

# Atlas de Energia Elétrica do Brasil

3<sup>a</sup> edição



# Atlas de Energia Elétrica do Brasil

3<sup>a</sup> edição

Brasília, 2008

**DIRETORIA**

*Jerson Kelman*  
diretor-geral

*Edvaldo Alves de Santana*

*Joísa Campanher Dutra Saraiva*

*José Guilherme Silva de Menezes Senna*

*Romeu Donizete Rufino*

diretores

© 2008 by titulares dos direitos da Aneel

Direitos de edição da obra em língua portuguesa em todo o mundo adquiridos pela Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel. Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra pode ser apropriada e estocada em sistema de banco de dados ou processo similar, em qualquer forma ou meio, seja eletrônico, de fotocópia, gravação etc., sem a permissão do detentor do *copyright*.

Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel  
SGAN - Quadra 603 - Módulos "I" e "J"  
Brasília - DF - 70830-030  
Tel: 55 (61) 2192 8600 Ouvidoria: 144  
[www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)

Catalogação na Fonte  
Centro de Documentação - CEDOC

A 265a                    Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil).

3.                         *Atlas de energia elétrica do Brasil / Agência Nacional de Energia Elétrica.*  
                              ed. – Brasília : Aneel, 2008.

                              236 p. : il.

                              ISBN: 978-85-87491-10-7

                              1. Energia elétrica. 2. Potencial energético. 3. Setor elétrico. 4. Atlas. 5. Brasil.  
                              I. Título.

                              CDU: 621.31(81)(084.4)

## AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA • Aneel

### SUPERVISÃO

#### Assessoria de Comunicação e Imprensa – ACI

*Salete Cangussu*

Assessora de Comunicação e Imprensa

*Patricia Barbosa Pinto*

Jornalista

*Joseanne Aguiar*

Analista Administrativa

### EQUIPE TÉCNICA

#### Superintendência de Regulação dos Serviços de Distribuição - SRD

*Breno de Souza França*

*Rodrigo Abijaodi Lopes de Vasconcellos*

#### Superintendência de Fiscalização dos Serviços de Geração – SFG

*Alessandro D'Afonseca Cantarino*

#### Superintendência de Gestão Técnica da Informação - SGI

*Adriana Lannes Souza*

#### Superintendência de Concessões e Autorizações de Geração – SCG

*Luciana de Oliveira Barcellos*

*Ludimila Lima*

#### Superintendência de Planejamento da Gestão - SPG

*Cícero Silva Teixeira*

#### Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética – SPE

*Máximo Luiz Pompermayer*

*Sheyla Maria Damasceno*

#### Superintendência de Concessões e Autorização de Transmissão e Distribuição - SCT

*Erison Honda Xavier / Marcelo Rodrigues*

#### Superintendência de Fiscalização Econômica e Financeira – SFF

*Rogério Ament*

#### Superintendência de Estudos Econômicos do Mercado - SEM

*Patricia Trindade Dotal*

#### Superintendência de Mediação Administrativa Setorial - SMA

*André Ruelli*

#### Secretaria Geral - SGE

*Jorge Luis Custodio*

#### Superintendência de Regulação Econômica - SRE

*José Helder da Silva Lima*

#### Superintendência de Regulação da Comercialização da Eletricidade – SRC

*Juracy Rezende Castro Andrade*

*Marcos Bragatto*

#### Superintendência de Regulação dos Serviços de Geração - SRG

*Aymoré de Castro Alvim Filho*

#### Superintendência de Fiscalização dos Serviços de Eletricidade - SFE

*José Assad Thomé Júnior*

#### Superintendência de Regulação dos Serviços de Transmissão – SRT

*José Moisés Machado da Silva*

*Giacomo Francisco Bassi Almeida*

#### Superintendência de Gestão e Estudos Hidroenergéticos – SGH

*Matheus Bittar*

### PRODUÇÃO EDITORIAL E GRÁFICA

#### TDA COMUNICAÇÃO

[www.tdabrasil.com.br](http://www.tdabrasil.com.br)

Diretor

*Marcos Rebouças*

Coordenação Geral

*Maria Angela Jabur*

Engenheiro Eletricista

*Mauro Moura Severino*

Produção de Textos

*Maria Angela Jabur*

Revisão de Textos e Apoio Editorial

*Ana Cristina da Conceição*

Direção de Arte e Projeto Gráfico

*João Campello*

Diagramação

*Bruna Pagy*

Ilustrações e Geoprocessamento

*Thiago dos Santos*

Ícones e Ilustração da Capa

*Victor Papalleo*

Digitalização e Tratamento de Originais

*Fernando Ely*

Fotografias

Angra 2; ELETROBRÁS; ELETRONORTE; Eletronuclear; Furnas; Itaipu; PETROBRAS; STOCKExchange; TDA Comunicação.







# Mensagem da Aneel

O setor elétrico brasileiro está em permanente evolução, fruto tanto de mudanças legais e normativas quanto do avanço tecnológico. Por essa razão, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) periodicamente atualiza esse Atlas que contém um importante acervo de informações sobre a infra-estrutura elétrica do país.

É um desafio levar energia elétrica a mais de 61 milhões de consumidores, espalhados num território de dimensão continental. O Brasil superou, no ano de 2007, a marca de 100 mil megawatts (MW) em potência instalada (75% de fonte hídrica e 25% de fonte térmica). E muito ainda pode ser feito para expandir o parque hidroelétrico, já que menos de 30% foi aproveitado!

Persistimos em busca da geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis: em 2008 realizou-se o primeiro leilão de biomassa, energia gerada pela queima do bagaço de cana-de-açúcar. Para isso foi necessário licitar novas instalações de conexão à rede básica, para

escoamento da energia produzida pelas usinas de cana-de-açúcar localizadas na região Centro Oeste do Brasil.

Numa escala ainda reduzida e experimental, têm sido criados incentivos à produção de energia pela queima do lixo urbano e pela utilização do metano associado a desjetos de suínos. Ambos projetos apontam o caminho da correta sustentabilidade ambiental, ao unir a despoluição das cidades e dos rios à geração de energia elétrica.

O equilíbrio entre oferta e demanda não é alcançado apenas aumentando a oferta. É possível e desejável atuar também pelo lado da demanda. Nesse sentido, é de grande relevância a busca da eficiência energética. Os projetos apresentados pelas distribuidoras de energia elétrica nessa área, desde o início do primeiro ciclo em 1998, totalizam investimentos de mais de R\$ 1,93 bilhões. Projetos que são aprovados pela Aneel e já atingiram uma economia de redução anual na ordem de 5.597 GWh/ano no consumo de energia elétrica.

O setor finalizou o ano de 2008 com o leilão da maior Linha de Transmissão do mundo, uma conexão elétrica de 2.400 km das usinas do Complexo do rio Madeira com o Sistema Interligado Nacional.

A conta de luz embute, além dos custos de produção e transporte de energia elétrica, mais de dez encargos setoriais (subsídios cruzados entre consumidores), todos definidos em leis, e também os impostos, ICMS (estadual) e federal (PIS/Cofins).

O papel da Aneel é regular e fiscalizar a geração, a transmissão, a distribuição e a comercialização da energia elétrica. São centenas de empresas concessionárias,

autorizadas e permissionárias. O controle social dessa difícil tarefa ocorre por meio da transparência de procedimentos e de informações.

A terceira edição do Atlas é mais uma iniciativa de dar a visibilidade e legitimar as ações da Aneel que interferem no dia-a-dia do país. Além de atualizar as informações das edições anteriores inova na apresentação do conteúdo, na abordagem e no aperfeiçoamento da identidade visual de forma a contribuir ainda mais para ampliar o conhecimento da área de energia.

Os bastidores da cadeia industrial que move a energia elétrica estão detalhadas e explicadas nessa publicação.

Boa leitura!

*Jerson Kelman*  
Diretor-geral da ANEEL



# Apresentação



# Apresentação

Durante todo o século XX, a oferta farta de energia, obtida principalmente a partir dos combustíveis fósseis como petróleo e carvão mineral, deu suporte ao crescimento e às transformações da economia mundial. Já nos primeiros anos do século atual, o cenário mudou ao ser colocado à prova por uma nova realidade: a necessidade do desenvolvimento sustentável.

A disponibilidade energética deveria se manter compatível com o acentuado aumento do consumo provocado por um novo ciclo de crescimento econômico, observado principalmente nos países em desenvolvimento. Entretanto, as fontes tradicionais teriam que ser substituídas por recursos menos agressivos ao meio ambiente. Além disso, os consumidores seriam induzidos a substituir energéticos mais poluentes por outros de menor impacto ambiental e a aderir a práticas mais eficientes, por meio das quais é possível obter o mesmo resultado utilizando menor quantidade de energia.

Desde o início dos anos 90, estudiosos e cientistas alertavam para os efeitos da deterioração ambiental provocada pela ação humana. Um deles é o aquecimento global, provocado pelo elevado volume de emissões dos gases causadores do efeito estufa (GEE), particularmente o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), liberado em larga escala nos processos de combustão dos recursos fósseis para produção de calor, vapor ou energia elétrica. Outro é a possibilidade de esgotamento, no médio prazo, das reservas de recursos naturais mais utilizadas. Entre elas, carvão mineral e petróleo. Do ponto de vista econômico, este último, por sinal, durante quase uma década foi caracterizado pela volatilidade e tendência de alta das cotações (que superaram

US\$ 100,00 por barril em 1980 e, mais recentemente, em 2008), o que se revelou como um forte estímulo para as iniciativas de substituição por outras fontes.

A atividade de produção de energia – e, particularmente, da energia elétrica – ingressou no século XXI, portanto, em busca do desenvolvimento sustentável, conceito que alia a expansão da oferta, consumo consciente, preservação do meio ambiente e melhoria da qualidade de vida. É o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro. Em outras palavras: o desafio é reduzir o impacto ambiental e, ao mesmo tempo, ser capaz de suportar o crescimento econômico – que, entre outros desdobramentos, proporciona a inclusão social de grandes contingentes da população, com o aumento da geração de renda e da oferta de trabalho.

