



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**Evolução do Consumo de Energia Elétrica e
os Grandes Consumidores em Pernambuco**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Pernambuco para aprovação do trabalho final do Curso de Graduação.

Brunno Wagner Lemos de Souza

RECIFE
2012

Brunno Wagner Lemos de Souza

**Evolução do Consumo de Energia Elétrica e
os Grandes Consumidores em Pernambuco**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Pernambuco para aprovação do trabalho final do Curso de Graduação.

Orientador: Prof. Dr. Heitor Scalabrini Costa

**RECIFE
2012**

Catálogo na fonte

S729e Souza, Brunno Wagner Lemos de .
Evolução do consumo de energia elétrica e os grandes consumidores
em Pernambuco / Brunno Wagner Lemos de Souza. – 2012.
57 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Heitor Scalabrini Costa.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Departamento de Engenharia Elétrica, 2012.
Inclui Referências e Anexos.

1. Engenharia Elétrica. 2. Energia elétrica. 3. Geração elétrica. 4.
Consumidores industriais. 5. Evolução da geração e consumo. 6. Suape. 7.
Termelétrica. I. Costa, Heitor Scalabrini (Orientador). II. Título.

621.3 CDD (22. ed.)

UFPE

FOLHA DE APROVAÇÃO

Brunno Wagner Lemos de Souza

Evolução do Consumo de Energia Elétrica e os Grandes Consumidores em Pernambuco

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Pernambuco para aprovação do trabalho final do Curso de Graduação.

Aprovada em: ____/____/____

Comissão examinadora:

Membros:

Prof. Dr. Heitor Scalabrini Costa (UFPE) – Orientador

Prof. Dr. Marcelo Cavalcanti (UFPE)

Prof. Msc. Robson Silva Passo (IFPE)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe, Olga Lemos, à minha avó, Ivone Lemos, ao meu irmão, Dannilo Wagner, aos meus tios e tias, primos e primas, namorada e amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me proporcionar saúde, por dar o dom da inteligência, que me fez procurar um aprendizado contínuo e buscar permanentemente o conhecimento, além de dar condições financeiras, físicas e psicológicas de buscar de um futuro melhor, através da educação.

À minha família, em especial, minha mãe, Olga Lemos, à minha avó, Ivone Lemos e ao meu irmão, Dannilo Wagner. Aos meus tios e tias, primos e primas, pois são exemplos a serem seguidos, por serem pessoas de coração puro, íntegras e de caráter bem formado. Sempre me apoiaram e mostraram que sou capaz de ir cada vez mais longe, bastando apenas esforço e dedicação.

À minha namorada pela paciência, dedicação e companheirismo nas horas difíceis e por todo apoio oferecido.

A meus verdadeiros amigos que de certa forma contribuíram para realização deste trabalho.

A todos os professores, que passaram seus conhecimentos durante anos de estudo, incentivando e oferecendo subsídios para a concretização deste trabalho.

Agradeço especialmente ao orientador Prof. Heitor Scalabrini que procurou todos os recursos possíveis para ajudar em toda a pesquisa, dedicando-se na orientação durante todo período na construção deste trabalho, pela virtude de proporcionar uma visão esclarecedora quanto ao consumo de energia elétrica no estado de Pernambuco e das energias renováveis durante a disciplina ministrada.

RESUMO

Este trabalho estuda a evolução da geração e do consumo de energia elétrica, nos anos de 2000, 2005 e 2010 no Brasil com ênfase no estado de Pernambuco. São descritos os grandes setores consumidores industriais de energia elétrica. Foi utilizado como fonte principal de dados o Balanço Energético Nacional (BEN) elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), que mostra a contabilidade relativa à oferta e consumo de energia no Brasil. As fontes principais de dados consultados para Pernambuco foram a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE) e a Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), entre outras. O objetivo foi sistematizar informações, mostrar a participação energética de Pernambuco com relação à matriz nacional. Na geração elétrica, destaca-se a criação de um pólo com usinas termelétricas a combustíveis fósseis (gás natural e óleo combustível) a serem instaladas na região do Complexo Industrial Portuário de Suape, com Suape I (48 MW), Suape II (380 MW) e Suape III (1.452 MW), a TermoPernambuco (532 MW), e a termelétrica da Refinaria Abreu e Lima (200 MW), totalizando um parque gerador de 2.612 MW. No consumo de energia elétrica, é analisada a evolução nos últimos 10 anos, e identificados os atuais e mais importantes consumidores industriais no estado de Pernambuco. Destaca-se o Complexo Industrial e Portuário de Suape como importante produtor e consumidor industrial de energia elétrica.

Palavras chaves: Energia Elétrica, Geração Elétrica, Consumidores Industriais, Evolução da Geração e Consumo, Suape, Termelétrica.

ABSTRACT

This work studies the evolution of the generation and consumption of electricity in the years 2000, 2005 and 2010 in Brazil with emphasis on the state of Pernambuco. This report describes the major industrial sectors that consume electricity. Was used as the primary source of data the National Energy Balance (BEN) prepared by the Energy Research Company (EPE), which shows the records of the supply and consumption of energy in Brazil. The main sources of data were consulted to Pernambuco Companhia Energetica de Pernambuco (CELPE) and the Sao Francisco Hydroelectric Company (CHESF), among others. The goal was to systematize information, showing the participation of Pernambuco energy with respect to national headquarters. In electricity generation, there is the creation of a pole with thermal power plants fossil fuels (natural gas and fuel oil) to be installed in the region of Port and Industrial Complex Suape with Suape I (48 MW), Suape II (380 MW) and Suape III (1,452 MW), Termopernambuco (532 MW), and thermoelectric Abreu e Lima Refinery (200 MW), with a total generating capacity of 2612 MW. In the energy consumption is analyzed developments in the last 10 years, and identified current and most important industrial consumers in the state of Pernambuco. We highlight the Port and Industrial Complex of Suape as an important producer and industrial consumer of electricity.

Keywords: *Electric Power Generation, Electrical, Consumer, Industrial, Development of Generation and Consumption, Suape, Thermal.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Oferta Interna de Energia Elétrica.....	13
Figura 2.2. Usina solar fotovoltaica de Tauá-CE.....	21
Figura 2.3. Parque Eólico Praias de Parajuru	21
Figura 2.4. Parque Eólico de Praia do Morgado-CE.....	22
Figura 2.5. Parque Eólico Volta do Rio	22
Figura 2.6. Produção Física Industrial e Consumo de Eletricidade no Brasil.....	31
Figura 3.1. Consumo Total por Ano.....	46
Figura 3.2. Percentual do Consumo por Setores	46
Figura 3.3. Número de Consumidores por Ano	47
Figura 3.4. Percentual do Número de Consumidores por Setores	47
Figura 3.5. Consumo de Energia Elétrica por Setores	47
Figura 3.6. Percentual do Consumo de Energia Elétrica nas Atividades Industriais no ano de 2000	48
Figura 3.7. Percentual do Consumo de Energia Elétrica nas Atividades Industriais no ano de 2005	48
Figura 3.8. Percentual do Consumo de Energia Elétrica nas Atividades Industriais no ano de 2010	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Oferta Interna de Energia (tep e %)	16
Tabela 2.2. Oferta interna de energia elétrica (OIEE) (GWh e %)	17
Tabela 2.3. Configurações da oferta de eletricidade por fonte (% e TWh)	17
Tabela 2.4. Capacidade Instalada em Autoprodutores no Setor Industrial	19
Tabela 2.5. Geração Total de Energia Elétrica por Autoprodutores	19
Tabela 2.6. Localização das Usinas Eólicas no Brasil	23
Tabela 2.7. Localização das usinas e respectivas potências instaladas	25
Tabela 2.8. Localização das PCH's e respectivas potências em 2010	27
Tabela 2.9. Localização das PCH's e respectivas potências em 2011	28
Tabela 2.10. Localização das PCH's e respectivas potências em 2012	28
Tabela 2.11. Consumo final de energia por fonte	30
Tabela 2.12. Consumo Final de Energia por Setor	30
Tabela 2.13. Consumo de Energia Elétrica na Rede 2008-2010 no Brasil, por classe (GWh)	31
Tabela 2.14. Consumo de Energia Elétrica na Rede 2008-2010 no Brasil, por subsistema(GWh).....	33
Tabela 2.15. Consumo de Energia Elétrica (MWh) dos Setores Industriais Eletrointensivos	34
Tabela 3.1. Usinas que utilizam de recursos hídricos	41
Tabela 3.2. A potência de usinas que utilizam bagaço de cana de açúcar	41
Tabela 3.3. Setores Responsáveis pelo Consumo de Energia no Estado.....	42
Tabela 3.4. Evolução do Consumo Através da Evolução do Número de Clientes.....	43
Tabela 3.5. Taxa de Crescimento do Consumo no Estado	43
Tabela 3.6. Evolução do Consumo de Energia Elétrica por Setores	44
Tabela 3.7. Percentual Quantitativo da Evolução do Consumo de Energia Elétrica por Setores.....	44
Tabela 3.8. Evolução do Número de Consumidores por Setores.....	45
Tabela 3.9. Percentual do Número de Consumidores por Setores.....	45
Tabela 3.10. Consumo de Energia Elétrica (MWh) por Ramos de Atividade Industrial	50

LISTA DE SIGLAS

ACL	Ambiente de Livre Contratação
AMBEV	Companhia de Bebidas das Américas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional de Petróleo
ATR	Termos de Açúcares Recuperáveis
BEN	Balanço Energético Nacional
BENPE	Balanço Energético de Pernambuco
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CELPE	Companhia de Energia Elétrica do Estado de Pernambuco
CEP	Companhia Energética de Petrolina
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GW	Gigawatt
GWh	Gigawatt-hora
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
KW	Kilowatt
KWh	Kilowatt-hora
MAE	Mercado Atacadista de Energia
MME	Ministério de Minas e Energia
MW	Megawatt
MWh	Megawatt-hora
OIEE	Oferta Interna de Energia Elétrica
OMM	Organização Mundial de Meteorologia
ONS	Operador Nacional de Sistema Elétrico
PDVSA	Petróleos de Venezuela S.A
SEIN	Secretaria Estadual de Infraestrutura
SEME	Secretaria Extraordinária de Minas e Energia
SETEC	Secretaria de Tecnologia
SIN	Sistema Interligado Nacional
TEP	Toneladas Equivalentes de Petróleo
TW	Terawatt
TWh	Terawatt-hora
W	Watt

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE SIGLAS	ix
1. INTRODUÇÃO	12
2. ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL	13
2.1. O Setor Elétrico no Brasil.....	14
2.2. Oferta Interna de Energia Elétrica.....	15
2.2.1. Autoprodutores.....	18
2.2.2 Fontes Renováveis.....	20
2.3. Consumo de Energia Elétrica.....	29
2.4. Principais Setores Consumidores.....	32
2.4.1. Setor Industrial	32
2.4.2. Setor Residencial.....	35
2.4.3. Setor Comercial.....	35
3. ENERGIA ELÉTRICA EM PERNAMBUCO.....	36
3.1. Geração de Energia Elétrica	36
3.2. Consumo de Energia Elétrica.....	42
3.2.1. Evolução do Consumo de Energia Elétrica.....	43
3.3. Principais Setores Consumidores Industriais.....	49
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS.....	53
ANEXOS.....	56

1. INTRODUÇÃO

O Balanço Energético Nacional, conhecido como BEN, é o documento tradicional do setor energético brasileiro, que, por mais de 30 anos, divulga anualmente a contabilidade da oferta e consumo de energia no país. Sendo uma das mais completas e sistematizadas bases continuadas de estatísticas energéticas disponíveis. É uma referência fundamental para qualquer estudo de planejamento energético, seja no ambiente público e governamental, seja no ambiente privado.

Dispor dos dados utilizados para contabilidade energética, com a qualidade necessária e em tempo hábil, é um imenso desafio, e o BEN cumpre este papel em nível federal. Nos estados da federação, poucos são aqueles que mantêm com regularidade uma base de dados sistematizada e que disponibilizem seus Balanços Energéticos Estaduais na mesma frequência anual do BEN.

Em Pernambuco, a última publicação oficial do governo Estadual foi em 1999 disponibilizando o Balanço Energético de Pernambuco (BENPE). Naquela época, o órgão responsável era a Secretaria Estadual de Infraestrutura (SEIN). Desde então, não se tem para uso público tal documento de grande importância para o próprio planejamento energético, para os pesquisadores e para o público em geral. Segundo Cavalcanti (2000) A razão desta ausência é devido a fatores políticos onde algumas secretarias do Estado foram extintas como: SETEC (Secretaria de Tecnologia), SEME (Secretaria Extraordinária de Minas e Energia), com isso houve uma desmobilização da equipe responsável pelo desenvolvimento do BENPE.

Diante do fato de nem sempre os dados e séries temporais da evolução do consumo por setores e produção de eletricidade estarem disponibilizados facilmente, partiu-se para o levantamento e sistematização destas informações no estado. Com relação ao Brasil, as publicações de referência foram os BEN's dos anos pesquisados. E é importante destacar o lançamento do Atlas de Energia Elétrica do Brasil pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), sobre as fontes e tecnologias de geração de energia elétrica, empreendimentos de geração e transmissão, assim como aspectos socioeconômicos de interesse do setor elétrico brasileiro.

O trabalho consistiu em identificar, em particular, a evolução da produção e consumo de energia desde o ano 2000 em Pernambuco. Com a aceleração das obras do Complexo Portuário Industrial de Suape, verificou-se também o surgimento do pólo de termelétricas movidas a óleo combustível e gás natural.

2. ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

A geração interna de energia elétrica no Brasil em 2010 foi de 509,2 TWh. Somando as importações de 35,9 TWh à geração interna, ocorreu uma oferta interna de energia elétrica de 545,1 TWh, montante 8,4% superior a 2009. Já o consumo final foi de 455,7 TWh, um aumento de 7,8% em relação a 2009.

Permanece como principal a contribuição de centrais de serviço público, com 87,5% da geração total. A principal fonte de energia é a energia hidráulica que contribui com 74% da oferta.

A geração a partir de combustíveis fósseis representou 9,8% do total das centrais de serviço público contra 8,9% em 2009, o que indica um aumento na participação dos combustíveis fósseis através de usinas termelétricas na geração elétrica.

A geração de autoprodutores em 2010 apresentou expressivo crescimento de 18,4% com relação ao ano anterior.

A figura 2.1 apresenta a estrutura da oferta interna de energia elétrica por fonte energética no Brasil em 2010. É possível observar que 74,0% da energia total foi gerada por fonte hidráulica, o que revela que é a fonte mais utilizada, e que 1,3% da oferta é através de carvão e derivados. Ainda vemos que a energia por fonte nuclear apresentou um percentual de 2,7% da oferta, enquanto que, a partir de derivados do petróleo, foram gerados 3,6% do total ofertado, e o gás natural aparece com 6,8%. A energia eólica é representada como uma fonte de mínima geração de energia com apenas 0,4%, a biomassa com 4,7% e por fim 6,5% da energia foram obtidas de importações.

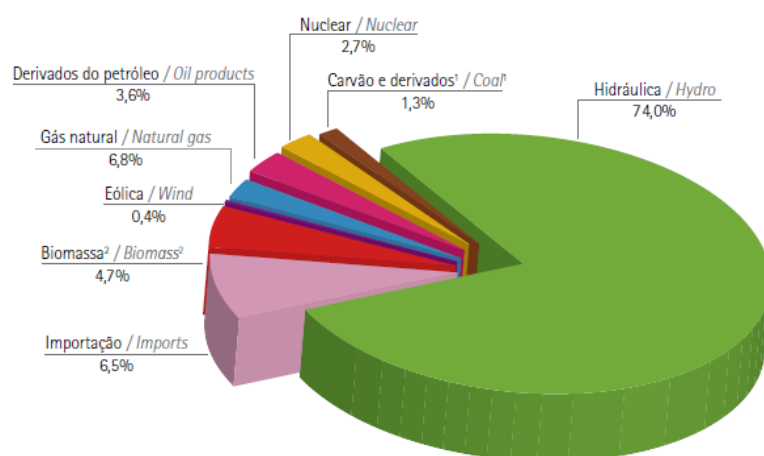


Figura 2.1. Oferta Interna de Energia Elétrica.
Fonte: Balanço Energético Nacional - 2011.

