significado.

### 6.5. Alta Tensão Prédios Públicos

Quanto ao conhecimento dos prédios públicos sobre o Selo PROCEL, verificou-se que cerca de 72% dos prédios pesquisados afirmaram que conhecem o Selo, e desses, 96% sabem o que ele significa.



**Percentual de prédios públicos que conhecem o Selo Procel e sabem o seu significado.**

## 7. DIFICULDADES ENCONTRADAS, LIÇÕES APRENDIDAS E CONCLUSÕES.

### 7.1. Dificuldades Encontradas (BT e AT)

Conforme já relatado ao longo do relatório, as maiores dificuldades encontradas na execução do projeto foram relacionadas ao trabalho de campo, especialmente na pesquisa da Alta Tensão. No caso da Baixa Tensão, referente aos consumidores comerciais e industriais, a maior dificuldade foi, sem dúvida, a questão da discrepância dos cadastros em TODAS as concessionárias que fizeram parte da pesquisa. As amostras sorteadas pelo cadastro, obedecendo aos ramos de atividades previamente selecionados, não correspondiam à realidade do campo. Em alguns casos, essa discrepância chegou a ultrapassar a marca de 50%. Com isso, fomos obrigados a alterar o procedimento e adotar o sistema de cotas por ramo de atividades para essas classes de clientes. Já para os clientes residenciais a citada dificuldade não existiu, pois os cadastros das empresas estavam bem mais atualizados e as alterações, nesse segmento de clientes, são menores.

Outro óbice registrado na pesquisa foi relacionado à questão da demora das concessionárias em realizar os sorteios das amostras, tanto da BT quanto da AT. Em alguns casos, foi necessária a intervenção do PROCEL/Eletrobrás para acelerar o sorteio das amostras nas concessionárias.

No que diz respeito à Alta Tensão, conforme já relatado, as maiores barreiras de campo foram o acesso aos consumidores e o seus engajamentos nas pesquisas. Apesar de contatos prévios realizados pelo consórcio, notou-se bastante resistência das empresas da amostra em atender e, principalmente mesmo responder aos itens da pesquisa.

Além disto, o apoio de algumas concessionárias, como primeiro canal de contato com seus clientes AT, deixou um pouco a desejar, causando um número elevado de recusas. Por fim, o tamanho do questionário, por conter quesitos sobre todas as utilidades possíveis, foi outro fator inibidor para um bom andamento das pesquisas AT.

### 7.2. Lições Aprendidas (AT e BT)

De tudo que foi mencionado, pode-se extrair as seguintes lições aprendidas na execução deste projeto:

- Os instrumentos de coleta de dados desenvolvido em 1998 para as classes residencial, comercial e industrial atendidos na BT (ou seja, para as pesquisas de posse e hábitos de consumo - PPH), não oferecem dificuldades maiores de aplicação no campo, podendo ser oficializados para futuros levantamentos.
- A metodologia de amostragem e campo para o segmento residencial também não apresentou qualquer tipo de dificuldade, podendo também ser recomendada para futuras PPH.
- A utilização do cadastro das concessionárias para a realização de PPH nas classes comercial/industrial, atendidas em baixa tensão, não é recomendada, pois os cadastros desses clientes estão bastante

defasados da realidade do campo. Nesse caso, sugere-se a amostragem por cotas dos ramos de atividades de interesse na pesquisa.

- Há a necessidade de maior envolvimento das concessionárias no processo das pesquisas, bem como das federações, associações e demais instituições representativas das classes de consumo que venham a ser pesquisados, visando a se obter um maior engajamento de seus consumidores nas futuras pesquisas.
- Para os clientes de AT, a utilização do instrumento convencional de questionário não se mostrou o mais ideal, devido ao volume de informações envolvidas na pesquisa, em função da diversidade das atividades e dos processos desses clientes. Recomenda-se, nesse caso, reduzir a abrangência das informações a serem levantadas, realizando-se pesquisas específicas para setores de atividade mais representativos ou para os principais sistemas e processos existentes nas instalações consumidoras, ou seja, ar comprimido, bombeamento, aquecimento, vapor etc.
- Outra possibilidade de aprimoramento metodológico, para uma maior adesão dos consumidores às futuras pesquisas, seria a introdução de questões relativas à eficiência energética dentro do contexto de outras pesquisas já consagradas e realizadas em diversos setores da atividade econômica, buscando uma sinergia de informação entre elas.

### **7.3. Conclusões (AT)**

As estimativas do potencial de conservação de energia ficaram comprometidas para os clientes AT, em virtude da informação de campo conseguida não ter a representatividade necessária, decorrente, por sua vez, do nível de rejeição apresentado pelos consumidores.

Dada a sua abrangência, a pesquisa AT, conforme concebida, mostrou-se ambiciosa e, portanto, sujeita às dificuldades enfrentadas e a consistência dos resultados obtidos. É relevante, no entanto, destacar que, mesma tratando-se de uma pesquisa pioneira, isto é, uma primeira incursão nas classes industrial, comercial e de poderes públicos atendidos em alta tensão, ela mostrou-se válida pela sondagem realizada e pela experiência adquirida nesses clientes, o que certamente contribuirá para o aperfeiçoamento quando da realização de pesquisas futuras.

---