Esse processo, que estava em pleno desenvolvimento durante o ano de 2008, é retratado na presente edição do Atlas de Energia Elétrica do Brasil, produzido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Envolve tanto políticas de governos quanto investimentos realizados pelas empresas do setor em projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D). E deverá ser mantido e aperfeiçoado ao longo dos próximos anos. Ao final de 2008, ocasião da conclusão desta edição, eram incertos o ritmo e os avanços que esse processo registrará no curto e médio prazos. As duas variáveis dependerão do impacto que a crise do sistema financeiro mundial, que eclodiu no mês de setembro, terá sobre os setores produtivos e, em consequência, sobre o ritmo

da atividade econômica e sobre os volumes de investimentos destinados a pesquisa e inovações tecnológicas por parte das companhias que integram a cadeia produtiva da energia.

Na ponta da produção, o foco é atingir a diversificação e, ao mesmo tempo, a "limpeza" da matriz energética. As iniciativas abrangem tanto soluções para o aumento da eficiência dos processos quanto a redução dos custos das fontes renováveis como vento, sol, maré e biomassa, entre outras, de forma a torná-las comercialmente viáveis. Na ponta do consumo, o que se verifica são medidas que induzem o consumidor a utilizar as fontes ambientalmente mais "limpas", como a produção de automóveis flex-fuel - o que acarretou a expansão do consumo do etanol, do qual o Brasil é o segundo maior produtor mundial - e a criação do mercado de "energia verde" em alguns países europeus. Além disso, há os projetos de eficiência energética, implantados junto aos consumidores tradicionais, e os programas de universalização do atendimento, que buscam conectar novos clientes - geralmente de baixa renda e habitantes de comunidades distantes dos grandes centros - a sistemas elétricos.

As medidas abrangem todas as formas de utilização de energia – calor, vapor e elétrica – e são adotadas por praticamente todos os países. Os mais adiantados nessa direção pertencem ao grupo das chamadas nações desenvolvidas (Japão, países da Europa e Estados Unidos) que, também, são os mais dependentes dos combustíveis fósseis. Mas as iniciativas também podem ser observadas nos países em desenvolvimento. Entre eles insere-se o Brasil que, embora seja bastante dependente do petróleo, em 2007 conseguiu transformar a biomassa na segunda maior fonte produtora de energia local e obtém a maior parte da energia elétrica consumida proveniente de recursos hídricos – e, portanto, renováveis e ambientalmente "limpos".

Razão pela qual o Atlas de Energia Elétrica, ao mesmo tempo em que tem o foco no mercado brasileiro, aborda a conjuntura e o cenário internacionais da energia, particularmente a energia elétrica. Na primeira parte, a publicação é dividida em dois capítulos. Um deles, Características Gerais, demonstra a importância da energia para as atividades humanas, descreve a estrutura do setor de elétrico brasileiro e apresenta dos caminhos da energia do Brasil: geração, transmissão e distribuição. O segundo, Consumo, insere o comportamento do mercado consumidor local e mundial na conjuntura econômica verificada nos últimos anos.

O foco principal do Atlas, entretanto, são os recursos energéticos e a geração de energia elétrica. A segunda parte da edição concentra-se em fontes renováveis – energia hidráulica, biomassa e o grupo chamado de Outras Fontes. A terceira tem como destaque os combustíveis fósseis (gás natural, derivados de petróleo e carvão) e a energia nuclear. Todos os capítulos seguem a mesma estrutura: partem das informações gerais a respeito do recurso; explicam as suas principais características; abrangem disponibilidade, produção e consumo no mundo e detalham o mercado brasileiro com foco na produção da eletricidade.

Esta estrutura é uma das inovações na produção da 3<sup>a</sup> edição do Atlas de Energia Elétrica. A versão aperfeiçoada da última edição, lançada em 2005 foi possível devido a outra inovação: a estruturação de uma equipe multidisciplinar selecionada por meio de um processo transparente de concorrência, e composta por jornalistas especializados (encarregados da coordenação editorial, pesquisa e texto), acadêmicos (responsáveis pela coordenação e revisão técnica) e publicitários (diagramação, arte, paginação e impressão).

Como fontes de informação foram utilizadas trabalhos, pesquisas e estatísticas produzidos por entidades reconhecidas no Brasil e no exterior, pela tradição, respeitabilidade e especialização no tratamento de dados sobre o mercado de energia. A relação detalhada poderá ser encontrada ao final de cada capítulo, sob a forma de Referências. Também foram consultadas entidades autoras de estudos e estatísticas do mercado global e cujas informações estão presentes em praticamente todos os capítulos.

Para obtenção de dados sobre o setor energético e elétrico brasileiro, além de trabalhos e pesquisas produzidos por entidades setoriais foram utilizados estudos do mercado geral de energia. A adoção do Glossário com os principais termos técnicos é uma forma de facilitar ainda mais o aprendizado sobre os temas abordados. Ao final, também foi inserida uma tabela comparativa entre as principais medidas utilizadas no mercado de energia.

Com isso, o Atlas de Energia Elétrica do Brasil, edição 2008, além de apresentar um panorama do mercado destinado a profissionais dos diversos segmentos do setor, se transforma-se em fonte de consulta para estudantes e interessados em obter maior conhecimento a respeito do assunto.

# ***Sumário***

## **PARTE I – Energia no Brasil e no mundo**

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | CARACTERÍSTICAS GERAIS                         | 17 |
| 1.1 | INFORMAÇÕES BÁSICAS                            | 21 |
| 1.2 | CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO | 22 |
| 1.3 | DISTRIBUIÇÃO                                   | 23 |
| 1.4 | TRANSMISSÃO                                    | 28 |
| 1.5 | GERAÇÃO  | 34 |
| 2   | CONSUMO  | 37 |
| 2.1 | INFORMAÇÕES GERAIS                             | 39 |
| 2.2 | CONSUMO DE ENERGIA NO MUNDO                    | 41 |
| 2.3 | CONSUMO DE ENERGIA NO BRASIL                   | 44 |

## **PARTE II – Fontes renováveis**

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 3   | ENERGIA HIDRÁULICA                               | 49 |
| 3.1 | INFORMAÇÕES GERAIS                               | 51 |
| 3.2 | POTENCIAIS, PRODUÇÃO E CONSUMO NO MUNDO          | 54 |
| 3.3 | POTENCIAIS E GERAÇÃO HIDRELÉTRICA NO BRASIL      | 57 |
| 3.4 | SUSTENTABILIDADE E INVESTIMENTOS SOCIOAMBIENTAIS | 60 |
| 4   | BIOMASSA   | 63 |
| 4.1 | INFORMAÇÕES GERAIS                               | 65 |
| 4.2 | DISPONIBILIDADE, PRODUÇÃO E CONSUMO DE BIOMASSA  | 69 |
| 4.3 | GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL            | 70 |
| 4.4 | SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO   | 73 |

|   |            |
|---|------------|
| <b>5 OUTRAS FONTES</b>                                | <b>75</b>  |
| 5.1 INFORMAÇÕES GERAIS                                | 77         |
| 5.2 ENERGIA EÓLICA                                    | 79         |
| 5.3 ENERGIA SOLAR                                     | 82         |
| 5.4 BIOGÁS  | 86         |
| 5.5 GEOTÉRMICA  | 87         |
| 5.6 MAR   | 88         |
| <br><b>PARTE III – Fontes não-renováveis</b>          |            |
| <b>6 GÁS NATURAL</b>                                  | <b>91</b>  |
| 6.1 INFORMAÇÕES GERAIS                                | 93         |
| 6.2 RESERVAS, PRODUÇÃO E CONSUMO NO MUNDO             | 96         |
| 6.3 GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL E NO MUNDO  | 100        |
| 6.4 IMPACTOS AMBIENTAIS E TECNOLOGIAS LIMPAS          | 104        |
| <b>7 DERIVADOS DE PETRÓLEO</b>                        | <b>105</b> |
| 7.1 INFORMAÇÕES GERAIS                                | 107        |
| 7.2 RESERVAS, PRODUÇÃO E CONSUMO NO MUNDO             | 110        |
| 7.3 GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL E NO MUNDO  | 112        |
| 7.4 IMPACTOS AMBIENTAIS E TECNOLOGIAS LIMPAS          | 115        |
| <b>8 ENERGIA NUCLEAR</b>                              | <b>117</b> |
| 8.1 INFORMAÇÕES GERAIS                                | 119        |
| 8.2 RESERVAS, PRODUÇÃO E CONSUMO NO MUNDO             | 122        |
| 8.3 GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL E NO MUNDO  | 124        |
| 8.4 IMPACTOS AMBIENTAIS E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO | 127        |
| <b>9 CARVÃO MINERAL</b>                               | <b>129</b> |
| 9.1 INFORMAÇÕES GERAIS                                | 131        |
| 9.2 RESERVAS, PRODUÇÃO E CONSUMO NO MUNDO             | 134        |
| 9.3 GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL E NO MUNDO  | 137        |
| 9.4 IMPACTOS AMBIENTAIS E TECNOLOGIAS LIMPAS          | 140        |
| FATORES DE CONVERSÃO                                  | 143        |
| GLOSSÁRIO   | 145        |
| ÍNDICE  | 155        |
| ANEXO   | 159        |

# Parte I

## *Energia no Brasil e no mundo*

1

# *Características Gerais*

## O novo modelo do setor elétrico

O modelo institucional do setor de energia elétrica passou por duas grandes mudanças desde a década de 90. A primeira envolveu a privatização das companhias operadoras e teve início com a Lei nº 9.427, de dezembro de 1996, que instituiu a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e determinou que a exploração dos potenciais hidráulicos fosse concedida por meio concorrência ou leilão, em que o maior valor oferecido pela outorga (Uso do Bem Público) determinaria o vencedor. A segunda ocorreu em 2004, com a introdução do Novo Modelo do Setor Elétrico, que teve como objetivos principais: garantir a segurança no suprimento; promover a modicidade tarifária; e promover a inserção social, em particular pelos programas de universalização (como o Luz para Todos). Sua implantação marcou a retomada da responsabilidade do planejamento do setor de energia elétrica pelo Estado.