Verifica-se que o Brasil apresenta uma matriz de geração elétrica de origem predominantemente renovável. Somando as importações, que essencialmente também são de origem renovável, pode-se afirmar que aproximadamente 86% da eletricidade no Brasil é originada de fontes renováveis.

2.1. O Setor Elétrico no Brasil

Nos últimos anos, o setor elétrico brasileiro vem passando por grandes transformações, que foram intensificadas a partir de 1995 com o processo de privatização das empresas estatais de energia elétrica. Alegava-se, então, que o objetivo dessas mudanças era atender à expansão da demanda de energia do país, em face da incapacidade do Estado de continuar investindo na sua ampliação.

A Lei 9.074 de 1995 estabeleceu normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências, definindo regras para a atuação do Produtor Independente de Energia e da opção de compra de energia por parte dos grandes clientes. Já a Lei 10.848 de 2004 dispõe sobre a comercialização da energia elétrica, que visava aumentar a concorrência entre as empresas do setor pela contratação livre na comercialização de energia.

Para regular e fiscalizar esse novo mercado de energia foi criada em dezembro de 1996 a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que tem como missão proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade. Em 1998, foi criado o Mercado Atacadista de Energia - MAE, com a finalidade de dinamizar a compra e venda das sobras de energia elétrica, sendo um ambiente virtual no qual se processam a compra e venda de energia elétrica entre seus participantes, através de contratos bilaterais, como em um mercado de curto prazo, tendo como limites os sistemas interligados (CCEE, 2011). Portanto, o processo de reestruturação do setor elétrico brasileiro tem evoluído no sentido de permitir a liberalização completa do mercado de energia elétrica, visando alguns objetivos como:

- Garantir a segurança do suprimento de energia elétrica, visando detectar desequilíbrio entre a oferta e demanda de energia.
- Promover a modicidade tarifária, ou seja, garantir a redução do custo de aquisição da energia elétrica através de leilões, repassando para a tarifa dos consumidores cativos.

- Promover a inserção social, em particular, pelos programas de universalização de atendimento, criando condições para que os benefícios da eletricidade sejam disponibilizados aos cidadãos garantindo subsídio para os consumidores de baixa renda.

2.2. Oferta Interna de Energia Elétrica

Em 2010, a oferta de energia elétrica no Brasil atingiu o montante equivalente a 267,4 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (TEP), ou seja, em torno de 3,1 milhões de GWh de energia, sendo o montante 9,6% superior ao ano de 2009 e equivalente a cerca de 2% da energia mundial. A TEP é uma unidade de energia utilizada na comparação do poder calorífero de diferentes formas de energia com o petróleo. Uma tep corresponde à energia que se pode obter a partir de uma tonelada de petróleo padrão utilizando-se como fator de conversão tem-se $1 \text{ tep} = 11,63 \times 10^3 \text{ kWh}$ (ANEEL, 2011).

A energia que movimenta a indústria, o transporte, o comércio e demais setores econômicos do país recebe denominação de consumo final no balanço energético nacional.

Para chegar ao local de consumo, a energia é transportada por gasodutos, linhas de transmissão, rodovias, ferrovias, dentre outros processos que demandam perdas de energia.

Por outro lado, a energia extraída da natureza não se encontra nas formas mais adequadas para os usos finais, necessitando, na maioria dos casos, passar por processos de transformação (refinarias que transformam o petróleo em óleo diesel, gasolina e outros derivados; usinas hidrelétricas que aproveitam a energia mecânica da água para produção de energia elétrica; carvoarias que transformam a lenha em carvão vegetal e outros). Esses processos também demandam perdas de energia.

No BEN, assim como os balanços energéticos de outros países, a soma do consumo final de energia, das perdas na distribuição e armazenagem e das perdas nos processos de transformações recebe a denominação de Oferta Interna de Energia (OIE), também denominada de demanda total de energia. A estrutura da OIE por energético é comumente chamada de matriz energética.

A tabela 2.1 mostra a contribuição das diversas fontes energéticas na oferta interna de energia, ou seja, é possível observar um pequeno decréscimo na participação das fontes renováveis de energia, como resultado de baixo crescimento da geração hidráulica, da demanda de lenha e da produção de etanol. A lenha, apesar de boa recuperação na indústria metalúrgica e em outros setores, teve retração no uso residencial em razão do crescimento de

mais de 3% no consumo de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), conhecido como gás de cozinha.

Tabela 2.1. Oferta Interna de Energia (tep e %).

ESPECIFICAÇÃO	mil tep		10/09%	Estrutura %	
	2009	2010		2009	2010
NÃO-RENOVÁVEL	128.572	146.169	13,7	52,7	54,7
Petróleo e Derivados	92.422	100.864	9,1	37,9	37,7
Gás Natural	21.145	27.564	30,4	8,7	10,3
Carvão Mineral e Derivados	11.572	13.899	20,1	4,7	5,2
Urânio (U308) e Derivados	3.434	3.842	11,9	1,4	1,4
RENOVÁVEL	115.357	121.235	5,1	47,3	45,3
Hidráulica e Eletricidade	37.064	37.790	2,0	15,2	14,1
Lenha e Carvão Vegetal	24.610	25.428	3,3	10,1	9,5
Derivados da Cana-de-Açúcar	44.447	47.446	6,7	18,2	17,7
Outras Renováveis	9.237	10.570	14,4	3,8	4,0
Total	243.930	267.404	9,6	100,0	100,0

Fonte: Resenha Energética Brasileira, Ministério de Minas e Energia, 2010.

O forte aumento da oferta interna de energia (OIE) teve como principais indutores a recuperação dos níveis de produção da indústria metalúrgica e da mineração associada, setores muito afetados em 2009 pela crise mundial, estabelecida no segundo semestre de 2008. De fato, a produção de aço cresceu acima de 24%, enquanto as exportações de pelotas cresceram acima de 80%.

O bom desempenho da demanda interna por bens e serviços também contribuiu para a alta taxa da OIE. Em particular, a produção de cimento cresceu 14%, o que alavancou inúmeros produtos da indústria de construção civil.

Nas fontes não renováveis, o gás natural sobressaiu com crescimento de mais de 30%, influenciado pelo uso na geração elétrica e industrial. O carvão mineral acompanhou a recuperação da siderurgia e mostra também alta expressiva. Neste contexto, as fontes renováveis passaram a ter uma participação de 45,3% na demanda total de energia de 2010, contra os 47,3%, verificados em 2009.

A tabela 2.2 mostra a oferta de energia elétrica nos anos de 2009 e 2010, ressaltando a importância das hidroelétricas, que possuem 74,3% da oferta de eletricidade no país, seguidas de importação (6,3%), gás natural (5,7%) e biomassa (5,1%). Percebe-se que o Brasil possui uma matriz de geração elétrica de origem predominantemente renovável.

Tabela 2.2. Oferta interna de energia elétrica (OIEE) (GWh e %).

ESPECIFICAÇÃO	GWh		10/09%	Estrutura %	
	2009	2010		2009	2010
Hidro	390.988	405.055	3,6	77,2	74,3
Nuclear	12.957	14.523	12,1	2,6	2,7
Gás Natural	13.332	30.830	131,2	2,6	5,7
Carvão Mineral	5.214	7.098	36,1	1,0	1,3
Derivados de Petróleo	12.724	14.645	15,1	2,5	2,7
Biomassa	22.639	28.019	23,8	4,5	5,1
Gás Industrial	7.066	8.165	15,5	1,4	1,5
Eólica	1.238	2.177	75,8	0,2	0,4
Importação	39.984	34.369	-14,0	7,9	6,3
Total	243.930	267.404	9,6	100,0	100,0

Fonte: Resenha Energética Brasileira, Ministério de Minas e Energia, 2010.

A tabela 2.3 apresenta a participação da geração hidráulica segundo diferentes configurações: no sistema interligado Nacional (SIN), no caso é formado pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte (ONS, 2011). Nos sistemas isolados que se referem às regiões geográficas brasileiras não atendidas pelos sistemas de transmissão, os chamados “linhões” (Ambiente Brasil, 2011). Já o autoprodutor cativo, ou seja, geração de consumo local, sem uso de rede pública e na oferta do Brasil.

Observa-se que a hidráulica aparece com maior participação no SIN (87,7%). No total do Brasil, a participação da hidráulica recua para 80,6% em razão da maior participação térmica dos sistemas isolados e do APE Cativo (Autoprodutor de Energia Cativo).

Tabela 2.3. Configurações da oferta de eletricidade por fonte (% e TWh).

FONTE	SIN	ISOLADOS	APE CATIVO	BRASIL
Hidráulica	87,7	17,9	11,7	80,6
Nacional	80,9	14,0	11,7	74,3
Importada	6,9	3,9	0,0	6,3
Térmica	8,9	82,1	88,3	16,3
Fóssil	6,9	82,1	43,2	11,1
Renovável	2,0	0,0	45,0	5,1
Nuclear	2,9	0,0	0,0	2,7
Eólica	0,4	0,0	0,0	0,4
Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0
Total (TWh)	439,0	11,4	40,4	544,9

Fonte: Resenha energética brasileira, Ministério de Minas e Energia, 2010.

2.2.1. Autoprodutores

Entende-se por autoprodução a geração de eletricidade do consumidor com instalações próprias de geração de energia elétrica, localizadas junto às unidades de consumo que não utiliza para o auto-suprimento de eletricidade a rede elétrica das concessionárias de transmissão/distribuição. A autoprodução constitui-se em importante elemento na análise do atendimento à demanda de eletricidade, uma vez que ela já representa mais de 8% de toda a energia elétrica consumida no país, experimentou crescimento acelerado nos últimos dez anos e tem grande potencial de expansão para os próximos 10 anos.

O autoprodutor não demanda investimentos adicionais do sistema elétrico, além dos naturalmente relacionados a contratos de *backup* que ele mantenha com o comercializador de energia para suprimento em situações específicas, como pode ser o caso de paradas programadas ou eventuais paradas não programadas. O caso mais comum de autoprodução é o da cogeração.

A cogeração constitui-se em uma forma de uso racional da energia, uma vez que o rendimento do processo de produção de energia é significativamente aumentado a partir da produção combinada de energia térmica e elétrica, dando-se um melhor aproveitamento ao conteúdo energético do combustível básico. O mercado potencial de cogeração é constituído, essencialmente, pelos segmentos industriais que utilizam grandes quantidades de vapor e eletricidade no próprio processo industrial. Os principais segmentos que apresentam tais características são: papel e celulose, químico e petroquímico, siderurgia, açúcar e álcool, alimentos e bebidas, e têxtil. Prevê-se um expressivo crescimento da autoprodução nos próximos 10 anos.

Avaliar a contribuição dos setores industriais, grandes consumidores de energia, no que se refere ao montante de eletricidade que eles demandarão do sistema elétrico, é de crucial importância para o planejamento do setor elétrico. Nesse sentido, do consumo total de energia elétrica, resultado do produto da produção física (tonelada) pelo consumo específico de eletricidade (kWh/tonelada), deverá ser denominado de autoprodução clássica, isto é, aquela que corresponde à geração local de energia elétrica para suprimento no próprio local da unidade consumidora, sem utilização da rede elétrica de concessionárias de distribuição e/ou transmissão. Nas tabelas a seguir têm-se uma visão geral sobre a capacidade instalada em autoprodutores no Brasil nos diversos ramos industriais.

A tabela 2.4 refere-se à capacidade instalada do setor industrial em autoprodução, tanto em hidro como em termo. Pode-se observar que o setor da indústria de alumínio é o que

mais possui autoprodução no meio hidro, enquanto o setor do açúcar e álcool é o que mais se autoproduz no meio termo e no montante.

Tabela 2.4. Capacidade Instalada em Autoprodutores no Setor Industrial.

Setor da Indústria	Hidro	Termo	Total (MW)
Cimento	304,2	12,5	316,7
Ferro e Aço	1042,2	1223,1	2265,3
Ferro-Ligas	23,9	-	23,9
Mineração	752,3	118,7	871,0
Alumínio	1796,4	50,0	1846,4
Química	1,1	561,4	562,5
Papel e Celulose	89,4	1223,1	1312,5
Alimentos e Bebidas	2,9	62,9	65,8
Açúcar e Álcool	43,2	3989,7	4032,9
Outros	243,3	284,3	527,6
		Total	11824,6

Fonte: Balanço Energético Nacional, 2010.

A tabela 2.5 apresenta a geração total de autoprodutores em 2010. Até a segunda metade da década de 90, a autoprodução de energia elétrica era quase que totalmente destinada ao consumo próprio e sem o uso de rede pública. Desde então, com a atual legislação, o autoprodutor tem conseguido vender excedentes ao mercado, bem como, tem adquirido total ou parcialmente usinas hidrelétricas distantes dos estabelecimentos consumidores e que demandam o uso da rede básica do sistema interligado. Portanto, a tabela 2.5 mostra as diferentes modalidades de uso e destino da energia elétrica gerada por autoprodutores, incluindo a divisão por setores econômicos, dentre os quais, o setor sucroalcooleiro é o que mais faz uso cativo e que não se utiliza da rede pública, vendendo uma boa parte ao mercado de energia elétrica, em torno de 47,4% da energia produzida.

Tabela 2.5. Geração Total de Energia Elétrica por Autoprodutores.

SETOR	USO CATIVO	USO DE REDE (*)	SUB-TOTAL	VENDAS	TOTAL (TWh)
Sucroalcooleiro	9.740	0	9.740	8.783	18.523
Mineração	887	3.298	4.184	119	4.304
Siderurgia	5.860	2.974	8.834	316	9.151
Não Ferrosos	3.580	7.601	11.181	244	11.425
Petróleo	5.588	0	5.588	56	5.643
Papel e Celulose	9.414	0	2.401	0	2.401
Agropecuária	438	0	438	1.212	1.651
Outros	2.497	1.354	3.851	44	3.895
Total	40.404	15.227	55.631	11.072	66.702

(*) Os números representam o potencial gerado em 2010 pela propriedade de autoprodutores em usina, não significando necessariamente que tudo tenha sido utilizado para consumo próprio. Frações podem ter sido negociadas no mercado.

Fonte: Resenha Energética Brasileira, Ministério de Minas e Energia, 2010.

2.2.2 Fontes Renováveis

O Brasil é o quinto maior investidor em energias renováveis do mundo, de acordo com dados publicados pela ONU (Organização das Nações Unidas), pois o investimento em fontes alternativas de energia será a única solução para responder ao desafio de abastecer uma população cada vez maior, com demandas cada vez maiores por energia e, ao mesmo tempo, reduzir as emissões de CO₂.

2.2.2.1. Energia solar

Devido às grandes vantagens que possui, não só econômicas, mas também ambientais, a energia solar, sendo uma fonte inesgotável, apresenta-se a cada dia como uma das soluções para diversificar a matriz energética (AgSolve, 2008).

No Brasil, alguns estados e municípios já possuem leis que obrigam a instalação de sistema de aquecimento de água por energia solar nas novas edificações destinadas às categorias de uso residencial e não residencial. A conversão de energia neste caso é chamada conversão heliotérmica.

A conversão direta da energia solar em eletricidade através de células fotovoltaicas é outro processo de geração que está se expandindo no país (Brasil Escola, 2012). Diferentes são as aplicações desta tecnologia denominada conversão fotovoltaica: a utilização em áreas rurais para iluminação, bombeamento de água, refrigeração; nas cidades, podem ser utilizados sistemas fotovoltaicos, montados nos telhados das edificações (Coletivo Verde, 2011) e conectados na rede elétrica, bem como a instalação de usinas com potências importantes.