Uma das principais alterações promovidas em 2004 foi a substituição do critério utilizado para concessão de novos empreendimentos de geração. Passou a vencer os leilões o investidor que oferecesse o menor preço para a venda da produção das futuras usinas. Além disso, o novo modelo instituiu dois ambientes para a celebração de contratos de compra e venda de energia: o Ambiente de Contratação Regulada (ACR), exclusivo para geradoras e distribuidoras, e o Ambiente de Contratação Livre (ACL), do qual participam geradoras, comercializadoras, importadores, exportadores e consumidores livres.

A nova estrutura assenta-se sobre muitos dos pilares construídos nos anos 90, quando o setor passou por um movimento de liberalização, depois de mais de 50 anos de controle estatal. Até então, a maioria das atividades era estritamente regulamentada e as companhias operadoras controladas pelo Estado (federal e estadual) e verticalizadas (atuavam em geração, transmissão e distribuição).

A reforma exigiu a cisão das companhias em geradoras, transmissoras e distribuidoras. As atividades de distribuição e transmissão continuaram totalmente regulamentadas. Mas a produção das geradoras passou a ser negociada no mercado livre – ambiente no qual as partes compradora e vendedora acertam entre si as condições através de contratos bilaterais.

Além disso, foram constituídas na década de 90 novas entidades para atuar no novo ambiente institucional: além

da Aneel, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e o Mercado Atacadista de Energia (MAE). A Aneel sucedeu o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), uma autarquia vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME). Como agência reguladora, em síntese tem por objetivo atuar de forma a garantir, por meio da regulamentação e fiscalização, a operação de todos os agentes em um ambiente de equilíbrio que permita, às companhias, a obtenção de resultados sólidos ao longo do tempo e, ao consumidor, a modicidade tarifária.

O ONS, entidade também autônoma que substituiu o GCOI (Grupo de Controle das Operações Integradas, subordinado à Eletrobrás), é responsável pela coordenação da operação das usinas e redes de transmissão do Sistema Interligado Nacional (SIN). Para tanto, realiza estudos e projeções com base em dados históricos, presentes e futuros da oferta de energia elétrica e do mercado consumidor. Para decidir quais usinas devem ser despachadas, opera o Newave, programa computacional que, com base em projeções, elabora cenários para a oferta de energia elétrica. O mesmo programa é utilizado pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) para definir os preços a serem praticados nas operações de curto prazo do mercado livre.

Já o MAE, cuja constituição foi diretamente relacionada à criação do mercado livre, em 2004, com a implantação do Novo Modelo, foi substituído pela CCEE. No mesmo ano, o MME constituiu a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), com a missão principal de desenvolver os estudos necessários ao planejamento da expansão do sistema elétrico.

O modelo implantado em 2004 restringiu, mas não extinguiu, o mercado livre – que em 2008 respondia por cerca de 30% da energia elétrica negociada no país. Além disso, manteve inalteradas – porém em permanente processo de aperfeiçoamento – as bases regulatórias da distribuição e transmissão.

### Sistema dos leilões e mercado livre

No Ambiente de Contratação Regulada (ACR) participam, na parte compradora, apenas as distribuidoras, para as quais essa passou a ser a única forma de contratar grande volume de suprimento para o longo prazo. As vendedoras da energia

elétrica são as geradoras. O início da entrega é previsto para ocorrer um, três ou cinco anos após a data de realização do leilão (que são chamados, respectivamente, de A-1, A-3 e A-5).

O MME determina a data dos leilões, que são realizados pela Aneel e pela CCEE. Por meio de portaria, fixa o preço teto para o MWh a ser ofertado, de acordo com a fonte da energia: térmica ou hídrica. Como as geradoras entram em "pool" (ou seja, a oferta não é individualizada), a prioridade é dada ao vendedor que pratica o menor preço. Os valores máximos devem ser iguais ou inferiores ao preço teto.

Os leilões dividem-se em duas modalidades principais: energia existente e energia nova. A primeira corresponde à produção das usinas já em operação e os volumes contratados são entregues em um prazo menor (A-1). A segunda, à produção de empreendimentos em processo de leilão das concessões e de usinas que já foram outorgadas pela Aneel e estão em fase de planejamento ou construção. Neste caso, o prazo de entrega geralmente é de três ou cinco anos (A-3 e A-5). Além deles, há os leilões de ajuste e os leilões de reserva. Nos primeiros, as distribuidoras complementam o volume necessário ao atendimento do mercado (visto que as compras de longo prazo são realizadas com base em projeções), desde que ele não supere 1% do volume total. Nos leilões de reserva, o objeto de contratação é a produção de usinas que entrarão em operação apenas em caso de escassez da produção das usinas convencionais (basicamente hidrelétricas).

Entre 2004 e 2008, a CCEE organizou mais de 20 leilões por delegação e sob coordenação da Aneel. Dois deles, pelo menos, foram significativos pela contribuição à diversificação e à simultânea "limpeza" (aumento da participação de fontes renováveis) da matriz nacional. O primeiro, em 2007, foi exclusivo para fontes alternativas. Nele foi ofertada a produção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e termelétricas movidas a bagaço de cana e a biomassa proveniente de criadouro avícola. No outro, realizado em 2008 e caracterizado como o primeiro leilão de energia de reserva, foi contratada exclusivamente a energia elétrica produzida a partir da biomassa. A maior parte das usinas participantes será movida a bagaço de cana (apenas uma é abastecida por capim elefante). Todas ainda estão por ser construídas e deverão entrar em operação em 2009 e 2010.

Como são realizados com antecedência de vários anos, esses leilões são, também, indicadores do cenário da oferta e da procura no médio e longo prazos. Para a EPE, portanto, fornecem variáveis necessárias à elaboração do planejamento. Para os investidores em geração e para as distribuidoras, proporcionam maior segurança em cálculos como fluxo de caixa futuro, por permitir a visualização de, respectivamente, receitas de vendas e custos de suprimento ao longo do tempo. Segundo o governo, o mecanismo de colocação prioritária da energia ofertada pelo menor preço também garante a modicidade tarifária.

No mercado livre, ou ACL, vendedores e compradores negociam entre si as cláusulas dos contratos, como preço, prazo e condições de entrega. Da parte vendedora participam as geradoras enquadradas como PIE (produtores independentes de energia). A parte compradora é constituída por consumidores com demanda superior a 0,5 MW (megawatt) que adquirem a energia elétrica para uso próprio. As transações geralmente são intermediadas pelas empresas comercializadoras, também constituídas na década de 90, e que têm por função favorecer o contato entre as duas pontas e dar liquidez a esse mercado.

## Operações de curto prazo

Os contratos têm prazos que podem chegar a vários anos. O comprador, portanto, baseia-se em projeções de consumo. O vendedor, nas projeções do volume que irá produzir – e que variam de acordo com as determinações do ONS. Assim, nas duas pontas podem ocorrer diferenças entre o volume contratado e aquele efetivamente movimentado. O acerto dessa diferença é realizado por meio de operações de curto prazo no mercado "spot" abrigado pela CCEE que têm por objetivo fazer com que, a cada mês, as partes "zerem" as suas posições através da compra ou venda da energia elétrica. Os preços são fornecidos pelo programa Newave e variam para cada uma das regiões que compõem o SIN, de acordo com a disponibilidade de energia elétrica.

Além de abrigar essas operações, a CCEE também se responsabiliza pela sua liquidação financeira. Esta é a sua função original. Nos últimos anos, a entidade passou a abrigar a operacionalização de parte dos leilões de venda da energia que, junto às licitações para construção e operação de linhas de transmissão, são atribuição da Aneel.

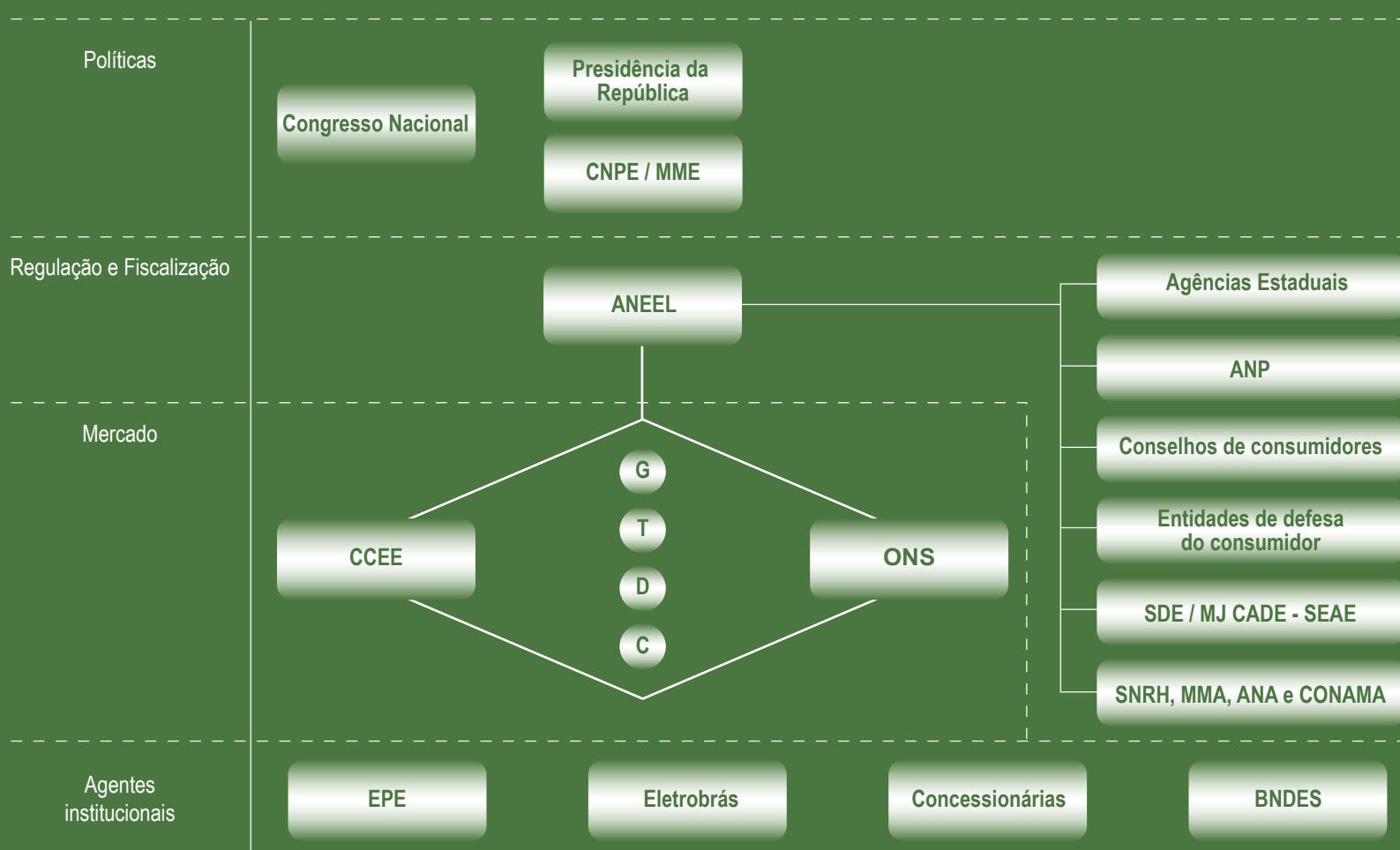
## A estrutura institucional do setor elétrico brasileiro