A primeira usina de energia solar do Brasil, instalada na cidade cearense de Tauá, a 337 quilômetros de Fortaleza, visto na figura 2.2, teve o primeiro balanço de produção divulgado em torno de 800 MWh nos primeiros seis meses de operação, ou seja, uma geração mensal aproximada em 150 MWh. Esta produção é suficiente para acionar cerca de 8 mil televisores, 11 mil fornos micro-ondas ou 12 mil ventiladores.

A usina de Tauá é única do gênero conectada ao Sistema Interligado Nacional (SIN), tendo capacidade instalada de 1MW, volume capaz de abastecer cerca de 1.500 famílias, tendo iniciado sua operação em 5 de agosto de 2011, com investimento de R\$ 10 milhões de reais.

Atualmente possui 4.680 módulos solares (215 Wp) fabricados pela Kyocera. A previsão do empreendedor é adicionar em 2012 mais 6.900 painéis solares o que dobrará sua

potência atual para 2 MW. Ao todo, serão 11.580 módulos solares capazes de transformar luz natural em energia elétrica (Última Hora, 2012).



Figura 2.2. Usina solar fotovoltaica de Tauá-CE.

2.2.2.2. Parque Eólico

A primeira grande usina eólica foi inaugurada no Ceará em 20 de agosto de 2009, conhecida como o Parque de Praias de Parajuru (ver figura 2.3), foi instalada em uma área de 325 hectares localizada no município de Beberibe, a 103 quilômetros de Fortaleza, contando com 19 aerogeradores e tem capacidade instalada de 28,8 MW.



Figura 2.3. Parque Eólico Praias de Parajuru.

O empreendimento é resultado de uma parceria da EMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) e da empresa Impsa (Indústrias Metalúrgicas Pescarmona), é uma empresa multinacional da Argentina, que fabrica os aerogeradores, cada um com uma capacidade de 1,5 MW.

O segundo parque inaugurado foi o Parque Eólico de Praia do Morgado (CE), visto na figura 2.4. O empreendimento fica localizado no município de Acaraú, a 260 quilômetros de

Fortaleza, com 28,8 MW, ocupando uma área de 366 hectares. O parque eólico conta com 19 aerogeradores de 1,5 MW cada, também fabricados pela Impsa.



Figura 2.4. Parque Eólico de Praia do Morgado-CE.

O terceiro parque inaugurado foi o Parque Eólico Volta do Rio, em Acaraú (CE), apresentado na figura 2.5, que ocupa uma área de 377 hectares e possui 28 aerogeradores com capacidade total de 42,4 MW de geração. De acordo com a EMIG, a energia gerada será comercializada para a Eletrobrás, através do Proinfa (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas). Juntas, as três centrais eólicas cearenses possuem capacidade instalada de 99,6 MW.



Figura 2.5. Parque Eólico Volta do Rio.

A previsão é que o país tenha mais de 160 parques eólicos até 2013, sendo 26 no Ceará, 72 no Rio Grande do Norte, 1 na Paraíba, 1 em Sergipe, 1 no Rio de Janeiro, 10 em Santa Catarina e 19 no Rio Grande do Sul. Com os novos projetos, a capacidade instalada deverá saltar dos atuais 1,47 GW para 5,25 GW, com isso, a participação da energia eólica no

sistema elétrico passará de 0,5% para 4,3%. A tabela 2.6 apresenta a localização por estado das usinas eólicas no Brasil (Palavras diversas, 2011).

Tabela 2.6. Localização das Usinas Eólicas no Brasil.

Estado	Parques Eólicos	Potência Instalada (MW)
Ceará	17	518,9
Rio Grande do Norte	10	236,6
Paraíba	13	660
Pernambuco	5	24,8
Piauí	1	18
Rio de Janeiro	1	28,1
Paraná	1	2,5
Santa Catarina	13	236,4
Rio Grande do Sul	10	340,0
TOTAL	71	1.471,2

Fonte: Power Purchase Agreement (2011).

Apesar do grande potencial eólico, os aerogeradores geram apenas 0,5% da energia elétrica produzida no país. A expectativa é de que este cenário mude daqui para frente.

2.2.2.3. Bagaço da cana de açúcar

O bagaço da cana de açúcar é o resíduo sólido fibroso resultante da moagem da cana para a extração da garapa, a qual posteriormente poderá ser fermentada para a produção de álcool etílico ou processada para a produção de açúcar sendo uma matéria prima utilizada em termoeletricas.

Os projetos de geração de energia elétrica a partir da queima do bagaço da cana-de-açúcar tornaram-se um diferencial para o desenvolvimento sustentável do país. Segundo avaliação do Instituto Brasil Acende, indica que os canaviais brasileiros, hoje, teriam capacidade de gerar energia equivalente a cerca de 14.000 MW, capacidade semelhante a da usina hidrelétrica de Itaipu.

Atualmente, a participação da bioeletricidade na matriz energética brasileira é de 3%, o que equivale a aproximadamente 1.400 MW médios. Em 2020, serão 14.400 MW.

Segundo dados da Associação Paulista de Cogeração de Energia (Cogem-SP), o setor sucroalcooleiro deverá investir R\$ 45 bilhões até 2015 em projetos de cogeração.

Quanto maior o incentivo à produção de etanol e açúcar, maior o potencial de energia elétrica gerada a partir da queima do bagaço. Somente entre 2005 e 2007, a energia elétrica gerada a partir da biomassa no Brasil cresceu aproximadamente 20%.

A energia do campo se dá através da cogeração de energia do bagaço. Segundo Strapasson (2008; pag.12), a cana-de-açúcar é uma usina viva. Através da fotossíntese, a planta absorve o dióxido de carbono da atmosfera e o transforma em carboidratos. Os compostos primários obtidos são convertidos em cadeias mais complexas, responsáveis pelo armazenamento de energia, como a sacarose e o amido, e pela estrutura do vegetal, como a celulose e a hemicelulose. Os vegetais não construíram esses compostos para serem utilizados como fonte de energia. Strapasson (2008) questiona: - O que isso tem a ver com a geração?

“É que o bagaço e a palha também poderão ser utilizados para produção de álcool e outros compostos químicos.” Desta forma, mesmo com a entrada de uma segunda geração tecnológica, a cogeração continuará a existir e principalmente hoje em dia, quando se fala de energia limpa, principalmente quando se menciona o Protocolo de Kyoto, que é um instrumento internacional, que visa reduzir as emissões de gases poluentes.

A geração de energia elétrica no Brasil tem entre suas fontes, o bagaço da cana-de-açúcar. De acordo com Guerra (2008; pag.18) este tem demonstrado um grande potencial como fonte renovável de energia e com participação superior a 74%, em comparação com outros produtos que geram energia a partir da combustão de material orgânico, como a palha de arroz. O bagaço ainda tem a seu favor o fato de ser resíduo de um produto amplamente utilizado no país: a cana-de-açúcar, que se transforma em álcool e açúcar. O custo de produção também passa a ser favorável, quando comparado, por exemplo, ao óleo diesel, fonte altamente poluidora e não renovável.

Há várias projeções sobre o potencial de geração de eletricidade a partir do bagaço e uma delas aponta que há condições de agregar, imediatamente, ao parque gerador nacional cerca de 4.000 MW (CERPCH, 2011). Isso com a utilização apenas das instalações atualmente existentes nas usinas de açúcar e álcool. E esse número pode chegar a mais de 9.000 MW, caso elas sejam modernizadas. A realidade mostra que o potencial de geração de energia, via bagaço, permanece latente e como uma receptiva e bem vinda promessa de que possa representar uma alternativa importante para a diversificação da matriz energética nacional, fora a qualidade fundamental ao desenvolvimento sustentável: é renovável e reduz a quantidade de resíduo descartado pela maioria das usinas de açúcar e álcool (GUERRA, 2008; pag.18).

Hoje todas as usinas existentes no Brasil são auto-suficientes em energia, mas só 10% delas vendem seus excedentes no mercado, algo em torno de 1,7 mil MW, dos quais 35% vêm da região de Ribeirão Preto (SP), o maior pólo sucroalcooleiro do País.

A tabela 2.7 apresenta algumas usinas existentes no país que geram energia elétrica através do bagaço da cana, com sua localização e potência instalada.

Tabela 2.7. Localização das usinas e respectivas potências instaladas.

USINA	LOCAL	POTÊNCIA INSTALADA (MW)
Barra Bioenergia	Barra bonita / SP	66
Cocal II	Narandiba / SP	80
Conquista do Pontal	Mirante do Paranapanema / SP	60
Clealco-Queiroz	Queiroz / SP	35
Iacanga	Iacanga / SP	19
Ibitiúva - Destilaria Andrade	Pitangueiras / SP	33
Noble Energia	Sebastianópolis do Sul / SP	30
Açucareira Ester	Cosmópolis / SP	30
Baldin	Pirassununga / SP	45
Baía Formosa	Baía Formosa / RN	40
Buriti	Buritizal / SP	50
São Martinho	Pradópolis / SP	33
Ipê	Nova Independência / SP	25
Pantanal	Jaciara - MT	5
Paineiras	Itapemirim - ES	3,2
Barralcool	Barra do Bugres - MT	23
Caeté	São Miguel dos Campos - AL	35,8
Trombini	Fraiburgo - SC	4,8
Floraplaç	Paragominas - PA	1,25
Coocarol	Rondon - PR	4
Jalles Machado	Goianésia - GO	50
Delta	Delta - MG	31,8
JB	Vitória de Santo Antão - PE	33,2
Japungu	Santa Rita - PB	16,8
Agrovale	Juazeiro - BA	14
Brasilândia	Brasilândia - MS	10
Lasa	Linhares - ES	3,2
Iolando Leite	Capela - SE	8
Comvap	União - PI	8,8

Fonte: Elaborada pelo autor.

Pode-se observar que de acordo com as usinas representadas na tabela 2.7, as três maiores usinas em relação à potência de instalação encontra-se no estado de São Paulo e a usina que possui maior capacidade de geração fora do estado de São Paulo encontra-se no estado de Goiás.

2.2.2.4. Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCHs

Uma PCH (Pequena Central Hidrelétrica) é toda usina hidrelétrica de pequeno porte cuja capacidade instalada seja superior a 1 MW e inferior a 30 MW. Além disso, a área do reservatório deve ser inferior a 3 km². A PCH normalmente opera a fio d'água, isto é, o reservatório não permite a regularização do fluxo d'água. Com isso, em ocasiões de estiagem a vazão disponível pode ser menor que a capacidade das turbinas, causando ociosidade.

Em outras situações, as vazões são maiores que a capacidade de engolimento das máquinas, permitindo a passagem da água pelo vertedor (PORTALPCH, 2011).

Dessa forma, o custo da energia elétrica produzida pelas PCHs é maior que o de uma usina hidrelétrica de grande porte, onde o reservatório pode ser operado de forma a diminuir a ociosidade ou os desperdícios de água.

A instalação de uma PCH resulta em menor impacto ambiental e se presta à geração descentralizada. Entretanto, este tipo de hidrelétrica é utilizada principalmente em rios de pequeno e médio porte que possuam significativos desníveis durante seu percurso para poder gerar potência hidráulica suficiente para movimentar as turbinas.

As resoluções elaboradas pela ANEEL permitem que a energia gerada nas PCH's entre no sistema de eletrificação, sem que o empreendedor pague as taxas pelo uso da rede de transmissão e distribuição. O benefício vale para quem entrou em operação até 2003. As PCH's são dispensadas ainda de remunerar municípios e Estados pelo uso dos recursos hídricos (PORTALPCH, 2011).

De acordo com os dados da ANEEL, as PCH's concluídas foram: Nova Motum, localizada em Mato Grosso com potência instalada de 12 MW, Agudo localizada em Santa Catarina com potência instalada de 3,90 MW, Doido localizada em Tocantins de potência instalada de 6,0 MW e Serra das agulhas localizada em Minas Gerais com potência instalada de 28,0 MW.

Segundo ANEEL, existem PCH's que estão previstas, sendo em Minas gerais: Unaí Baixo (26,0 MW), Imbé I (9,90 MW). Já em Santa Catarina são: Capivari (18,0 MW), Boa Vista (5,0 MW). No Rio Grande do Sul existem: Tambaú (8,80 MW), Rincão (5,0 MW), Bela Vista (5,50 MW), Fazenda Grande (5,0 MW). Já em São Paulo possui: São Francisco (7,0 MW), Ponte Branca (10,50 MW) e por fim Mato Grosso: Maracanã (10,50 MW), Segredo (26,12 MW) e Ilha Comprida (20,10 MW).

A tabela 2.8 apresenta algumas PCH's existentes no país no ano de 2010.

Tabela 2.8. Localização das PCH's e respectivas potências em 2010.

Empreendimento	Potência (MW)	Município(s)
Presente de Deus	13,403	Campos de Júlio, Comodoro - MT
Comodoro	10,307	Jaraguá do Sul - SC
Feixos	1,3	Amparo - SP
Invernadinha	2,25	São Joaquim - SC
Xavantina	6,075	Xavantina e Xanxere - SC
Ilha da Luz	2,8	Cachoeira do Itapemirim - ES
Queixada	30	Itarumã e Aporé - GO
Rastro de Auto	6,96	Putinga, São José do Herval - RS
Galheiros I	11,16	São Domingos - GO
Serra dos Cavalinhos II	29	São Francisco de Paula, Monte Alegre dos Campos - RS
Salto Góes	20	Tangará - SC
Salto Donner II	2,89	Doutor Pedrinho - SC
São Jorge	8,7	Romelândia, Barra Bonita - SC
Rondinha	9,6	Passos Maia - SC
Mangueira de Pedra	12,06	Abelardo Luz - SC
Helena Kuhlemann	1,44	Presidente Getúlio - SC
Cachoeira do Miné	16,02	Uberlândia - MG
RS-155	5,94	Ijuí - RS
Karl Kuhlemann	1,75	Presidente Getúlio - SC
Abranco I	4,8	Encruzilhada do Sul - RS
Morrinhos	2,25	Barão do Triunfo, São Jerônimo - RS
Rio dos Sapos	5,76	Tangará da Serra - MT
Tamanduá	16	Irineópolis - SC
Total	220,46	

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com o que foi apresentado na tabela 2.8 o quantitativo de PCH's existentes no ano de 2010, os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul prevaleceram.

A tabela 2.9 apresenta algumas PCH's existentes no país no ano de 2011.

Tabela 2.9. Localização das PCH's e respectivas potências em 2011.

Empreendimento	Potência (MW)	Município(s)
Portão	16,42	São José do Carmo, Campo Belo do Sul - SC
Cachoeira da Fumaça	9	Coroaci - MG
Boa Vista	9	Coroaci - MG
Volta Grande	3,13	São Bonifácio e São Martinho - SC
Retiro I	19	Coroaci - MG
Juliões	3,4	Piedade dos Gerais - MG
Caquende	4	Bonfim, Piedade dos Gerais - MG
Manopla	5	Rio Formosa, Cocaú - PE
Cachimbo Alto	9,8	Alta Floresta D'Oeste - RO
Das Pedras	5,6	Passos maia - SC
Zé Tunin	8	Guarani, Astolfo Dutra - MG
Poço Fundo	14	São José do Vale do Rio Preto - RJ
Quartel 1	30	Gouveia, Santana de Pirapama e Conceição do Mato Dentro - MG
Quartel 2	30	Gouveia, Santana de Pirapama e Conceição do Mato Dentro - MG
Quartel 3	30	Gouveia, Santana de Pirapama e Conceição do Mato Dentro - MG
Linha Aparecida	25,41	Novo Tiradentes e Liberato Salzano - RS
Linha Jacinto	17,8	Rodeio Bonito e Liberato Salzano - RS
Alto Garcia	2	Angelina - SC
Santa Maria	3,2	Benedito Novo - SC
Total	244,76	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Já no ano de 2011, a tabela 2.9 apresenta que o estado de Santa Catarina permaneceu tendo crescimento de PCH's, porém em Minas Gerais prevaleceu em maior número.

A tabela 2.10 apresenta uma PCH existente no país em 2012.

Tabela 2.10. Localização das PCH e respectiva potência em 2012.

Empreendimento	Potência (MW)	Município(s)
PCH Santa Carolina	10,5	André da Rocha, Muitos Capões - RS

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que juntando os anos de 2010 a 2012 até o momento, a maioria das PCH's estão localizadas na região Sul do país.

2.3. Consumo de Energia Elétrica

Em 1970, o número de consumidores residenciais de energia elétrica em todo o país era de 6,8 milhões de pessoas, ou seja, nos últimos 40 anos, praticamente 50 milhões de brasileiros ganharam acesso ao fornecimento de energia elétrica, o que corresponde à metade da expansão demográfica desde a década de 70. Na época, o Brasil tinha em torno de 90 milhões de habitantes. Atualmente, possui pouco mais de 190 milhões.

O número de consumidores residenciais de energia elétrica no Brasil passou de 40,5 milhões para mais de 56 milhões nos últimos dez anos (2000 - 2010), de acordo com os resultados preliminares do Censo Demográfico 2010 divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). No entanto, cerca de 730 mil brasileiros entrevistados ainda estão totalmente no escuro, dos quais quase 340 mil somente na região Nordeste (46,5% do total). De acordo com os dados do IBGE, em uma década o Brasil ganhou 16 milhões de novos consumidores de energia elétrica em relação ao Censo Demográfico de 2000, o que indica um crescimento de aproximadamente 30% (UOL, 2010).

Dos mais de 56 milhões de consumidores de energia elétrica contabilizados em 2010, apenas 550 mil utilizam o serviço de outra fonte que não as companhias e distribuidoras. A maior concentração está na região Sudeste, que possui mais de 25 milhões de consumidores, dos quais quase 13 milhões apenas em São Paulo. Segundo o IBGE, Minas Gerais é o segundo Estado com maior índice de consumo: cerca de seis milhões de pessoas. O Rio de Janeiro está na terceira colocação com aproximadamente cinco milhões e meio de consumidores, seguido por Bahia (quase quatro milhões), e Rio Grande do Sul (mais de três milhões e meio). A região Sudeste é responsável por mais de 50% da energia consumida em todo o Brasil.

A região Norte domina o *ranking* dos cinco estados com menor índice de consumidores de energia, destaque para Roraima (pouco mais de 106 mil) e Amapá (quase 154 mil), os dois piores. Somadas as unidades federativas das regiões Norte e Nordeste, mais de 590 mil brasileiros ainda estão totalmente no escuro, o que corresponde a mais de 80% do total de entrevistados que declararam não ter acesso ao fornecimento de energia elétrica (cerca de 730 mil). A Bahia ocupa a liderança isolada: mais de 146 mil pessoas não possuem este serviço. Logo atrás está o Pará, que tem mais de 138 mil em tal situação. Na outra ponta, o Distrito Federal registrou apenas 692 casos de pessoas que ainda não têm acesso ao fornecimento de energia elétrica. Na divisão quantitativa por regiões, o Sul tem o menor índice de pessoas no escuro: aproximadamente 32 mil (IBGE, 2010).

A indústria, mais uma vez, apresentou o maior crescimento mensal no consumo de energia de 8%, tendo o consumo de 15.786 GWh, o terceiro maior valor do ano. No acumulado de 2010, as indústrias já consumiram 12,3% mais energia em relação ao período entre janeiro e setembro de 2009. O consumo residencial, por sua vez, cresceu 5,8% em setembro, tendo o consumo de 8.904 GWh, e 7% no acumulado do ano. Para a EPE, o avanço nesse segmento deve-se à taxa de desemprego relativamente baixa e à expansão do crédito. Já o consumo comercial foi de 5.643 GWh no mês passado, alta de 6,4% em relação ao mesmo período do ano anterior (VEJA, 2010).

As tabelas 2.11 e 2.12 apresentam o consumo final de energia por fontes e por setores, respectivamente.

Tabela 2.11. Consumo final de energia por fonte.

FONTE	mil tep		10/09 %
	2009	2010	
Deriv. Petróleo	92.292	100.818	9,2
Gás Natural	15.245	17.979	17,9
Carvão Mineral	9.654	11.804	22,3
Eletricidade	36.638	39.413	7,6
Biomassa	67.506	71.089	5,3
TOTAL	221.334	241.104	8,9

Fonte: Resenha Energética Brasileira, Ministério de Minas e Energia, 2010.

Tabela 2.12. Consumo Final de Energia por Setor.

SETOR	mil tep		10/09 %
	2009	2010	
Indústria	76.686	85.420	11,4
Transporte	62.687	69.581	11,0
Setor Energético	24.414	25.848	5,9
Outros Setores	42.577	43.363	1,8
Uso Não-Energético	14.971	16.893	12,8
TOTAL	221.334	241.104	8,9

Fonte: Resenha Energética Brasileira, Ministério de Minas e Energia, 2010.

O consumo de energia elétrica no Brasil teve um aumento de 7,8%, no ano de 2010, em relação a 2009. Segundo dados divulgados pela EPE do Ministério de Minas e Energia, foram consumidos 419.016 Gigawatt-hora (GWh) no país, em 2010.

O aumento do consumo, segundo a EPE, foi puxado principalmente pela expansão do gasto de energia da indústria. Com um aumento de 10,6%, a indústria contribuiu com mais da metade do crescimento do consumo geral e superou os valores de 2008, período anterior à

crise financeira internacional, que se aprofundou até fevereiro de 2009, foi acompanhada por queda equivalente no consumo industrial de energia elétrica, conforme ilustrado na figura 2.6.

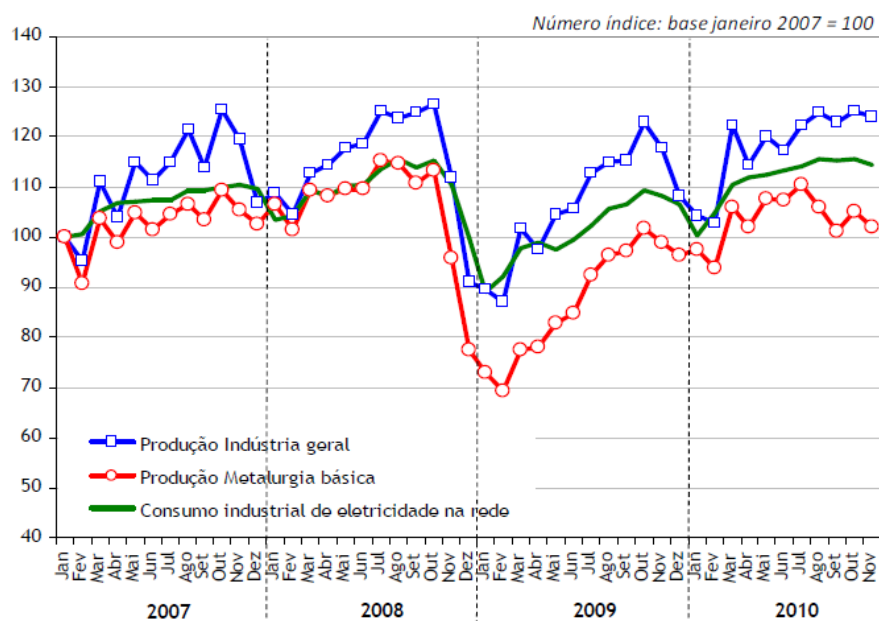


Figura 2.6. Produção Física Industrial e Consumo de Eletricidade no Brasil.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética – EPE.

Ainda de acordo com a figura 2.6, é possível observar que a produção metalúrgica básica se manteve entre 90 e 115 no ano de 2007 até o final de 2008 e apresenta uma queda expressiva em fevereiro de 2009. O consumo industrial de eletricidade após a crise financeira internacional aumentou, variando entre 90 e 115.

Os setores residenciais e comerciais também mantiveram níveis elevados de crescimento no consumo, de acordo com a EPE. As residências tiveram um aumento de 6,3% e o setor de comércio e serviços, de 5,9% (ver Tabela 2.13).

Tabela 2.13. Consumo de Energia Elétrica na Rede 2008-2010 no Brasil, por classe (GWh).

CLASSE	2008	2009	2010	Variação	
				2008-2009	2009-2010
Residencial	94.746	100.776	107.160	6,4	6,3
Industrial	180.049	166.181	183.743	-7,7	10,6
Comercial	61.813	65.255	69.086	5,6	5,9
Outras	56.079	56.477	59.027	0,7	4,5
Total	392.688	388.688	419.016	-1,0	7,8

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética.

2.4. Principais Setores Consumidores

Os três principais setores consumidores no Brasil são: os industriais, especificamente, a indústria eletro-intensiva, o residencial e por fim o setor comercial.

2.4.1. Setor Industrial

O segmento industrial de metalurgia básica, que tem importante componente exportador, foi fortemente afetado pela crise internacional, em especial o segmento siderúrgico.

O Sudeste foi à região que mais expandiu o consumo industrial em 2010, com o crescimento de 13,1%. Com forte presença de indústrias dos ramos extrativo-mineral e metalúrgico, em grande parte voltada para exportação e, portanto, muito afetadas pela crise, Espírito Santo e Minas Gerais apresentaram crescimentos altos, de 32,6% e 18,2%, respectivamente. O Rio de Janeiro aparece com acréscimo de 16%, para o que contribuiu o início de operação de nova planta siderúrgica e o fornecimento temporário a indústria do mesmo ramo que normalmente se utiliza de geração própria.

A alta no Nordeste se deve pelo setor metalúrgico e ao desempenho de Pernambuco, que tem vivido um período de forte crescimento econômico, muito relacionado com a ampliação das atividades industriais no Porto de Suape. Já a região Norte, a instalação de indústria de cimento e as obras das hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio puxaram o consumo de energia, que cresceu 23% em Rondônia e 33% em Tocantins.

No sul, o crescimento do consumo de 9,7% teve como contribuição o restabelecimento das atividades do pólo Petroquímico de Triunfo.

A evolução do consumo de energia elétrica neste período é apresentada por subsistema elétrico na Tabela 2.14.

O Setor industrial eletro-intensivo é o maior consumidor de energia no país. São consideradas como atividades industriais eletrointensivas as indústrias de cimento, ferro-gusa e aço, ferro-ligas, não ferrosos e outros da metalurgia, química, papel e celulose. Trata-se de setores produtivos que se caracterizam por consumir uma quantidade muito grande de energia elétrica para cada unidade física produzida.

Tabela 2.14. Consumo de Energia Elétrica na Rede 2008-2010 no Brasil, por subsistema(GWh).

SUBSISTEMA	2008	2009	2010	Variação (%)	
				2008-2009	2009-2010
Norte	26.723	26.484	28.175	-0,9	6,4
Nordeste	54.126	54.439	59.404	0,6	9,1
Sudeste/ CO	236.434	232.961	253.798	-1,5	8,9
Sul	67.121	66.729	70.803	-0,6	6,1
SIN	384.404	380.613	412.181	-1,0	8,3
Isolado	8.283	8.075	6.835	-2,5	-15,4
Brasil	392.688	388.688	419.016	-1,0	7,8

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética.

2.4.1.1. Setor Industrial Eletro-Intensivo

Na condição de exportador de aço, alumínio, ferrovias, celulose, açúcar e outros produtos, em sua maioria de baixo valor agregado, o Brasil apresenta estrutura produtiva intensiva em energia e capital. Os grandes consumidores industriais de energia absorvem cerca de 20% da energia elétrica produzida no país ou 45% do consumo industrial de energia.

Arrematam também mais de 40% do gás e do óleo combustível comercializado pelas distribuidoras. Esses consumidores são responsáveis por mais de 90% do saldo comercial da indústria brasileira com o exterior.

Este estudo avalia a estratégia que vem sendo desenvolvida nos últimos anos pelos setores industriais eletrointensivos para assegurar o suprimento de energia elétrica através da autoprodução.

A recente crise energética tornou extremamente agudo o problema do suprimento para os ramos industriais eletrointensivos. Nessa medida, pode se avaliar em que condições a autoprodução pode ser identificada como uma real possibilidade de suprimento para a atual e futura demanda destes setores. As empresas que compõem estes setores buscam, nos empreendimentos hidrelétricos, a eletricidade necessária para satisfazer suas necessidades presentes e futuras.

Os setores industriais eletrointensivos desempenham um importante papel nos estudos de previsão de demanda de energia elétrica no país. É possível avaliar em que condições a autoprodução pode ser identificada como uma real possibilidade de suprimento para a atual e futura demanda destes setores.

A significativa participação dos setores produtivos eletrointensivos no consumo de eletricidade pode ser verificada ao longo dos últimos trinta anos, conforme o trabalho de investigação desenvolvido por Tese de Doutorado "Os limites dos aproveitamentos energéticos para fins elétricos: uma análise política da questão energética e de suas repercussões sócio-ambientais no Brasil" (BERMANN, 1991).

A hipótese básica que orientou a reflexão identificava os interesses articulados das empresas que compõem os setores produtivos eletrointensivos no Brasil como um importante vetor neste processo.

A tabela 2.15 indica os dados referentes à evolução no Brasil, da produção de setores industriais eletrointensivos selecionados ao longo de 15 anos. Considerando o consumo específico de cada setor produtivo, dado pelo número de kWh consumidos para cada unidade produzida (em toneladas), estes dados indicam a importância de cada setor em termos da sua significativa participação na estrutura de consumo de energia elétrica do país.

Observa-se que, ao longo desses 15 anos, a produção brasileira dos setores industriais eletrointensivos aumentou em praticamente 32,5%, saindo de 63.831 MWh para 84.610 MWh como consequência de uma política industrial de apoio e incentivo a esta forma de inserção no mercado internacional, baseada na produção para exportação de bens primários de baixo valor agregado. Dentre os setores selecionados, apenas o setor de ferroligas manteve a sua escala de produção.

Tabela 2.15. Consumo de Energia Elétrica (MWh) dos Setores Industriais Eletrointensivos.

Setor	2001	2005	2010
Alumínio	21.301	24.970	27.000
Siderurgia	16.259	19.090	21.800
Ferroligas	6.801	8.180	9.160
Papel	7.457	8.830	11.000
Celulose	7.812	9.640	15.000
Petroquímica	4.201	5.160	6.850

Fonte: CCPE/CTEM- Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos.

Ainda considerando as previsões de consumo de energia elétrica dos setores industriais eletrointensivos indicadas no Relatório Analítico de Mercado - Ciclo 2010 elaborado pelo CCPE/CTEM (maio/2011), apresentadas na tabela 2.15, observa-se que, no seu conjunto, os setores eletrointensivos estão empenhados num expressivo processo de aumento da escala de produção.

2.4.2. Setor Residencial

A evolução deste consumo nos últimos anos tem sido favorecida por um mercado de trabalho aquecido (taxa de desocupação em queda e aumento do emprego formal, da massa salarial e do rendimento médio) e pela oferta de crédito, que vem estimulando a aquisição de aparelhos eletrodomésticos com decorrente consumo adicional de eletricidade.

O aumento do consumo residencial ocorreu em todas as regiões do ano de 2010 em relação a 2009, com destaque para os resultados no Norte e no Nordeste, que registraram os maiores acréscimos tanto para o número de unidades quanto para o consumo médio:

- Norte: 7,1%
- Nordeste: 6,2%
- Centro-Oeste: 3,2%
- Sudeste: 1,8%
- Sul: 0,8%

2.4.3. Setor Comercial

No setor comercial, a alta do consumo de energia do ano de 2010 em relação a 2009 foi de 5,9%, registrando 68.086 GWh. O aumento da renda e do crédito também funcionou como estímulo ao comércio e ao setor de serviços, e isso se deu de forma mais intensa no Norte com 11 % e Nordeste com 8,9%. Tocantins foi o estado que atingiu maior alta por conta da inauguração de grandes redes de supermercado e lojas de departamento com 17%.