Em 2004, com a implantação do Novo Modelo do Setor Elétrico, o Governo Federal, por meio das leis nº 10.847/2004 e nº 10.848/2004, manteve a formulação de políticas para o setor de energia elétrica como atribuição do Poder Executivo federal, por meio do Ministério de Minas e Energia (MME) e com assessoramento do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e do Congresso Nacional. Os instrumentos legais criaram novos agentes. Um deles é a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao MME e cuja função é realizar os estudos necessários ao planejamento da expansão do sistema elétrico. Outro é a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), que abriga a negociação da energia no mercado livre.

O Novo Modelo do Setor Elétrico preservou a Aneel, agência reguladora, e o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), responsável por coordenar e supervisionar a operação centralizada do sistema interligado brasileiro. Para acompanhar e avaliar permanentemente a continuidade e a segurança do suprimento eletroenergético em todo o território nacional, além de sugerir das ações necessárias, foi instituído o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), também ligado ao MME.

Abaixo, o Atlas de Energia Elétrica reproduz a atual estrutura institucional do setor elétrico brasileiro.

Estrutura institucional do setor elétrico





# Características Gerais

## 1.1 INFORMAÇÕES BÁSICAS

Uma das variáveis para definir um país como desenvolvido é a facilidade de acesso da população aos serviços de infra-estrutura, como saneamento básico, transportes, telecomunicações e energia. O primeiro está diretamente relacionado à saúde pública. Os dois seguintes, à integração nacional. Já a energia é o fator determinante para o desenvolvimento econômico e social ao fornecer apoio mecânico, térmico e elétrico às ações humanas.

Esta característica faz com que o setor de energia conviva, historicamente, com dois extremos. Em um deles está o desenvolvimento tecnológico que visa atingir maior qualidade e eficiência tanto na produção quanto na aplicação dos recursos energéticos. Na atualidade, o primeiro caso inclui as pesquisas sobre novas fontes, como geotermia, maré e células de hidrogênio, entre outras. Do segundo, um exemplo é o automóvel que, após passar décadas dependente da gasolina, começa a ser crescentemente abastecido por etanol – enquanto, no terreno dos projetos pilotos, se movimenta com o estímulo da energia elétrica.

No outro extremo, há a ação horizontal, que visa a aumentar o número de pessoas com acesso às fontes mais eficientes de energia – mesmo que por meio de instalações simples e de baixo custo. Esta iniciativa é observada principalmente com relação ao fornecimento de energia elétrica (que na iluminação substituiria, por exemplo, a vela e o querosene dos lampiões), mas, em menor escala, é detectada também em outros setores. No Brasil dos anos 70, por exemplo, foi avaliado como reflexo da modernização econômica e social a substituição da lenha pelos derivados de petróleo (GLP, gás liquefeito de petróleo) na cocção<sup>1</sup> de alimentos.

Isto significou que maior número de pessoas passou a ter acesso a produtos que, além de mais eficientes do ponto de vista energético, não precisavam, necessariamente, ter origem local. O GLP é obtido em refinarias e distribuído por meio de caminhões. Sua entrega às localidades menores do interior do País só foi possível pela abertura das grandes rodovias nos anos 70 do século XX – e que também foram consideradas um sinal de modernização do país.

Na administração e operação desses dois extremos – e, também, das atividades intermediárias existentes entre eles – está a chamada indústria da energia. Essa indústria faz parte de uma cadeia econômica que tem início com a exploração de recursos naturais estratégicos (como água, minerais, petróleo e gás natural), de propriedade da União, e que termina no fornecimento de um serviço público básico para a sociedade. Por isso, no geral, ou é composta por estatais ou por companhias controladas pelo capital privado que atuam em um ambiente regulamentado pelos governos locais.

Esta característica pode ser observada tanto no Brasil quanto no exterior. É válida tanto para operadoras de um único setor (por exemplo, petróleo, gás natural ou energia elétrica) quanto para aquelas multisectoriais – as chamadas *multiutilities*.

No Brasil houve um ensaio para criação das *multiutilities* nos anos 90, mas a tendência não se consolidou. Assim, a indústria da energia é nitidamente dividida entre os setores de petróleo, gás natural e energia elétrica, cujas atividades têm áreas de intersecção apenas quando se trata da geração de eletricidade. Este capítulo abordará a estrutura do setor de energia elétrica.

<sup>1</sup>Cocção: ato ou efeito de cozer; cozimento.

## 1.2 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO

O Brasil é um país com quase 184 milhões de habitantes, segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e se destaca como a quinta nação mais populosa do mundo. Em 2008, cerca de 95% da população tinha acesso à rede elétrica. Segundo dados divulgados no mês de setembro pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), o país conta com mais de 61,5 milhões de unidades consumidoras em 99% dos municípios brasileiros. Destas, a grande maioria, cerca de 85%, é residencial.

De todos os segmentos da infra-estrutura, energia elétrica é o serviço mais universalizado. A incidência e as dimensões dos nichos não atendidos estão diretamente relacionadas à sua localização – e às dificuldades físicas ou econômicas para extensão da rede elétrica. Afinal, cada uma das cinco regiões geográficas em que se divide o Brasil – Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Norte – tem características bastante peculiares e diferenciadas das demais. Estas particularidades determinaram os contornos que os sistemas de geração, transmissão e distribuição adquiriram ao longo do tempo e ainda determinam a maior ou menor facilidade de acesso da população local à rede elétrica.

Para geração e transmissão de energia elétrica, por exemplo, o país conta com um sistema (conjunto composto por usinas, linhas de transmissão e ativos de distribuição) principal: o Sistema Interligado Nacional (SIN). Essa imensa “rodovia elétrica” abrange a maior parte do território brasileiro e é constituída pelas conexões realizadas ao longo do tempo, de instalações inicialmente restritas ao atendimento exclusivo das regiões de origem: Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte (para detalhes, ver tópico 1.4). Além disso, há diversos sistemas de menor porte, não-conectados ao SIN e, por isso, chamados de Sistemas Isolados, que se concentram principalmente na região Amazônica, no Norte do país. Isto ocorre porque as características geográficas da região, composta por floresta densa e heterogênea, além de rios caudalosos e extensos, dificultaram a construção de linhas de transmissão de grande extensão que permitissem a conexão ao SIN.

Para o atendimento ao consumidor, outros fatores, como nível de atividade econômica, capacidade de geração e circulação de renda e densidade demográfica (número de habitantes por quilômetro quadrado) são variáveis importantes. Sudeste e Sul, por exemplo, são as regiões mais desenvolvidas do país em termos

econômicos e sociais. São, também, as que apresentam maior densidade demográfica. Em consequência, o atendimento a novos consumidores pode ser realizado a partir de intervenções de pequeno porte para expansão da rede. Elas são, portanto, as regiões que registram melhor relação entre número de habitantes e unidades consumidoras de energia elétrica.

Já o Nordeste, Centro-Oeste e Norte historicamente concentram a maior parte da população sem acesso à rede. O atendimento foi comprometido por fatores como grande número de habitantes com baixo poder aquisitivo (no caso do Nordeste principalmente), baixa densidade demográfica (principalmente na região Centro-Oeste) e, no caso da região Norte, baixa densidade demográfica e pequena geração de renda, aliada às características geográficas. Estas últimas, por sinal, comprometeram a extensão das redes de transmissão e distribuição, mas também transformaram o Norte na região com maior potencial para aproveitamentos hidrelétricos do país (para detalhes, ver Capítulo 3).

A relação entre as peculiaridades regionais e o acesso à rede elétrica fica clara nas análises que a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), fez do mercado de energia elétrica brasileiro em maio de 2008. Segundo a empresa, apenas nesse período a taxa de atendimento no Nordeste praticamente se igualou à média nacional. Esta evolução foi favorecida, segundo a EPE, tanto pelo aumento de renda da população mais pobre quanto pelo incremento no número de ligações elétricas.

Os dois fenômenos foram proporcionados pela implantação simultânea de dois programas do Governo Federal: o Bolsa Família, para transferência de recursos públicos à população carente, e o Luz para Todos, que tem por objetivo estender a rede elétrica a 100% da população. No Norte, em 2007, o impacto do Programa Luz para Todos, segundo a EPE, foi observado principalmente na região rural, o que confirma a baixa densidade demográfica. No conjunto, estas unidades apresentaram aumento de 23% no consumo de eletricidade durante o período.

Ainda segundo a EPE, em 2007 foram realizadas mais de 1,8 milhão de ligações residenciais. Parte delas decorreu do crescimento vegetativo da população, mas parte integrou o Programa Luz para Todos. Como mostra a Tabela 1.1 a seguir, embora em números absolutos a maior parte tenha sido instalada na região Sudeste, o maior impacto – medido pelas variações percentuais – ocorreu nas regiões Norte e Nordeste.