Nas duas regiões, há um contínuo processo de instalação de estabelecimentos comerciais, muitos de elevado padrão de consumo, como os já citados, supermercados e as redes atacadistas. Verifica-se, também, expansão de vários segmentos de prestação de serviços, entre os quais o de educação, saúde e turismo.

3. ENERGIA ELÉTRICA EM PERNAMBUCO

Este capítulo apresenta alguns dados de geração de energia elétrica bem como o consumo e sua evolução no estado de Pernambuco.

3.1. Geração de Energia Elétrica

Nos últimos anos o estado de Pernambuco tem atraído e incentivado a instalação de usinas termelétricas a combustíveis fósseis (gás natural e óleo combustível).

Uma usina termoelétrica constitui um sistema de geração de energia elétrica através da queima de combustíveis como óleo diesel, OC-B1 (óleo pesado), gás natural, situadas na região de Suape ou bagaço da cana. Essa geração necessita de aquecimento dos equipamentos geradores como turbinas, motores, combustíveis e do gerador propriamente dito. O aquecimento dos equipamentos é exigido pelos fabricantes dos equipamentos para garantir um perfeito funcionamento dos mesmos sem danificá-los. Para o aquecimento desses sistemas são fundamentais as caldeiras geradoras de vapor que são equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia fazendo com que turbinas a vapor se movimentem, no caso das térmicas, a turbina a vapor expelle o vapor superaquecido como vapor de menor pressão e temperatura, com características próximas do vapor saturado que é composto por uma mistura de água e vapor, cuja temperatura se mantém constante em relação à sua pressão, e é justamente esta característica que lhe confere maior facilidade no controle de temperatura de processos, portanto, é o tipo de vapor mais utilizado na maioria das aplicações industriais, que não requerem isenção de umidade ou altas temperaturas. Por isso, ele deve ser reaproveitado.

A UTE TERMOPERNAMBUCO iniciou sua operação em 2004 com capacidade para gerar 532 MW de potência ativa e está localizada no Complexo Portuário Industrial de Suape, no município de Ipojuca. É a primeira usina térmica a operar no Nordeste de ciclo combinado divididos em três turbos geradores, duas turbinas a gás e uma a vapor. Na configuração ciclo combinado, cada turbina a gás possui capacidade de 162 MW e a turbina a vapor de 207 MW. Desse total, aproximadamente 12 MW são utilizados na própria usina para consumo próprio e manutenção da geração.

A energia gerada é vendida, em sua maior parte, à Companhia Energética do Estado de Pernambuco (CELPE) e despachada para o sistema nacional de energia também através do Operador Nacional de Sistema Elétrico (ONS). A TermoPernambuco é propriedade do Grupo Neoenergia, integrado pelo Grupo Iberdrola, da Espanha. Foram investidos cerca de R\$ 1,2

bilhões, na época, uns dos maiores investimentos feitos na história de Pernambuco. Utiliza gás natural na queima para movimentar as turbinas, utiliza a água do mar para refrigeração e para condensar o vapor que sai das turbinas e na forma líquida possibilita o retorno desse vapor, agora condensado, ao processo inicial.

O Ramal de gás da TermoPernambuco ou TermoPe tem 11 km de extensão e 16 polegadas de diâmetro (aproximadamente 40 cm). Sua capacidade foi dimensionada para fornecer à termelétrica até 2,6 milhões de metros cúbicos de gás diariamente.

A **UTE TERMOCABO (SUAPE I)** está localizada no Cabo de Santo Agostinho - PE, no distrito industrial do Cabo de Santo Agostinho ao lado da AMBEV e está conectada ao Sistema Interligado Nacional desde o segundo semestre de 2002 (eBrasil, 2011). É composta por 3 grupos de geradores que, juntos, proporcionam uma potência ativa (capacidade de geração) de 48 MW e encontra-se no modo *hot standby* (pronta para operar). Os motores geradores W18V46 foram comercializados junto à multinacional finlandesa Wartsilä. O motor é um modelo de quatro tempos, com injeção direta, pistão de tronco, turbo alimentado e com arrefecimento intermediário. É constituída de um turbo gerador a gás de 47.302 kW, utilizando como combustível gás natural. Cada grupo gerador Wartsilä 18V46 possui como dimensões principais: comprimento de 18,1m, largura de 5,347m, altura de 5,488m e peso de 350.500kg. O motor apresenta a nomenclatura 18V46 porque possui 18 cilindros em V e diâmetro do cilindro de 46 cm. Os motores assim como seus respectivos geradores acoplados possuem diversos instrumentos analógicos e eletrônicos de segurança que são monitorados em telas na sala de controle, para o acompanhamento das máquinas e equipamentos auxiliares e evitar ou corrigir falhas que podem acarretar situações inesperadas como acidentes com pessoas ou perdas de materiais na usina.

O motor foi desenvolvido pela suíça ABB, possui como principais características:

- Potência aparente de 21.345 kVA.
- Fator de potência de 0,80
- Voltagem nominal de 13.800V
- Corrente nominal (I_n) de 893A
- Frequência 60 Hz
- Velocidade 514 rpm
- Excesso de velocidade 617 rpm
- Corrente contínua de curto circuito $> 2,5 \times I_n$
- Classe de isolamento F
- Inércia de 12550 kgm²

A UTE SUAPE II é uma usina termelétrica a óleo combustível, já está pronta para funcionamento desde janeiro de 2012 e é conectada no Sistema Interligado Nacional (SIN).

Possuirá 17 motores Wäertsilä 20V46F e uma potência instalada de 380 MW, é considerada a maior usina já construída no mundo pela empresa finlandesa Wäertsilä.

A SUAPE II contará com três salas de máquinas e três transformadores principais, cada um com 168 MVA de potência aparente, além de 6 caldeiras de recuperação, ou seja, aproveitará a saída dos gases de escape para gerar vapor e aquecer o sistema.

Sobre a **UTE SUAPE III** em 13 de setembro de 2011, o Governo de Pernambuco assinou um Protocolo de Intenção com o grupo Bertin, o mesmo que está envolvido na parceria com a Petrobrás na construção da UTE SUAPE II.

Esta instalação da UTE SUAPE III será numa área de 80 hectares no Cabo de Santo Agostinho e terá a capacidade de geração de 1.452 MW de potência ativa. O empreendimento prevê ainda a instalação de um Terminal de Armazenagem de Granéis Líquidos para armazenar o combustível que será utilizado nas usinas (200.000 toneladas), em 14 ha (hectare) no município de Ipojuca. O investimento será de 2 bilhões de reais.

Em 2008, a empresa venceu o leilão da ANEEL para implantar cinco térmicas em quatro estados: Alagoas (2), Pernambuco (1), Rio Grande do Norte (1) e Ceará (1), que têm como prazo contratual o ano de 2013. Essas cinco térmicas reunidas agora estão dando origem a Suape III, considerada a maior unidade a motor erguida no mundo.

A estimativa de emissão de CO₂ da Suape III leva em conta dados da Agência Internacional de Energia, em que para cada 0,96 metros cúbicos (m³) de óleo combustível consumido, 3,34 t de carbono são lançadas na atmosfera. Em cada dia de funcionamento esta usina consumirá 8.000 toneladas de óleo e emitirá 24 mil toneladas de CO₂.

A USINA TERMELÉTRICA PAU FERRO I, localizada na Estrada do Engenho D'Água, Km 7,7 em Igarassu – PE foi construída para operar a óleo diesel com 46,5 MW médios, que servirá de usina emergencial, ou seja, entrará em operação somente em caso de necessidade por falta de energia elétrica. A UTE tem capacidade para abastecer o território nacional, com exceção do Amazonas, Acre, Rondônia e Roraima. O investimento estimado foi cerca de R\$ 220 milhões. Desse valor, cerca de R\$ 171 milhões foram financiados pela Caixa Econômica.

A usina foi construída entre maio de 2008 e junho de 2009, em um projeto complexo envolvendo 576 unidades geradoras em uma área de 17,1 hectares no município de Igarassu - PE contando com mais de 300 colaboradores na fase de construção.

Os motores escolhidos foram FG Wilson P675P5 (450 kW, 60 Hz, 440v).

A ANEEL autorizou a entrada em operação no dia 18 de junho de 2009. Atualmente, as termelétricas de Pernambuco concluíram a automatização, ou seja, esta instalação permite que os operadores controlem o status dos diferentes equipamentos que integram as plantas.

Em operação desde junho de 2009, as usinas apresentam juntas, um dos maiores grupos de geradores do mundo, 576 no total, ocupando uma área igual a 17,1 hectares. Ao todo, foram investidos R\$ 220 milhões pelos acionistas do Grupo Cantarelli, Vital Oliveira, ambos de Pernambuco e da goiana Aroanã Energia para construir as usinas. Participaram da implementação a Benco Energia e a Argus Automação.

Com relação às Usinas Térmicas e Flexíveis, a **COMPANHIA ENERGÉTICA DE PETROLINA (CEP)** possui uma usina totalmente flexível, capaz de ser acionada imediatamente em casos de risco de racionamento, pois garante o suprimento de energia em horários de pico ou atendimento emergencial ao Sistema Interligado. A flexibilidade da usina está associada à utilização de óleo combustível em seu processo, que pode ser armazenado e usado apenas quando necessário. Essa característica faz com que as usinas térmicas flexíveis sejam uma importante alternativa para complementar a geração hidrelétrica do país. As características são:

- Potência Instalada: 128 MW
- Localização: Petrolina – PE
- Tipo de Unidade: Motores ciclo diesel acoplado a alternador.
- Combustível: OCB1, óleo combustível com baixo teor de enxofre.
- Tensão de Conexão: 69,0 kV
- SE Conectada: SE (subestação) Seccionadora de Petrolina a CELPE
- Resolução Autorizada: ANEEL nº 230 de 24/04/2002
- Operação Comercial: 03/10/2002

A AUTOPRODUTORA DA REFINARIA ABREU E LIMA – RNEST, conhecida como Refinaria do Nordeste, ou Refinaria Abreu e Lima, está localizada no município de Ipojuca (região metropolitana de Recife) em Pernambuco, será a primeira adaptada a processar 100% de petróleo pesado com o mínimo de impactos ambientais e produzir combustíveis com teor de enxofre menor do que o exigido pelos padrões internacionais mais rígidos, de 10 ppm (partes por milhão) de enxofre, porém ppm são medidas de concentração, ou seja, a quantidade de um material em uma grande quantidade de outro material.

A Refinaria Abreu e Lima da Petrobrás está sendo construída no Complexo Portuário Industrial de Suape e terá uma termelétrica a óleo combustível de 200 MW para atender suas necessidades de energia elétrica.

O parque de refino da Abreu e Lima será orientado principalmente para produção de óleo diesel, este é o derivado de petróleo de maior consumo no país, pois cerca de 70% dos derivados ali produzidos serão de óleo diesel, onde este produto é o maior importador do Brasil, pois sua produção no Nordeste permitirá atender à demanda por derivados na região e o excedente poderá abastecer ainda o mercado nacional.

A capacidade será para processar 200 mil barris por dia de petróleo, utilizando o petróleo pesado do Brasil e também da Venezuela, países que possuem grandes reservas.

Sobre o **PARQUE EÓLICO**, Pernambuco já possui cinco parques eólicos: na cidade de Gravatá as usinas eólicas (Gravatá, Mandacaru e Santa Maria), na cidade de Pombos, a usina de Xavante, e na cidade de Macaparana, a usina de Pirauá.

Em cada parque existe uma potência instalada de 4,95 MW, totalizando aproximadamente 25 MW de potência instalada. Cada parque tem três grupos aerogeradores, fornecidos pela empresa Vestas, com capacidade unitária de 1,65 MW.

A **ENERGIA HÍDRICA** é mais um empreendimento que entra para o parque gerador instalado em Pernambuco, pois vai gerar energia renovável, é o caso da PCH Pedra Furada. O empreendimento tem capacidade instalada para gerar até 6,08 megawatts (MW) e vai ter produção de 3 MW médios, usando como matéria-prima a água do Rio Sirinhaém. Para ser implantada, a empresa Atiaia Energia que pertence ao Grupo Cornélio Brennand investiu R\$ 50 milhões. A energia gerada pela central pode abastecer uma cidade com 25 mil habitantes.

O reservatório vai ocupar uma área de 12 hectares, entre os municípios de Ribeirão e Joaquim Nabuco, na Mata Sul de Pernambuco. A casa de força (a parte geradora do empreendimento) fica em Ribeirão, a 87 quilômetros do Recife.

Existe ainda um estudo da possibilidade de implantar mais sete PCHs no Rio Sirinhaém, dependerá muito de estudos econômicos que mostrará se haverá viabilidade dos projetos.

A tabela 3.1 apresenta as usinas que se utilizam de recursos hídricos. Através da tabela 3.1 é possível observar que a potência total no estado por recursos hídricos é de 36 MW, onde a usina Trapiche é a que mais gera energia elétrica, em torno de 25 MW.

Tabela 3. 1. Usinas que utilizam de recursos hídricos.

CLIENTE	POTÊNCIA (kW)
Usina Água Branca S/A	184
Usina Água Branca S/A	40
Usina Frei Caneca S/A	680
Usina Frei Caneca S/A	2400
Usina Pedroza S/A	2400
Usina Pedroza S/A	1250
Usina Trapiche S/A	11000
Usina Trapiche S/A	1700
Usina Trapiche S/A	12000
Usina Treze de Maio S/A	2200
Usina Treze de Maio S/A	550
Usina União Indústria S/A	1100
Usina Serro Azul S/A	500

Fonte: Elaborada pelo autor.

A Energia através da **BIOMASSA** com relação ao bagaço da cana de açúcar no estado passou de ser considerada como lixo e passou a ser combustível para energia renovável com menor grau de emissões de CO₂.

A tabela 3.2 mostra alguns clientes que utilizam tal tecnologia para geração de energia elétrica.

Tabela 3.2. A potência de usinas que utilizam bagaço de cana de açúcar.

CLIENTE	POTÊNCIA (kW)
Alvorada Agropecuária Ltda	1200
Cia. Usina Bulhões	1200
Destilaria JB Ltda	25000
Destilaria JB Ltda	3000
Indústria Açucareira Antônio Martins de Albuquerque S/A. - Usina Jaboatão	3200
São Luis Agroindustrial S/A	2000
Sociedade Brasileira Refinadora de Açúcar Ltda. - Usina Mussurepe	2500
Termo Itaenga Ltda	25000
Unidade Agroindustrial de Caxangá - Unaica	3600
Usina Central Olho D'água S/A	17000
Usina Cruangi S/A	6800
Usina Estreliana Ltda	2400
Usina Ipojuca S/A	4600
Usina Maravilhas S/A	5400
Usina Massauassú S/A	2400
Usina Matary S/A	6000
Usina Petribú S/A	14500
Usina Pumaty S/A	8000
Usina Salgado S/A	2400
Usina São José S/A	10800
Usina São José S/A	15000
Usina União Indústria S/A	3750

Fonte: Elaborada pelo autor.

Observando a tabela 3.2 nota-se que a potência total no estado de Pernambuco através da biomassa, especificamente, o bagaço da cana é de 166 MW, na qual a usina Destilaria JB é a que mais gera energia elétrica, em torno de 25 MW.

3.2. Consumo de Energia Elétrica

O consumo de energia elétrica em Pernambuco registrou um aumento na demanda devido a alguns fatores: o crescimento da economia pernambucana, a recém conquistada universalização do acesso à energia elétrica e a diminuição do valor das contas de cerca de 10% para as famílias de baixa renda com consumo de até 220 kW/mês (PSB Pernambuco, 2010).

Em 2010 a Celpe teve um incremento do número de novos clientes faturados da ordem de 95.624 clientes, representando um crescimento de 3,19% em relação a 2009.

O consumo de energia elétrica teve um aumento de 951.589 MWh em 2010, ou seja, 9,7% em relação ao ano anterior. A classe residencial, que detém 35,4% de participação das vendas de energia apresentou um percentual de aumento do consumo de 9,6%, já a classe industrial que conta com 25,0% do mercado de venda apresentou um acréscimo de 12,3%, porém no ano anterior (2009) apresentou um decréscimo de 0,2% decorrente da migração de grandes consumidores para o Ambiente de Livre Contratação (ACL).

A classe comercial, que participa com 19,2% do mercado, apresentou um aumento do consumo de energia na ordem de 6,8%. As demais classes apresentaram um crescimento de 7,9% em relação ao ano de 2009.

A participação do mercado de acordo com os setores responsáveis pelo consumo de energia elétrica é apresentada na tabela 3.3.

Tabela 3.3. Setores Responsáveis pelo Consumo de Energia no Estado.

Classe	MWh	Participação%
Residencial	3.791.350	35,4%
Industrial	2.686.879	25,0%
Comercial	2.057.831	19,2%
Rural	579.741	5,4%
Outras	1.597.237	15,0%
Total	10.713.038	100,0%

Fonte: CELPE (2010).

A evolução do consumo da energia elétrica através do número de clientes do ano de 2006 a 2010 pode ser observada na tabela 3.4.

Tabela 3.4. Evolução do Consumo Através da Evolução do Número de Clientes.

ANO	Número de Clientes	Consumo (GWh)
2006	2.534.962	8.508
2007	2.712.566	9.010
2008	2.859.607	9.418
2009	2.995.443	9.761
2010	3.091.067	10.713

Fonte: CELPE.

A taxa de consumo de energia elétrica do estado, devido ao aumento do número de clientes, é representada na tabela 3.5.

Tabela 3.5. Taxa de Crescimento do Consumo no Estado.

ANO	% Taxa de Consumo
2006	2,99 %
2007	5,90 %
2008	4,53 %
2009	3,64 %
2010	9,75 %

Fonte: CELPE.

3.2.1. Evolução do Consumo de Energia Elétrica

De acordo com estudos feitos pela EPE o consumo de energia elétrica no Brasil vem aumentando de forma considerada e não seria diferente no estado de Pernambuco.

Abaixo, são apresentadas tabelas que identificam claramente o aumento do consumo de energia elétrica em MWh, assim como o número de consumidores e seus respectivos percentuais nos anos de 2000 a 2010.

A tabela 3.6 mostra a evolução do consumo de energia elétrica por setores nos estado de Pernambuco de 2000 a 2010.

Tabela 3.6. Evolução do Consumo de Energia Elétrica por Setores.

Ano	Consumo – MWh					Total
	Residencial	Industrial	Comercial	Rural	Outros	
2000	2.628.228	1.863.439	1.452.220	403.454	1.077.765	7.425.106
2001	2.331.732	1.735.612	1.277.950	413.037	1.009.400	6.767.731
2002	2.295.480	1.803.353	1.309.262	412.501	1.065.405	6.886.001
2003	2.587.275	1.916.699	1.447.334	481.735	1.160.758	7.593.801
2004	2.598.782	2.026.345	1.493.559	444.591	1.142.175	7.705.452
2005	2.794.612	2.116.427	1.616.975	486.639	1.246.582	8.261.235
2006	2.882.216	2.128.541	1.688.912	517.437	1.291.495	8.508.601
2007	3.021.962	2.331.831	1.754.902	542.648	1.359.131	9.010.474
2008	3.206.478	2.397.257	1.835.435	548.402	1.431.385	9.418.957
2009	3.457.477	2.391.809	1.926.232	506.986	1.478.945	9.761.449
2010	3.791.350	2.686.879	2.057.831	579.741	1.597.237	10.713.038

Fonte: CELPE (adaptado pelo autor).

Já a tabela 3.7 apresenta o percentual quantitativo do consumo de energia elétrica nos setores do estado de Pernambuco de 2000 a 2010.

Tabela 3.7. Percentual Quantitativo da Evolução do Consumo de Energia Elétrica por Setores.

Ano	Residencial	Industrial	Comercial	Rural	Outros
2000	35,40%	25,10%	19,56%	5,43%	14,52%
2001	34,45%	25,65%	18,88%	6,10%	14,91%
2002	33,34%	26,19%	19,01%	5,99%	15,47%
2003	34,07%	25,24%	19,06%	6,34%	15,29%
2004	33,73%	26,30%	19,38%	5,77%	14,82%
2005	33,83%	25,62%	19,57%	5,89%	15,09%
2006	33,87%	25,02%	19,85%	6,08%	15,18%
2007	33,54%	25,88%	19,48%	6,02%	15,08%
2008	34,04%	25,45%	19,49%	5,82%	15,20%
2009	35,42%	24,50%	19,73%	5,19%	15,15%
2010	35,39%	25,08%	19,21%	5,41%	14,91%

Fonte: CELPE (adaptado pelo autor).

A tabela 3.8 indica o número de consumidores por setores que vem aumentando em Pernambuco de forma gradativa a cada ano, de 2000 até 2010.

Tabela 3.8. Evolução do Número de Consumidores por Setores.

Ano	Residencial	Industrial	Comercial	Rural	Outros	Total
2000	1.727.804	10.723	148.142	95.439	17.536	1.999.644
2001	1.824.784	11.369	157.166	109.877	18.046	2.121.242
2002	1.882.642	11.256	161.818	124.302	20.369	2.200.387
2003	1.991.446	10.859	162.211	131.626	22.222	2.318.364
2004	2.040.414	10.415	157.778	130.866	22.826	2.362.299
2005	2.097.207	10.956	164.274	143.726	24.863	2.441.026
2006	2.181.440	1.146	166.488	150.308	25.580	2.534.962
2007	2.336.383	12.077	176.674	160.499	26.933	2.712.566
2008	2.465.202	12.901	184.921	168.487	28.096	2.859.607
2009	2.584.323	13.521	193.793	174.979	28.827	2.995.443
2010	2.669.566	13.413	198.048	180.574	29.466	3.091.067

Fonte: CELPE (adaptado pelo autor).

A tabela 3.9 representa o percentual do número de consumidores por setores no estado de 2000 até 2010.

Tabela 3.9. Percentual do Número de Consumidores por Setores

Ano	Residencial	Industrial	Comercial	Rural	Outros
2000	86,41%	0,54%	7,41%	4,77%	0,88%
2001	86,02%	0,54%	7,41%	5,18%	0,85%
2002	85,56%	0,51%	7,35%	5,65%	0,93%
2003	85,90%	0,47%	7,00%	5,68%	0,96%
2004	86,37%	0,44%	6,68%	5,54%	0,97%
2005	85,91%	0,45%	6,73%	5,89%	1,02%
2006	86,05%	0,44%	6,57%	5,93%	1,01%
2007	86,13%	0,45%	6,51%	5,92%	0,99%
2008	86,21%	0,45%	6,47%	5,89%	0,98%
2009	86,28%	0,45%	6,47%	5,84%	0,96%
2010	86,36%	0,43%	6,41%	5,84%	0,95%

Fonte: CELPE (adaptado pelo autor).

Em seguida são dispostas algumas simulações gráficas quanto ao consumo total (MWh) por ano, de 2000 a 2010 (figura 3.1), assim como o percentual de consumo por setores pelo mesmo período (figura 3.2).

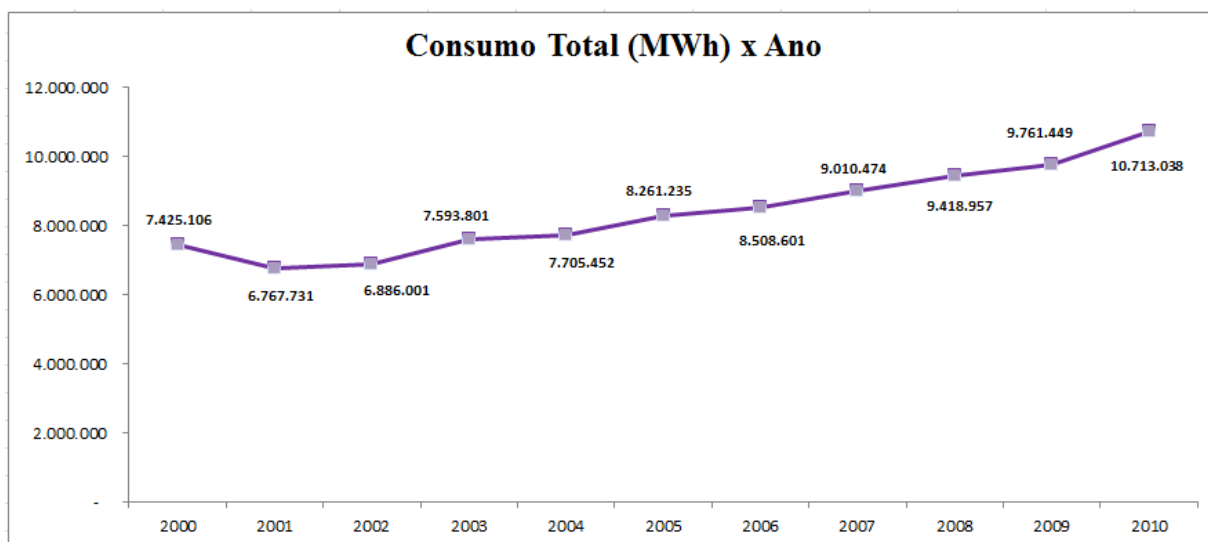


Figura 3.1. Consumo Total por Ano.

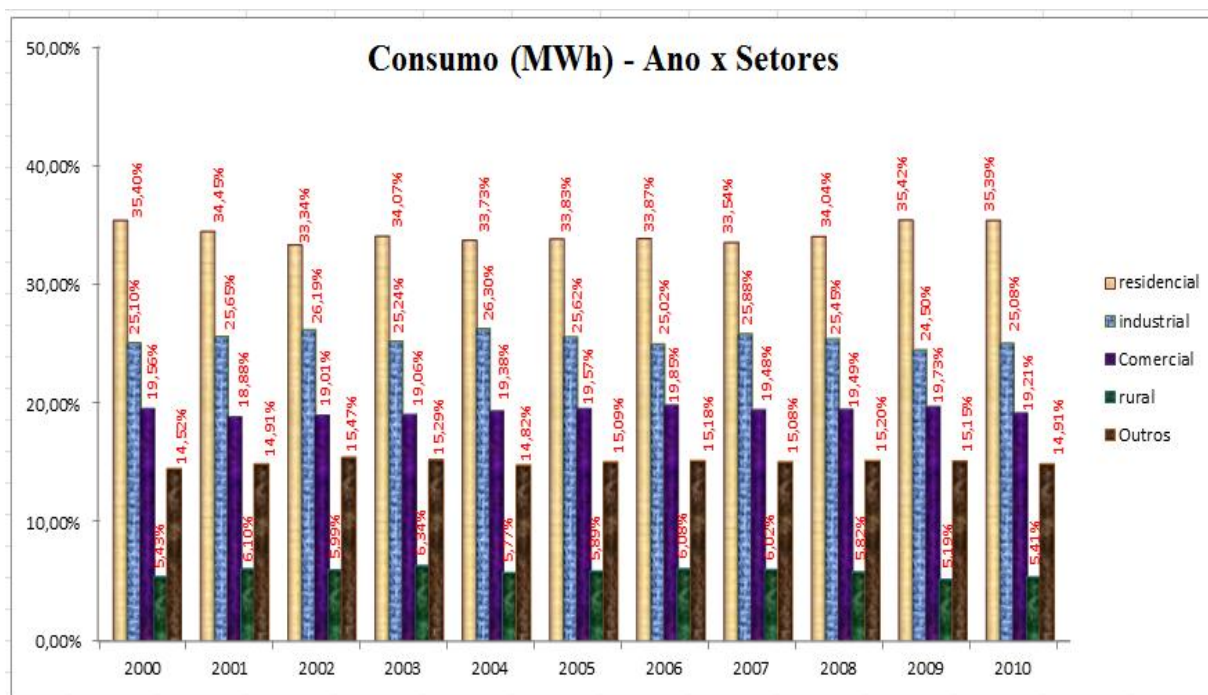


Figura 3.2. Percentual do Consumo por Setores.

Logo após, são exibidos os gráficos decorrentes ao número de consumidores por ano, de 2000 a 2010 (figura 3.3) assim como o percentual do número de consumidores por ano e por setores (figura 3.4).

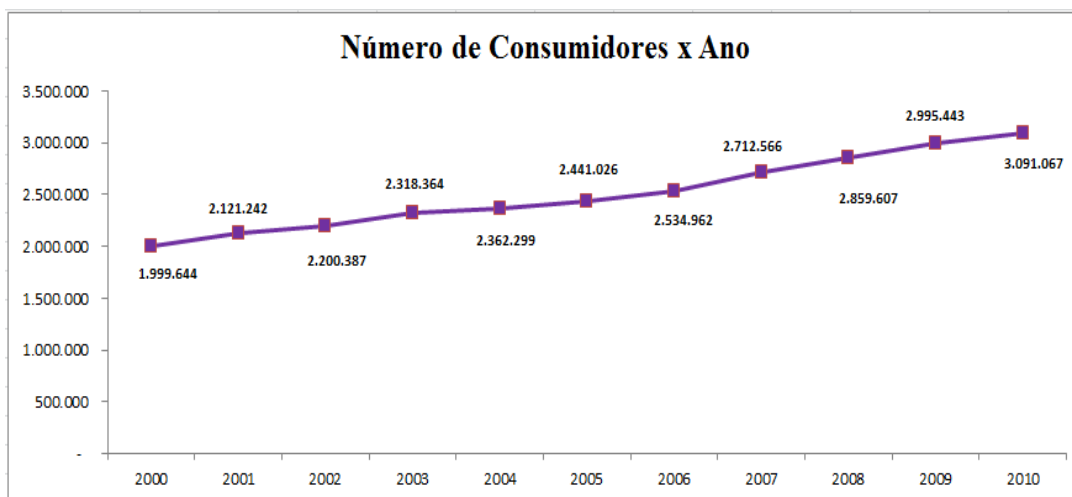


Figura 3.3. Número de Consumidores por Ano.

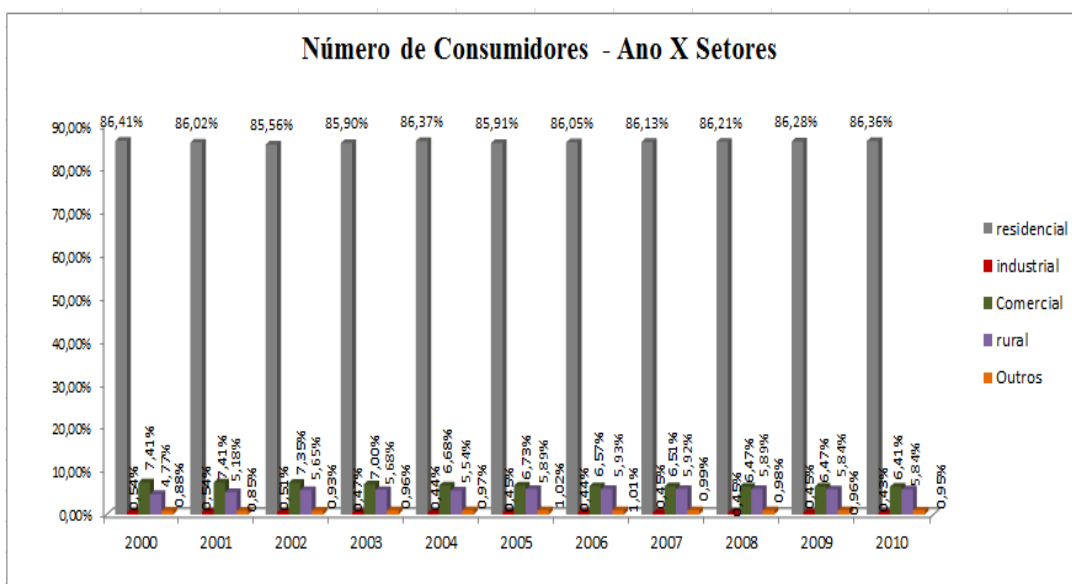


Figura 3.4. Percentual do Número de Consumidores por Setores.