**Tabela 1.1 - Unidades consumidoras – variação de 2006 para 2007 por região geográfica (em 1.000 unidades)**

| Região       | 2006          | 2007          | variação     |            |
|--------------|---------------|---------------|--------------|------------|
|              |               |               | absoluta     | %          |
| Norte        | 2.620         | 2.745         | 125          | 4,8        |
| Nordeste     | 12.403        | 13.076        | 674          | 5,4        |
| Sudeste      | 24.399        | 25.101        | 702          | 2,9        |
| Sul          | 7.319         | 7.520         | 201          | 2,8        |
| Centro-Oeste | 3.579         | 3.703         | 125          | 3,5        |
| Brasil       | <b>50.319</b> | <b>52.146</b> | <b>1.827</b> | <b>3,6</b> |

Fonte: EPE, 2008.

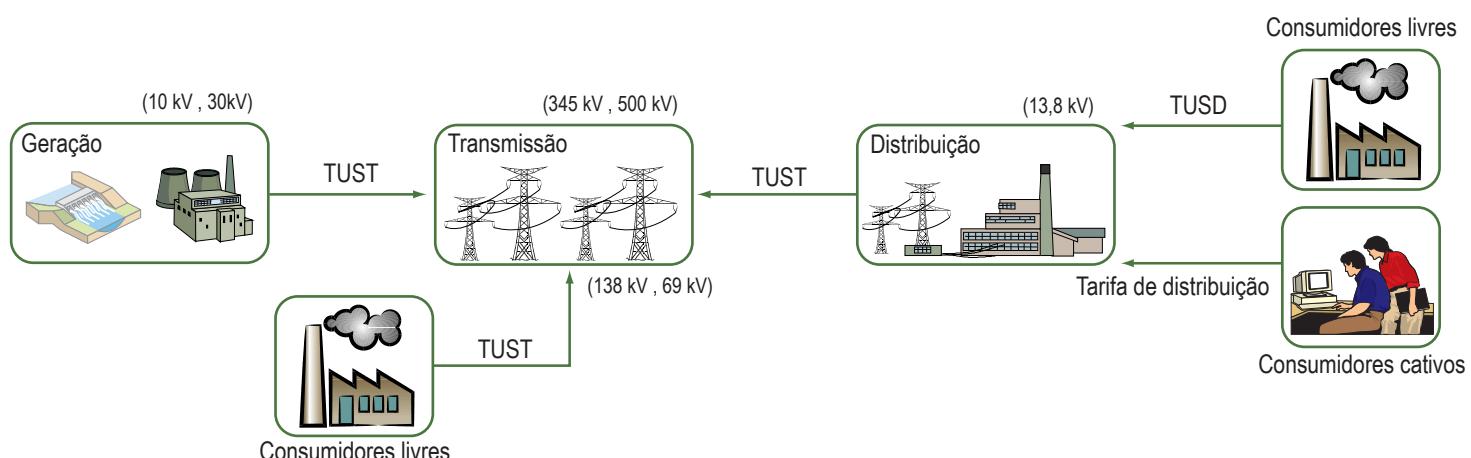
### 1.3 DISTRIBUIÇÃO

A conexão e atendimento ao consumidor, qualquer que seja o seu porte são realizados pelas distribuidoras de energia elétrica. Além delas, as cooperativas de eletrificação rural, entidades de pequeno porte, transmitem e distribuem energia elétrica exclusivamente para os associados. Em 2008, a Aneel relaciona 53 dessas cooperativas que, espalhadas por diversas regiões do país, atendem a pequenas comunidades. Deste total, 25 haviam assinado contratos de permissão com a Aneel, após a conclusão do processo de enquadramento na condição de permissionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica para cumprimento da lei nº 9.074/1995 e da resolução Aneel nº 012/2002.

Já o mercado de distribuição de energia elétrica, é formado por 63 concessionárias, responsáveis pelo atendimento de mais de 61 milhões de unidades consumidoras. O controle acionário dessas companhias pode ser estatal ou privado. No primeiro caso, os acionistas majoritários são o governo federal, estaduais e/ou municipais. Nos grupos de controle de

várias empresas privadas verifica-se a presença de investidores nacionais, norte-americanos, espanhóis e portugueses.

As distribuidoras são empresas de grande porte que funcionam como elo entre o setor de energia elétrica e a sociedade, visto que suas instalações recebem das companhias de transmissão todo o suprimento destinado ao abastecimento no país. Nas redes de transmissão, após deixar a usina, a energia elétrica trafega em tensão que varia de 88 kV (quilovolts) a 750 kV. Ao chegar às subestações das distribuidoras, a tensão é rebaixada e, por meio de um sistema composto por fios, postes e transformadores, chega à unidade final em 127 volts ou 220 volts. Exceção a essa regra são algumas unidades industriais que operam com tensões mais elevadas (de 2,3 kV a 88 kV) em suas linhas de produção e recebem energia elétrica diretamente da subestação da distribuidora (pela chamada rede de subtransmissão). A relação entre os agentes operadores do setor elétrico e os consumidores pode ser observada na Figura 1.1 abaixo.

**Figura 1.1 – Relação entre agentes e consumidores.**

Fonte: Aneel.

Os direitos e obrigações dessas companhias são estabelecidos no Contrato de Concessão celebrado com a União para a exploração do serviço público em sua área de concessão – território geográfico do qual cada uma delas detém o monopólio do fornecimento de energia elétrica. O Mapa 1.1 na página seguinte mostra que as 63 distribuidoras que operam em 2008 atuam em diferentes Estados do país, sendo que alguns deles, como São Paulo, abrigam mais de uma dessas companhias.

O cumprimento dos Contratos de Concessão e as atividades desenvolvidas são estritamente reguladas e fiscalizadas pela Aneel. O objetivo da Agência é, de um lado, assegurar ao consumidor, o pagamento de um valor justo e o acesso a um serviço contínuo e de qualidade e, de outro, garantir à distribuidora o equilíbrio econômico-financeiro necessário ao cumprimento do Contrato de Concessão.

Entre as variáveis reguladas pela Agência estão as tarifas e a qualidade do serviço prestado – tanto do ponto de vista técnico quanto de atendimento ao consumidor. Dois desses indicadores são o DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) e o FEC (Freqüência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) que medem, respectivamente, a duração e a freqüência das interrupções no fornecimento. De acordo com a Aneel, em 1997 o DEC médio no país foi de 27,19 minutos e, em 2007, havia recuado para 16,08 minutos. Quanto ao FEC, em 1997 foi de 21,68 vezes e, em 2007, de 11,72 vezes, como mostra a Tabela 1.2 abaixo.

**Tabela 1.2 - Indicadores de qualidade - Média anual Brasil**

|      | DEC   | FEC   |
|------|-------|-------|
| 1997 | 27,19 | 21,68 |
| 1998 | 24,05 | 21,68 |
| 1999 | 19,85 | 17,59 |
| 2000 | 17,44 | 15,29 |
| 2001 | 16,57 | 14,56 |
| 2002 | 18,07 | 14,84 |
| 2003 | 16,66 | 13,12 |
| 2004 | 15,81 | 12,12 |
| 2005 | 16,83 | 12,62 |
| 2006 | 16,33 | 11,71 |
| 2007 | 16,08 | 11,72 |

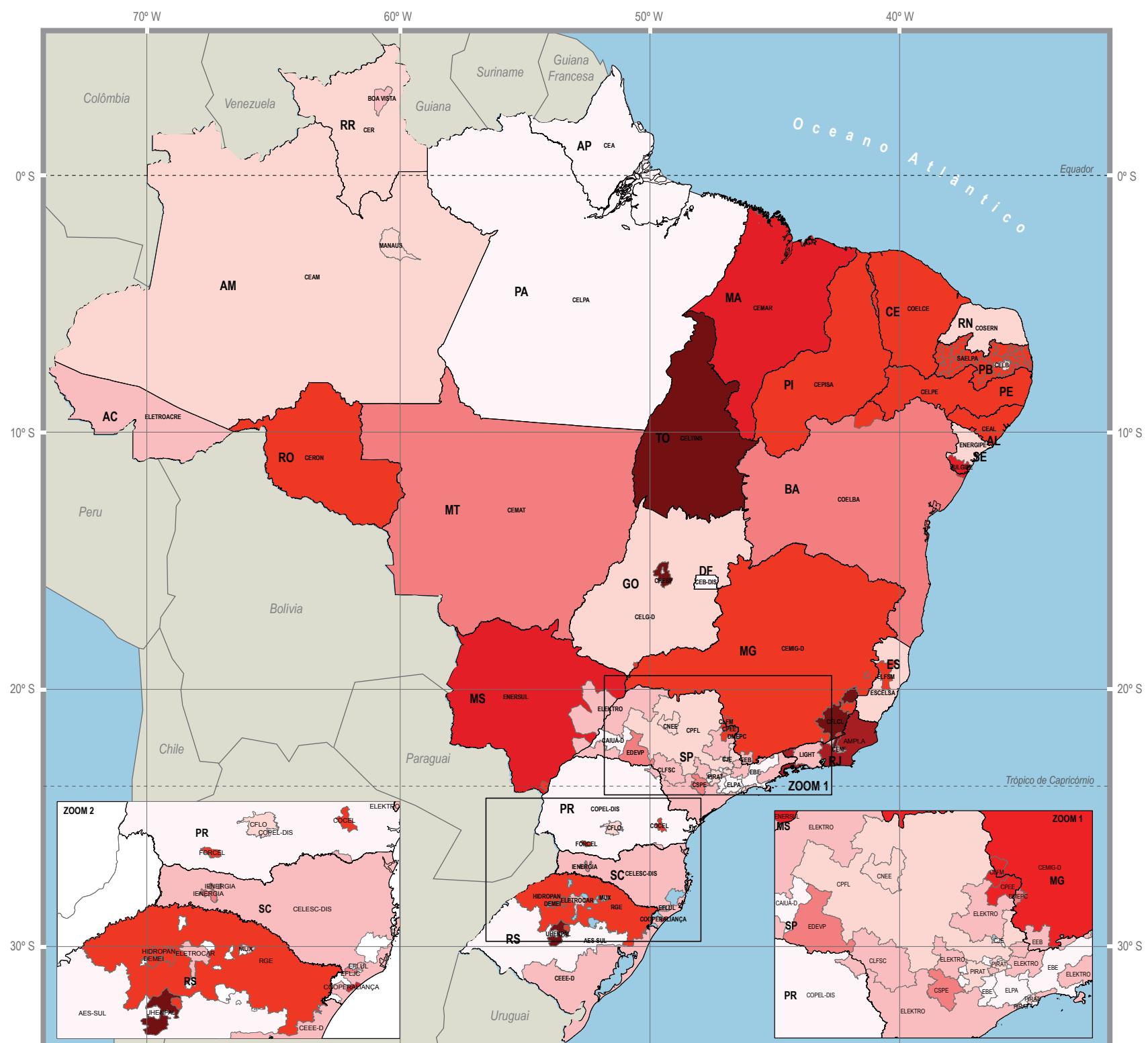
Fonte: Aneel, 2008.