A figura 3.5 representa o total de consumo de energia elétrica entre os setores industriais nos anos de 2000, 2005 e 2010.

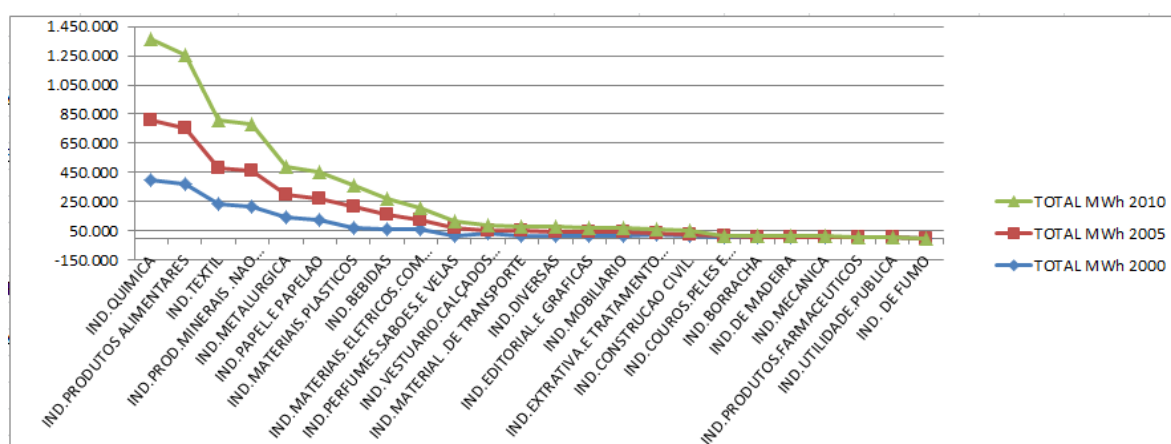


Figura 3.5. Consumo de Energia Elétrica por Setores.

As figuras 3.6, 3.7 e 3.8 abordam o percentual do consumo de energia elétrica dentre os ramos de atividades industriais do estado de Pernambuco nos anos de 2000, 2005 e 2010.

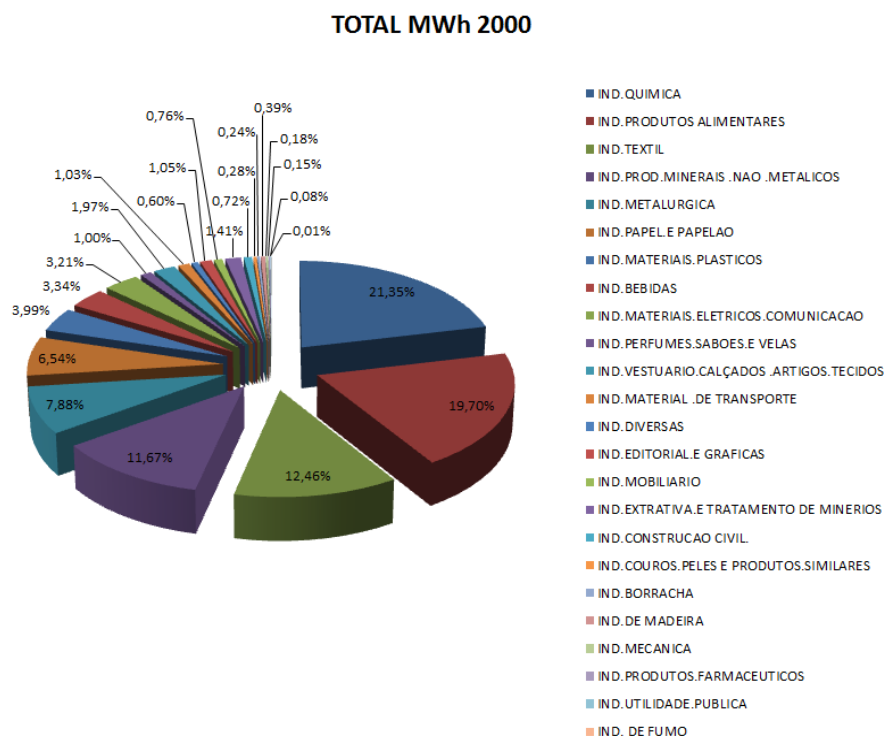


Figura 3.6. Percentual do Consumo de Energia Elétrica nas Atividades Industriais no ano de 2000.
(Fonte: CELPE).

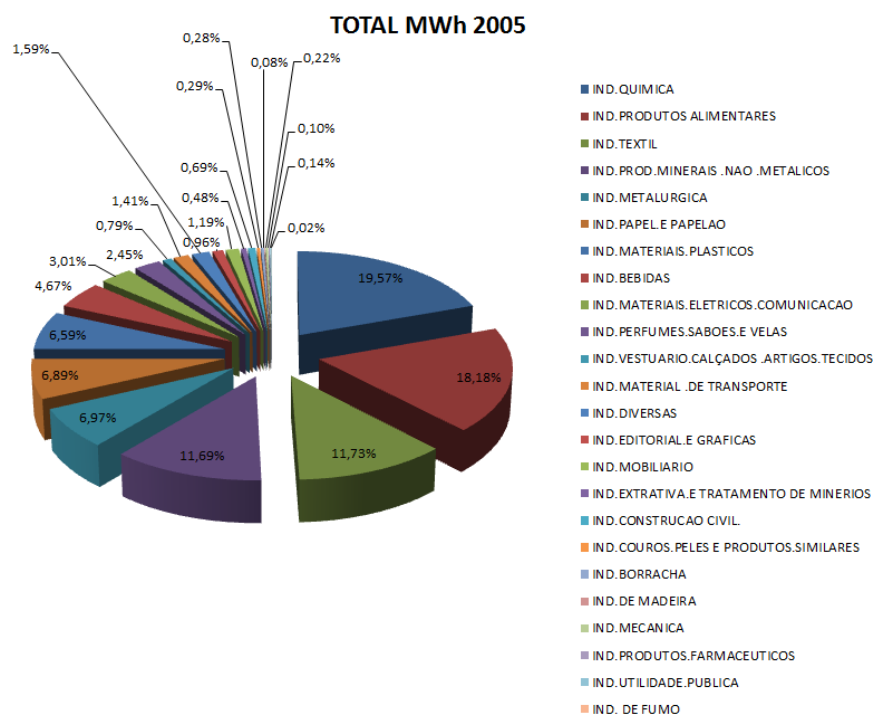


Figura 3.7. Percentual do Consumo de Energia Elétrica nas Atividades Industriais no ano de 2005.
(Fonte: CELPE).

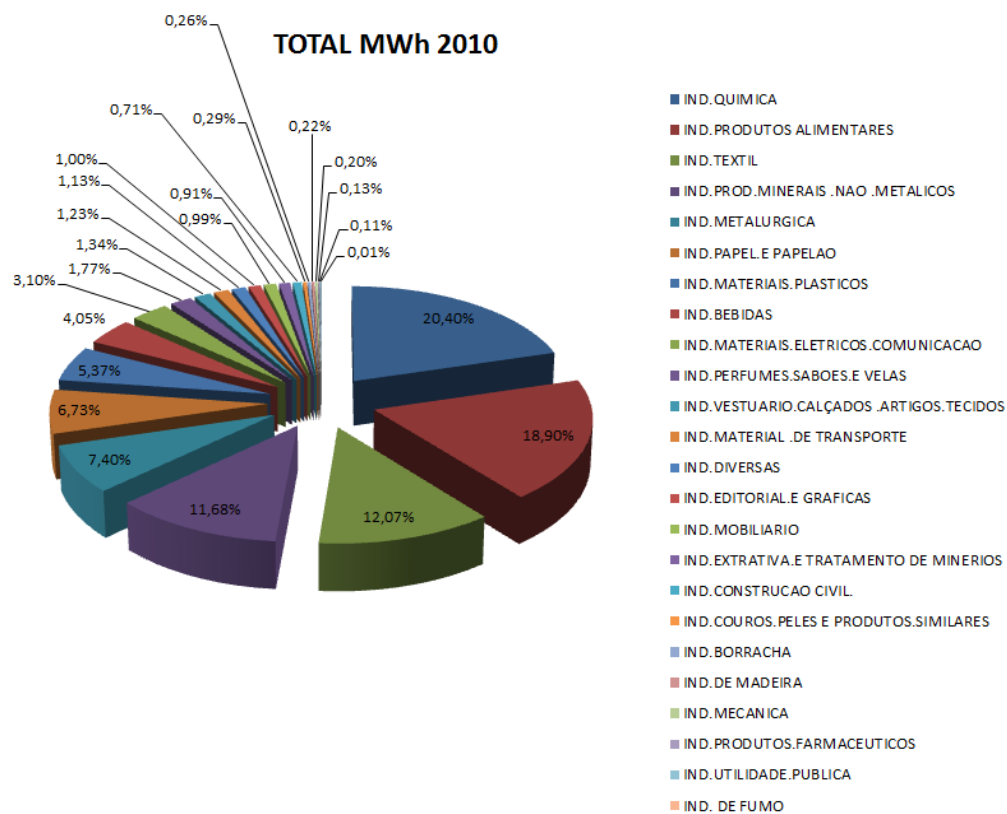


Figura 3.8. Percentual do Consumo de Energia Elétrica nas Atividades Industriais no ano de 2010.

(Fonte: CELPE).

3.3. Principais Setores Consumidores Industriais

Em se tratando de atividade industrial no estado de Pernambuco, de acordo com a tabela 3.10, são apresentados os ramos de atividade e o seu consumo de energia elétrica nos anos de 2000, 2005 e 2010.

Tabela 3.10. Consumo de Energia Elétrica (MWh) por Ramos de Atividade Industrial.

RAMO DE ATIVIDADE	2000	2005	2010
IND.QUIMICA	397.798	414.176	548.178
IND.PRODUTOS ALIMENTARES	367.142	384.865	507.693
IND.TEXTIL	232.131	248.320	324.361
IND.PROD.MINERAIS .NAO .METALICOS	217.520	247.317	313.820
IND.METALURGICA	146.898	147.441	198.713
IND.PAPEL.E PAPELAO	121.891	145.858	180.762
IND.MATERIAIS.PLASTICOS	74.269	139.504	144.322
IND.BEBIDAS	62.210	98.796	108.698
IND.MATERIAIS.ELETRICOS.COMUNICACAO	59.861	63.678	83.404
IND.PERFUMES.SABOES.E VELAS	18.715	51.914	47.683
IND.VESTUARIO.CALÇADOS .ARTIGOS.TECIDOS	36.628	16.730	36.023
IND.MATERIAL .DE TRANSPORTE	19.133	29.924	33.119
IND.DIVERSAS	11.126	33.727	30.281
IND.EDITORIAL.E GRAFICAS	19.540	20.378	26.949
IND.MOBILIARIO	14.141	25.182	26.548
IND.EXTRATIVA.E TRATAMENTO DE MINERIOS	26.183	10.120	24.509
IND.CONSTRUCAO CIVIL.	13.390	14.686	18.955
IND.COUIROS.PELES E PRODUTOS.SIMILARES	5.300	6.103	7.698
IND.BORRACHA	4.510	5.835	6.984
IND.DE MADEIRA	7.331	1.611	6.037
IND.MECANICA	3.274	4.758	5.422
IND.PRODUTOS.FARMACEUTICOS	2.838	2.181	3.388
IND.UTILIDADE.PUBLICA	1.419	2.964	2.959
IND. DE FUMO	191	360	372
TOTAL GERAL (MWh)	1.863.439	2.116.428	2.686.879

Fonte: CELPE.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A matriz energética brasileira é soma de todas as formas de energia produzidas pela sociedade, incluindo a energia elétrica, mas também combustíveis para transporte, uso residencial e industrial, entre outros. A principal fonte da matriz energética brasileira é o petróleo que dá origem a derivados como gasolina, óleo diesel, óleo combustível e querosene, desta forma nosso país ainda continua utilizando a maior parte de recursos não renováveis.

Em Pernambuco, destaca-se ao longo dos últimos anos que a Matriz Energética Estadual (MEE) tem se modificado. Ao analisar o Balanço Energético de Pernambuco (BENPE), referente aos anos de 89 até 98 (último ano disponível pela ex-Secretaria de Infraestrutura), nota-se que, apesar das fontes renováveis de energia (hidreletricidade, carvão vegetal, lenha, álcool e bagaço de cana) ainda contribuírem com a maior parcela na oferta total de energia, estes energéticos vêm, ano a ano, reduzindo sua contribuição na oferta de energia. Por sua vez, as fontes não-renováveis de energia (derivados do petróleo e gás natural), vêm a cada ano aumentando sua participação. Este trabalho possibilitou verificar que a opção maior é pelas termelétricas, que somente no Complexo de Suape, nos próximos anos, haverá 5 termelétricas (Suape I - TermoCabo, Suape II e Suape III, TermoPernambuco e a da Refinaria), com uma potência instalada de 2.612 MW.

Neste caso, todas essas UTE's a serem instaladas de combustíveis não renováveis acarretará um aumento considerável de emissões de gases de efeitos estufa, ocasionando problemas de saúde para os moradores do entorno da usina, e contribuindo para o efeito estufa. Para se ter uma ideia da emissão de CO₂ da Suape III que quando operada em um dia esta usina consumirá 8.000 toneladas de óleo combustível, lançando para atmosfera algo em torno de 24.000 toneladas de CO₂.

Um dos principais aspectos da escolha das termelétricas é das dimensões e da localização é o que se chama logístico-econômico, pois com o aumento das privatizações, os empreendedores passaram a escolher os locais para empreendimentos apenas pela ótica economicista. As dimensões das termelétricas visam retorno dos investimentos, num *pay-off* (Compensação) de curto prazo, ou seja, não se leva em conta questões ambientais neste caso.

O alvo é a instalação de enormes projetos de alto consumo em áreas já industrializadas, que representa grande demanda energética garantida.

Essa estratégia meramente econômica tem aumentado os riscos para populações que já estão mergulhadas em níveis inaceitáveis de poluição atmosférica.

Do ponto de vista ambiental, essa forma de decisão, sem critérios ou embasamento técnico-científico, vem transformando possíveis aspectos positivos, que ocorrem com a substituição da queima do óleo combustível por gás, em verdadeiro desastre anunciado. Em vez de melhorar, agravarão ainda mais as condições atmosféricas desfavoráveis à vida humana, animal e vegetal. Isso porque a substituição é realizada conjuntamente com ambicioso aumento de capacidade de geração.

Sob o aspecto de políticas públicas, notamos que não são enfrentados os processos de uso irracional, seja de energia ou hábitos de consumo. Estamos permitindo a consolidação de uma sociedade cada vez mais alienada para os aspectos da sustentabilidade, sem percepção dos limites das alterações aceitáveis do meio ambiente, e, sobretudo do consumo. Trata-se de obrigação constitucional do poder público, em co-responsabilidade com o conjunto da sociedade. É preciso repensar as matrizes propostas tanto de energia como de resíduos, pois implicam diretamente em qualidade ambiental, e sua má condução implica em sérios riscos à saúde pública.