Além de responder pelo atendimento ao cliente final, as distribuidoras desenvolvem programas especiais compulsórios com foco no consumidor. Alguns dos principais estimulam a inclusão social da população mais pobre por meio do acesso formal à rede elétrica e da correspondente fatura mensal (que passa a funcionar como comprovante de residência ao permitir o acesso a instrumentos econômico-sociais, como linhas de crédito e financiamento). Entre esses programas estão o Baixa Renda (com tarifas diferenciadas para consumidores que atendem a determinadas especificidades de consumo e renda), o Luz para Todos (universalização) e a regularização das ligações clandestinas (os chamados “gatos”, ou conexões irregulares que permitem o acesso ilegal à energia elétrica sem o pagamento da correspondente fatura e se configuram legalmente como crime).

As distribuidoras também são responsáveis pela implementação de projetos de eficiência energética (ver Box do capítulo 2) e de P&D (pesquisa e desenvolvimento). Neste caso, são obrigadas a destinar um percentual mínimo de sua receita operacional líquida a essas atividades que, para ser implementadas, dependem da aprovação da Aneel. Pela legislação vigente (Lei nº 11.465/2007), até o final de 2010 esse percentual é de 0,5% tanto para eficiência energética quanto para P&D. Segundo informações da Aneel, o total de recursos aplicados entre 1998 e 2007 em programas de P&D por todas as empresas do setor (o que inclui as transmissoras e geradoras) foi de R\$ 1,3 bilhão.

### As tarifas de energia elétrica

As faturas mensais emitidas pelas distribuidoras registram a quantidade de energia elétrica consumida no mês anterior e medida em kWh (quilowatt-hora). O valor final a ser pago pelo cliente corresponde à soma de três componentes: o resultado da multiplicação do volume consumido pela tarifa (valor do kWh, expresso em reais); os encargos do setor elétrico e os tributos determinados por lei. Os encargos do setor elétrico, embutidos na tarifa – e, portanto, transparentes ao consumidor – têm aplicação específica. Os tributos são destinados ao governo. Já a parcela que fica com a distribuidora, é utilizada para os investimentos em expansão e manutenção da rede, remuneração dos acionistas e cobertura de seus custos. Entre estes últimos está a compra de suprimento. Desta maneira, a tarifa praticada remunera não apenas as atividades de



Fonte: SGI, Aneel, 2008.

ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL - 3<sup>a</sup> EDIÇÃO

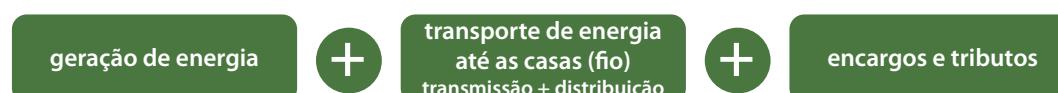
Escala Gráfica: 0 250 500 km

**MAPA 1.1 - Mapa das Concessionárias de Distribuição Residenciais por R\$/MWh**

distribuição, mas também de transmissão e geração de energia elétrica, como pode ser observado na Figura 1.2 a seguir.

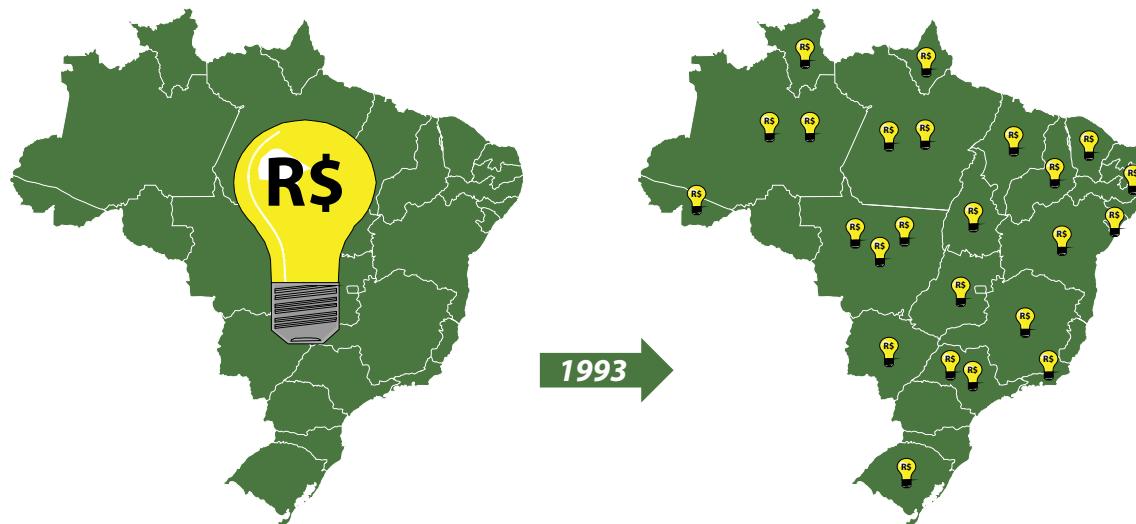
Até a década de 90, existia uma tarifa única de energia elétrica no Brasil, que garantia a remuneração das concessionárias, independentemente de seu nível de eficiência. Esse sistema não incentivava a busca pela eficiência por parte da distribuidora, uma vez que a integralidade de seu custo era transferida ao consumidor. Como pode ser observado na Figura 1.3 abaixo, em 1993, com a

edição da Lei nº 8.631, as tarifas passaram a ser fixadas por empresa, conforme características específicas de cada área de concessão – por exemplo, número de consumidores, quilômetros de rede de transmissão e distribuição, tamanho do mercado (quantidade de unidades de consumo atendidas por uma determinada infraestrutura), custo da energia comprada e tributos estaduais, entre outros. Portanto, se essa área coincide com a de uma unidade federativa, a tarifa é única naquele estado. Caso contrário, tarifas diferentes coexistem dentro do mesmo estado.



**Figura 1.2 – Os componentes das faturas de energia elétrica.**

Fonte: Aneel.



**Figura 1.3 – Tarifas por empresa a partir de 1993.**

Fonte: Aneel.

## Encargos e tributos

Os encargos setoriais são custos inseridos sobre o valor da tarifa de energia elétrica, como forma de subsídio, para desenvolver e financiar programas do setor elétrico definidos pelo Governo Federal.

Seus valores são estabelecidos por Resoluções ou Despachos da Aneel, para efeito de recolhimento pelas concessionárias dos montantes cobrados dos consumidores por meio das tarifas de energia elétrica. Como são contribuições definidas em leis aprovadas pelo Congresso Nacional, são utilizados para determinados fins específicos, conforme mostra a Tabela 1.3 a seguir.

Alguns encargos têm, por exemplo, o objetivo de incentivar o uso de fontes alternativas. Outros contribuem para a universalização do acesso à energia elétrica e para reduzir o valor da conta mensal dos consumidores localizados em áreas remotas do País, como a região Norte, abastecida por usinas a óleo diesel e não conectadas ao SIN (ver tópico 1.4). Cada encargo é justificável, se avaliado individualmente. Entretanto, quando considerado o seu conjunto, pressionam a tarifa, e, consequentemente, a capacidade de pagamento do consumidor. Em 2007, eles representaram cerca de R\$ 11 bilhões.

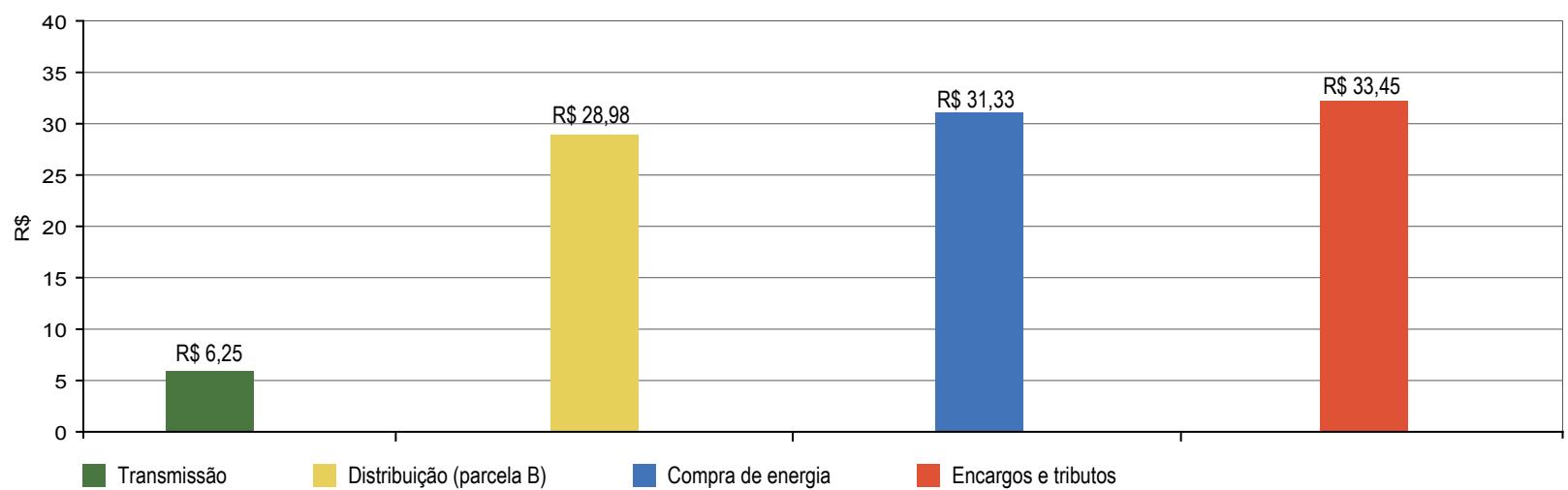
**Tabela 1.3 - Os principais encargos inseridos nas tarifas**

| Encargo   | Finalidade  | 2007 - valores em milhões de R\$ |
|---|---|----------------------------------|
| <b>CCC</b><br>Conta de Consumo de Combustíveis                              | Subsidiar a geração térmica na região Norte do país (Sistemas Isolados).  | 2.871                            |
| <b>CDE</b><br>Conta de Desenvolvimento energético                           | Propiciar o desenvolvimento energético a partir das fontes alternativas; promover a universalização do serviço de energia, e subsidiar as tarifas da subclasse residencial Baixa Renda. | 2.470                            |
| <b>RGR</b><br>Reserva Global de Reversão                                    | Indenizar ativos vinculados à concessão e fomentar a expansão do setor elétrico.  | 1.317                            |
| <b>CFURH</b><br>Compensação financeira pela utilização de recursos hídricos | Compensar financeiramente o uso da água e terras produtivas para fins de geração de energia elétrica.   | 1.244                            |
| <b>P&amp;D</b><br>Pesquisa e Desenvolvimento e <b>Eficiência Energética</b> | Promover pesquisas científicas e tecnológicas relacionadas à eletricidade e ao uso sustentável dos recursos naturais.   | 667                              |
| <b>PROINFA</b>  | Subsidiar as fontes alternativas de energia.  | 635                              |
| <b>TFSEE</b><br>Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica        | Prover recursos para o funcionamento da ANEEL   | 327                              |
| <b>ESS</b><br>Encargos de Serviços do Sistema                               | Subsidiar a manutenção da confiabilidade e estabilidade do Sistema Elétrico Interligado Nacional  | 86                               |
| <b>Total</b>  |   | <b>9.617</b>                     |

Fonte: Aneel, 2008.

Já os tributos são pagamentos compulsórios devidos ao Poder Público, a partir de determinação legal, e que asseguram recursos para que o Governo desenvolva suas atividades. Sobre as contas mensais de energia elétrica incidem os seguintes tributos: Programas de Integração Social (PIS) e Contribuição

para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), federal; Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), estadual; Contribuição para Custeio do Serviço de Iluminação Pública (CIP), municipal. O Gráfico 1.1 a seguir mostra a composição da conta mensal de energia elétrica.

**Gráfico 1.1 – Anatomia da conta de luz.**

Fonte: Aneel, 2008.

## As atualizações tarifárias

Os Contratos de Concessão prevêem três mecanismos de atualização tarifária: Reajuste Anual, Revisão Tarifária e Revisão Tarifária Extraordinária.

O Reajuste Tarifário restabelece o poder de compra da receita da concessionária, segundo uma fórmula prevista no Contrato de Concessão. Ele é concedido anualmente na data de aniversário do contrato, exceto no ano em que ocorre o mecanismo de revisão tarifária.

A Revisão Tarifária Periódica permite o reposicionamento da tarifa após completa análise dos custos eficientes e remuneração dos investimentos prudentes, em intervalos de quatro ou cinco anos. Esse mecanismo se diferencia dos reajustes anuais por ser mais amplo e levar em conta todos os custos, investimentos e receitas para fixar um novo patamar de tarifas adequado à estrutura da empresa e a seu mercado.

Já a Revisão Tarifária Extraordinária destina-se a atender casos muito especiais de desequilíbrio justificado. Pode ocorrer a qualquer tempo, quando um evento imprevisível afetar o equilíbrio econômico-financeiro da concessão.

## Classificação das unidades consumidoras

Para efeito de aplicação das tarifas de energia elétrica, os consumidores são identificados por classes e subclasses de consumo: residencial, industrial, comercial e serviços, rural, poder público, iluminação pública, serviço público e consumo próprio. Cada classe tem uma estrutura tarifária distinta de acordo com as suas peculiaridades de consumo e de demanda de potência, conforme relacionado abaixo.

- Alta tensão
  - A1 – tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV
  - A2 – tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV
  - A3 – tensão de fornecimento de 69 kV
  - A3a – tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV
  - A4 – tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV
  - AS – tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV atendida a partir de sistema subterrâneo de distribuição e faturada na Grupo A excepcionalmente

- Baixa tensão
  - B1 – residencial e residencial de baixa renda
  - B2 – rural, cooperativa de eletrificação rural e serviço público de irrigação
  - B3 – demais classes
  - B4 – Iluminação pública

A unidade consumidora residencial pode ser classificada em monofásica, bifásica e trifásica.

A monofásica está ligada à rede de energia elétrica por uma fase (onde transita energia elétrica) e um neutro (para fechar o circuito), ou seja, dois condutores. A ligação bifásica é feita por duas fases e um neutro (três condutores), enquanto a trifásica é ligada por três fases e um neutro (quatro condutores). O número de fases aumenta de acordo com a carga (demanda e consumo) da unidade consumidora para garantir maior qualidade e segurança no fornecimento de energia.

## 1.4 TRANSMISSÃO

O segmento de transmissão no Brasil é composto em 2008 por mais de 90 mil quilômetros de linhas e operado por 64 concessionárias. Essas empresas, que obtiveram as concessões ao participar de leilões públicos promovidos pela Aneel, são responsáveis pela implantação e operação da rede que liga as usinas (fontes de geração) às instalações das companhias distribuidoras localizadas junto aos centros consumidores (tecnicamente chamados de centros de carga). As concessões de transmissão são válidas por 30 anos e podem ser prorrogadas por igual período.

A grande extensão da rede de transmissão no Brasil é explicada pela configuração do segmento de geração, constituído, na maior parte, de usinas hidrelétricas instaladas em localidades distantes dos centros consumidores. A principal característica desse segmento é a sua divisão em dois grandes blocos: o Sistema Interligado Nacional (SIN), que abrange a quase totalidade do território brasileiro, e os Sistemas Isolados, instalados principalmente na região Norte, como mostra o Mapa 1.2 na página seguinte.

**Convenções Cartográficas**

- Capital Federal
- Capitais
- Divisão Estadual

**Tipos de centrais elétricas**

- Eólica
- PHC
- UHE
- UTE
- Solar

**Sistemas Elétricos Isolados**

- ≈ 45 % do território
- ≈ 3 % da população
- ≈ 3 % do consumo nacional
- ≈ 4 % do parque gerador do País



Fonte: Aneel 2008

ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL - 3ª EDIÇÃO

Escala Gráfica: 0 250 500 km

**MAPA 1.2 - Centrais elétricas que compõem os Sistemas Isolados - Situação em outubro de 2003**

## O Sistema Interligado Nacional (SIN)

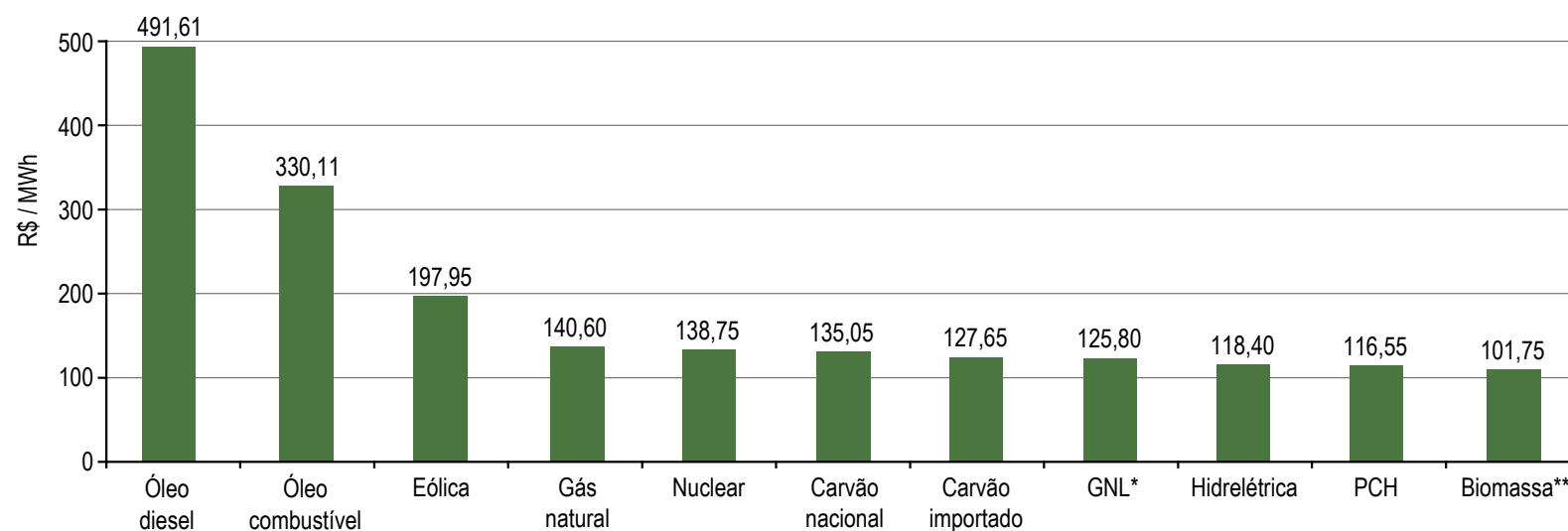
O SIN abrange as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte do Norte. Em 2008, concentra aproximadamente 900 linhas de transmissão que somam 89,2 mil quilômetros nas tensões de 230, 345, 440, 500 e 750 kV (também chamada rede básica que, além das grandes linhas entre uma região e outra, é composta pelos ativos de conexão das usinas e aqueles necessários às interligações internacionais). Além disso, abriga 96,6% de toda a capacidade de produção de energia elétrica do país – oriunda de fontes internas ou de importações, principalmente do Paraguai por conta do controle compartilhado da usina hidrelétrica de Itaipu.