A oferta interna de energia elétrica no país indiscutivelmente continua sendo de origem hidráulica, pois, de acordo com o balanço energético nacional de 2010 a fonte de energia hidráulica apresentou uma elevação na produção em função do regime hidrológico favorável, porém é verificado que as fontes de energias renováveis (bagaço da cana, eólica e solar), apresentaram uma tendência de crescimento.

No país, o setor industrial é o maior consumidor de energia, em torno de 43,85% no ano de 2010, sendo a indústria de alumínio a maior consumidora, em torno de 29,73%.

No estado de Pernambuco, o maior consumidor de energia elétrica é o setor residencial seguido do setor industrial, respectivamente em torno de 35% e 25% para o ano de 2010.

Os ramos de atividades do setor industrial que mais consomem eletricidade no estado de Pernambuco no período estudado são: indústria química, indústria de produtos alimentares e indústria têxtil. Estes três setores representam 40,5% do consumo de energia elétrica total no setor industrial.

Com a refinaria Abreu e Lima, a Petroquímica Suape, mais um estaleiro, entre outros, todos em operação, espera-se um crescimento importante no consumo de energia elétrica.

Desta forma, esse crescimento está levando a própria Chesf a instalar duas novas subestações em Suape, possibilitando, assim, entregar energia aos consumidores em alta tensão, pois atualmente, a região de Suape não tem disponibilidade de energia nessa modalidade por falta de infraestrutura (subestações e linhas de transmissão).

REFERÊNCIAS

ABRIL. **São Paulo ganha 8 usinas de bagaço de cana.** Disponível em: <<http://info.abril.com.br/noticias/tecnologias-verdes/sao-paulo-ganha-8-usinas-de-bagaco-de-cana-28092010-7.shl>>. Acesso em: 19 de Março de 2012.

ABRIL. **CPFL Energia expande participação em biomassa.** Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/cpfl/cpfl-expande-participacao-biomassa-621777.shtml>>. Acesso em: 19 de Março de 2012.

AREVA KOBLITZ. **Pernambuco.** Disponível em: <http://koblitz.com.br/scripts/koblitz_home/publigen/content/templates/show.asp?P=280&L=PT>. Acesso em: 22 de Março de 2012.

AGSOLVE. **Uso de Energia Solar no Brasil já é lei.** Disponível em: <<http://www.agsolve.com.br/noticia.php?cod=898>>. Acesso em: 20 de Fevereiro de 2012.

AMBIENTE BRASIL. **Ambiente Energia.** Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/artigos_energia/sistemas_isolados.html>. Acesso em: 13 de Março de 2012.

ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica.** Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/>>. Acesso em: 13 de Dezembro de 2011.

BERMANN, Célio. **Indústrias Eletrointensivas e Autoprodução: propostas para uma política energética de resgate do interesse público.** Disponível em: <http://www.ilumina.org.br/zpublisher/materias/Estudos_Especiais.asp?id=15872>. Acesso em: 17 de Setembro de 2011.

BRASIL ESCOLA. **Energia Solar.** Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/energia-solar.htm>>. Acesso em: 20 de Fevereiro de 2012.

CAVALCANTI, Fernando José do Monte de Melo. **Elaboração e análise do balanço energético do estado de Pernambuco de 1989 1998.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFPE, 2000.

CCEE. **Câmara de Comercialização de Energia Elétrica.** Disponível em: <<http://www.mae.org.br/>>. Acesso em: 13 de Dezembro de 2011.

CELPE. **Mercado de Energia.** Disponível em: <<http://www.celpe.com.br/>>. Acesso em: 17 de setembro de 2011.

CERPCH. **Fontes Renováveis.** Disponível em: <<http://www.cerpch.unifei.edu.br/biomassa.php>>. Acesso em: 22 de novembro de 2011.

COLETIVO VERDE. **Energia Renovável: A energia Solar no Brasil e em sua casa.** Disponível em: <<http://www.coletivoverde.com.br/energia-solar/>>. Acesso em: 25 de Fevereiro de 2012.

EBRASIL. **Eletricidade do Brasil**. Disponível em:
<<http://ebrasilenergia.com.br/empresas-do-grupo/>>. Acesso em: 19 de outubro de 2011.

EPE. **EPE disponibiliza conjunto dos Custos Marginais de Operação (CMO) para o Leilão de Energia A-3/2012**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/>>. Acesso em: 25 de outubro de 2011.

GUERRA, Hélvio Neves. **Superintendente de Concessões e Autorizações de Geração da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica**. Revista Opiniões, edição trimestral jan-fev-mar/ 2008, pág 18 e 19.

JORNAL DA ENERGIA. **Presidente Lula inaugura usinas a biomassa em São Paulo**. Disponível em:<http://www.jornaldaenergia.com.br/ler_noticia.php?id_noticia=4611&id_tipo=3&id_secao=5&id_pai=2>. Acesso em: 19 de Março de 2012.

LEI Nº 9.074, DE 7 DE JULHO DE 1995. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9074cons.htm>. Acesso em: 28 de Fevereiro de 2012.

LEI No 10.848, DE 15 DE MARÇO DE 2004. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.848.htm>. Acesso em: 28 de Fevereiro de 2012.

MME. **Publicações**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/>> Acesso em: 30 de Dezembro de 2011.

ONS. **O que é o SIN – Sistema Interligado Nacional**. Disponível em:
<http://www.ons.org.br/conheca_sistema/o_que_e_sin.aspx> Acesso em: 13 de Março de 2012.

PALAVRAS DIVERSAS. **Brasil terá mais de 160 parques eólicos até 2013**. Disponível em:
<<http://palavras-diversas.blogspot.com/2011/05/brasil-tera-mais-de-160-parques-eolicos.html>>. Acesso em: 26 de Fevereiro de 2012.

PORTAL PCH. **O que é uma PCH?** Disponível em:
<http://www.portalpch.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=702> . Acesso em: 15 de Março de 2012.

PSB PERNAMBUCO. **Crescimento pernambucano impulsiona consumo de energia elétrica**. Disponível em: <http://psbpe.org.br/site-2010/crescimento-pernambucano-impulsiona-consumo-de-energia-eletrica/>>. Acesso em: 26 de Fevereiro de 2011.

STRAPASSON, Alexandre Bertinardi. **Diretor do Departamento de Cana-de-Açúcar e Agroenergia do Ministério da Agricultura**. Revista Opiniões , edição trimestral jan-fev-mar/2008, pág – 12

ÚLTIMA HORA. **Eike Batista comemora desempenho da usina solar de Tauá**. Disponível em: <<http://verdesmares.globo.com/v3/canais/noticias.asp?codigo=335474&modulo=968>>. Acesso em: 26 de Fevereiro de 2012.

UOL NOTÍCIAS. **CENSO 2010. Em uma década, Brasil ganha 16 milhões de novos consumidores de energia elétrica, diz IBGE.** Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/cotidiano/2011/04/29/em-uma-decada-brasil-ganhou-16-milhoes-de-novos-consumidores-de-energia-eletrica-mais-de-700-mil-estao-no-escuro.jhtm>>. Acesso em: 30 de Novembro de 2011.

JORNAL DA ENERGIA. **Termelétrica São Martinho vai ampliar capacidade instalada.** Disponível em: <http://www.jornaldaenergia.com.br/ler_noticia.php?id_noticia=6159&id_tipo=3&id_secao=5&id_pai=2>. Acesso em: 20 de Março de 2012.

ANEXOS

Anexo I – Produção de Energia Primária – Brasil. (FONTE: BEN 2011).

											%
FONTES	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	SOURCES
NÃO RENOVÁVEL	53,4	55,0	53,1	52,2	52,7	52,6	51,5	51,6	53,3	52,5	NON-RENEWABLE ENERGY
PETRÓLEO	42,7	43,1	42,1	40,3	42,0	42,1	40,7	39,7	41,9	42,0	OIL
GÁS NATURAL	8,9	8,8	8,5	8,9	8,8	8,3	8,1	9,0	8,7	9,0	NATURAL GAS
CARVÃO VAPOR	1,4	1,1	1,0	1,1	1,2	1,0	1,0	1,1	0,9	0,9	STEAM COAL
CARVÃO METALÚRGICO	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	METALLURGICAL COAL
URÂNIO (U ₃ O ₈)	0,4	1,9	1,5	1,9	0,7	1,1	1,6	1,7	1,7	0,7	URANIUM - U ₃ O ₈
RENOVÁVEL	46,6	45,0	46,9	47,8	47,3	47,4	48,5	48,4	46,7	47,5	RENEWABLE ENERGY
ENERGIA HIDRÁULICA	14,7	14,1	14,3	14,5	14,5	14,2	14,4	13,4	13,9	13,7	HYDRAULIC
LENHA	14,3	13,6	14,1	14,8	14,2	13,5	12,8	12,4	10,2	10,3	FIREWOOD
PRODUTOS DA CANA	14,6	14,5	15,4	15,4	15,5	16,6	18,2	19,0	18,8	19,3	SUGAR CANE PRODUCTS
OUTRAS RENOVÁVEIS	3,0	2,9	3,1	3,1	3,2	3,2	3,0	3,6	3,8	4,3	OTHERS
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	TOTAL

Anexo II – Oferta Interna de Energia (FONTE: BEN 2011).

											%
FONTES	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	IDENTIFICATION
ENERGIA NÃO RENOVÁVEL	60,7	58,8	56,3	56,2	55,5	55,0	54,3	54,1	52,8	54,5	NON-RENEWABLE ENERGY
PETRÓLEO E DERIVADOS	45,4	43,0	40,1	39,1	38,7	37,8	37,5	36,6	37,9	37,6	OIL AND OIL PRODUCTS
GÁS NATURAL	6,5	7,4	7,7	8,9	9,4	9,6	9,3	10,3	8,7	10,3	NATURAL GAS
CARVÃO MINERAL E COQUE	6,9	6,5	6,7	6,7	6,3	6,0	6,0	5,8	4,7	5,2	COAL AND COKE
URÂNIO (U ₃ O ₈)	2,0	1,9	1,8	1,5	1,2	1,6	1,4	1,5	1,4	1,4	URANIUM - U ₃ O ₈
ENERGIA RENOVÁVEL	39,3	41,2	43,7	43,8	44,5	45,0	45,7	45,9	47,2	45,5	RENEWABLE ENERGY
HIDRÁULICA E ELETRICIDADE ¹	13,6	14,0	14,6	14,4	14,8	14,8	14,9	14,0	15,2	14,0	HYDRAULIC AND ELECTRICITY ¹
LENHA E CARVÃO VEGETAL	11,6	11,9	12,9	13,2	13,0	12,6	12,0	11,6	10,1	9,7	FIREWOOD AND CHARCOAL
DERIVADOS DA CANA	11,8	12,8	13,4	13,5	13,8	14,6	15,9	17,0	18,2	17,8	SUGAR CANE PRODUCTS
OUTRAS RENOVÁVEIS	2,4	2,5	2,8	2,7	2,9	3,0	2,9	3,4	3,8	4,0	OTHERS
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	TOTAL

Anexo III- Consumo Final por Fonte (FONTE: BEN 2011).

FONTES	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	% SOURCES
GÁS NATURAL	4,8	5,6	6,0	6,4	6,8	7,1	7,2	7,4	6,9	7,2	NATURAL GAS
CARVÃO MINERAL	1,6	1,7	1,8	1,9	1,8	1,7	1,7	1,7	1,3	1,5	COAL COKE
LENHA	8,0	8,1	8,4	8,2	8,2	8,1	7,6	7,4	7,5	7,1	FIREWOOD
BAGAÇO DE CANA	9,1	9,8	10,6	10,6	10,8	11,9	12,4	12,7	13,0	12,9	SUGAR CANE BAGASSE
OUTRAS FONTES PRIM. RENOVÁVEIS	1,8	1,9	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,3	2,5	2,5	OTHER RENEWABLE PRIMARY SOURCES
GÁS DE COQUERIA	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	COKE GAS
COQUE DE CARVÃO MINERAL	3,7	3,7	3,7	3,6	3,3	3,0	3,1	3,0	2,4	2,6	COAL COKE
ELETRICIDADE	15,5	15,7	16,2	16,2	16,5	16,5	16,4	16,3	16,4	16,3	ELECTRICITY
CARVÃO VEGETAL	2,6	2,6	3,0	3,3	3,2	3,0	2,9	2,7	1,8	1,9	CHARCOAL
ÁLCOOL ETÍLICO	3,5	3,7	3,4	3,6	3,7	3,4	4,2	5,2	5,7	5,5	ETHYLALCOHOL
OUTRAS SECUNDÁRIAS - ALCATRÃO	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	TAR
SUBTOTAL DERIVADOS DE PETRÓLEO	48,7	46,4	44,0	43,3	42,7	42,2	41,4	40,8	41,8	41,9	OIL-PRODUCTS
ÓLEO DIESEL	17,8	17,7	17,0	17,1	16,5	16,2	16,2	16,5	16,7	17,1	DIESEL OIL
ÓLEO COMBUSTÍVEL	4,9	4,6	4,0	3,4	3,4	3,0	3,0	2,8	2,7	2,0	FUEL OIL
GASOLINA	7,6	7,0	7,2	7,1	7,0	7,1	6,7	6,4	6,7	7,3	GASOLINE
GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO	4,5	4,2	3,8	3,8	3,6	3,5	3,4	3,4	3,4	3,2	LIQUEFIED PETROLEUM GAS
NAFTA	4,6	3,7	3,9	3,7	3,7	3,6	3,6	3,0	3,3	3,0	NAPHTHA
QUEROSENE	2,0	1,8	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	KEROSENE
GÁS CANALIZADO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	GASWORKS GAS
OUTRAS SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO	5,1	4,9	4,8	4,7	4,9	4,8	5,0	4,7	5,0	4,9	OTHER OIL SECONDARIES
PRODUTOS NÃO-ENERGETICOS DE PETRÓLEO	2,3	2,5	2,1	2,2	2,3	2,7	2,3	2,7	2,7	2,9	NON-ENERGY OIL PRODUCTS
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	TOTAL

Anexo IV – Consumo Final por Setor (FONTE: BEN 2011).

IDENTIFICAÇÃO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	% IDENTIFICATION
CONSUMO FINAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	FINAL CONSUMPTION
CONSUMO FINAL NÃO- ENERGÉTICO	7,9	7,1	6,9	6,8	6,7	7,1	6,6	6,5	6,8	6,9	FINAL NON-ENERGY CONSUMPTION
CONSUMO FINAL ENERGÉTICO	92,1	92,9	93,1	93,2	93,3	92,9	93,4	93,5	93,2	93,1	FINAL ENERGY CONSUMPTION
SETOR ENERGÉTICO	7,9	8,1	8,7	8,6	9,0	9,3	9,8	10,8	11,0	10,5	ENERGY SECTOR
RESIDENCIAL	11,7	11,6	11,5	11,2	11,1	10,9	10,3	10,0	10,5	9,8	RESIDENTIAL
COMERCIAL	2,8	2,8	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,7	2,9	2,7	COMMERCIAL
PÚBLICO	1,8	1,8	1,8	1,7	1,8	1,7	1,7	1,6	1,7	1,5	PUBLIC
AGROPECUÁRIO	4,5	4,4	4,5	4,3	4,3	4,2	4,2	4,4	4,3	4,1	AGRICULTURE AND LIVESTOCK
TRANSPORTES - TOTAL	27,8	27,6	26,4	26,9	26,8	26,3	26,7	27,6	28,3	28,8	TRANSPORTATION - TOTAL
RODOVIÁRIO	24,9	25,0	24,3	24,8	24,5	24,2	24,5	25,3	26,1	26,5	HIGHWAYS
FERROVIÁRIO	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	RAILROADS
AÉREO	1,9	1,8	1,2	1,3	1,3	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	AIRWAYS