O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) é responsável pela coordenação e controle da operação do SIN, realizada pelas companhias geradoras e transmissoras, sob a fiscalização e regulação da Aneel. Entre os benefícios desta integração e operação coordenada está a possibilidade de troca de energia elétrica entre regiões. Isto é particularmente importante em um país como o Brasil, caracterizado pela predominância de usinas hidrelétricas localizadas em regiões com regimes hidrológicos diferentes.

Como os períodos de estiagem de uma região podem corresponder ao período chuvoso de outra, a integração permite que a localidade em que os reservatórios estão mais cheios envie energia elétrica para a outra, em que os lagos estão mais vazios – permitindo, com isso, a preservação do “estoque de energia elétrica” represado sob a forma de água. Esta troca ocorre entre todas as regiões conectadas entre si.

Outra possibilidade aberta pela integração é a operação de usinas hidrelétricas e termelétricas em regime de complementaridade. Como os custos da produção têm reflexo nas tarifas pagas pelo consumidor e variam de acordo com a fonte utilizada (ver Gráfico 1.2 abaixo), transformam-se em variáveis avaliadas pelo ONS para determinar o despacho – definição de quais usinas devem operar e quais devem ficar de reserva de modo a manter, permanentemente, o volume de produção igual ao de consumo. A energia hidrelétrica, mais barata e mais abundante no Brasil, é prioritária no abastecimento do mercado. As termelétricas, de uma maneira geral, são acionadas para dar reforço em momentos chamados como picos de demanda (em que o consumo sobe abruptamente) ou em períodos em que é necessário preservar o nível dos reservatórios – ou o “estoque de energia”. Isto ocorreu no início de 2008, quando o aumento do consumo aliado ao atraso no início do período chuvoso da região Sudeste apontou para a necessidade de uma ação preventiva para preservação dos reservatórios.

O sistema interligado se caracteriza, também, pelo processo permanente de expansão, o que permite tanto a conexão de novas grandes hidrelétricas quanto a integração de novas regiões. Se, em 2008, por exemplo, o SIN é composto por 89,2 mil quilômetros de rede, em 2003, a extensão era de 77,6 mil km. A expansão verificada a partir desse ano reforçou as interligações do sistema, ampliando a possibilidade de troca de energia elétrica entre as regiões. O Mapa 1.3, na próxima página, mostra o horizonte da transmissão no período de 2007 a 2009.



**Gráfico 1.2 – Custos de produção de energia elétrica no Brasil.**

(\* ) Gás natural liquefeito

(\*\*) Bagaço de cana

Fonte: PSR, 2008 (adaptado).

**Convenções Cartográficas**

- Capital Federal
- Capitais
- Divisão Estadual

**Existente**

|             |       |
|-------------|-------|
| 138 kV      | —     |
| 230 kV      | —     |
| 345 kV      | —     |
| 440 kV      | —     |
| 500 kV      | —     |
| 750 kV      | —     |
| ± 600 kV CC | ..... |

**Futuro**

|             |       |
|-------------|-------|
| 138 kV      | ..... |
| 230 kV      | ..... |
| 345 kV      | ..... |
| 440 kV      | ..... |
| 500 kV      | ..... |
| 750 kV      | ..... |
| ± 600 kV CC | ..... |

**Complexo**

|   |              |
|---|--------------|
| A | Paraná       |
| B | Paranapanema |
| C | Grande       |
| D | Paranaíba    |
| E | Paulo Afonso |

- Centro de carga
- Número de circuitos existentes



Fonte: ONS, 2008.

ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL - 3ª EDIÇÃO

Escala Gráfica: 0 250 500 km

MAPA 1.3 - Sistema de transmissão - Horizonte 2007-2009

## Os Sistemas Isolados

Os Sistemas Isolados são predominantemente abastecidos por usinas térmicas movidas a óleo diesel e óleo combustível – embora também abriguem Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH) e termelétricas movidas a biomassa. Estão localizados principalmente na região Norte: nos Estados de Amazonas, Roraima, Acre, Amapá e Rondônia. São assim denominados por não estarem interligados ao SIN e por não permitirem o intercâmbio de energia elétrica com outras regiões, em função das peculiaridades geográficas da região em que estão instalados. Segundo dados da Eletrobrás, eles atendem a uma área de 45% do território brasileiro e a cerca de 3% da população nacional – aproximadamente 1,3 milhão de consumidores espalhados por 380 localidades. Em 2008, respondem por 3,4% da energia elétrica produzida no país.

Os sistemas isolados de maior porte suprem as capitais Rio Branco (AC), Macapá (AP), Manaus (AM) e Porto Velho (RO) e o estado de Roraima (com exceção da capital Boa Vista e seus arredores, abastecidos pela Venezuela). Manaus tem o maior deles, com 50% do mercado total dos sistemas isolados.

Por ser predominantemente térmico, os Sistemas Isolados apresentam custos de geração superiores ao SIN. Além disso, as dificuldades de logística e de abastecimento dessas localidades pressionam o frete dos combustíveis (com destaque para o óleo diesel). Para assegurar à população atendida por esses sistemas os benefícios usufruídos pelos consumidores do SIN, o Governo Federal criou a Conta de Consumo de Combustíveis Fósseis (CCC), encargo setorial que subsidia a compra do óleo diesel e óleo combustível usado na geração de energia por usinas termelétricas que atendem às áreas isoladas. Essa conta é paga por todos os consumidores de energia elétrica do país. Em 2008, o valor da CCC foi de R\$ 3 bilhões.

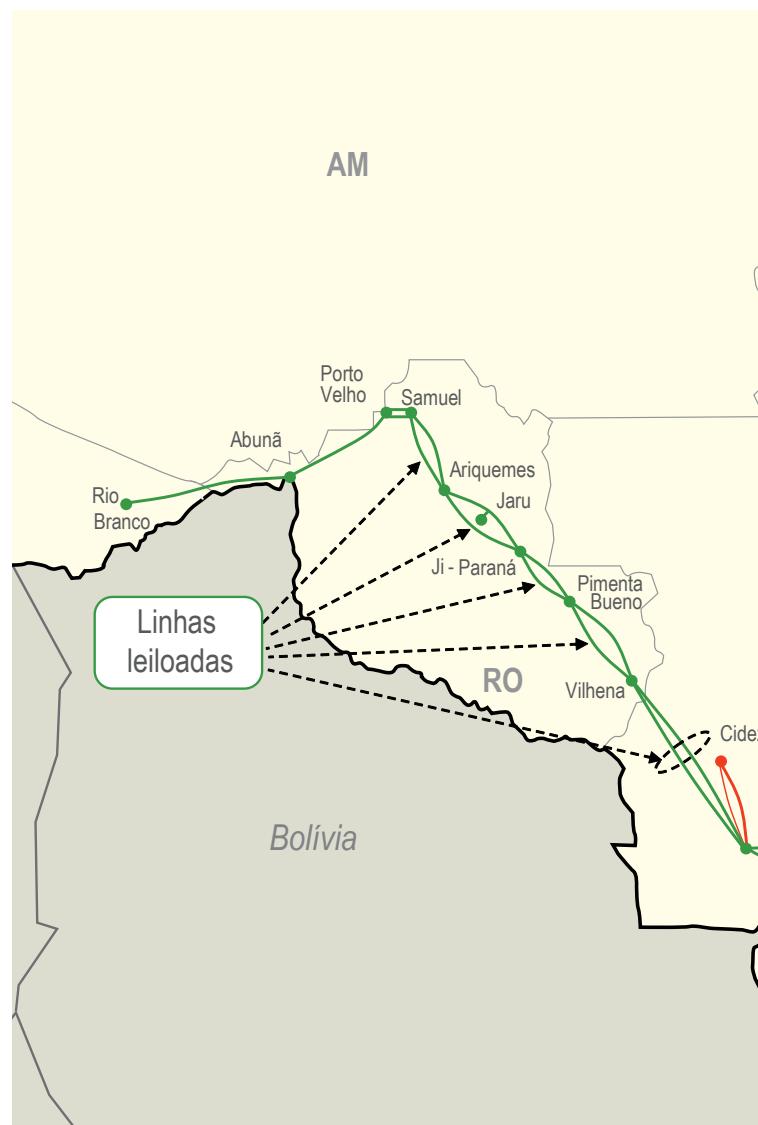
## A expansão da rede de transmissão

A tendência é que ao longo do tempo os Sistemas Isolados gradualmente sejam integrados ao SIN, a exemplo do que tem ocorrido com as demais regiões do país. Este movimento contribui para a redução dos custos da CCC e é proporcionado pela concessão, construção e operação de novas linhas de transmissão.

A visão do ONS, constante do relatório de administração de 2007, é que o SIN registre uma nova expansão, de 11,5 mil km de linhas

em três anos. Integram esta projeção duas linhas que permitirão a conexão de outros sistemas isolados e cuja construção faz parte do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), do Governo Federal. Uma delas interligará a usina hidrelétrica de Tucuruí (PA) a Macapá e Manaus. Outra, no final de 2008, ligará Vilhena e Samuel (ambas em Rondônia) a Jauru, no Mato Grosso, o que levará à conexão do sistema isolado Acre-Rondônia (Figura 1.4 abaixo).

Em junho de 2008 a Aneel leiloou a concessão para construção da linha Tucuruí-Manaus-Macapá, com 1.829 quilômetros de extensão a ser construída na Floresta Amazônica. O empreendimento permitirá o suprimento de energia elétrica a diversos municípios dos estados do Pará, Amapá e do Amazonas, e possibilitará a interligação de diversas regiões isoladas ao Sistema Interligado Nacional (SIN).



**Figura 1.4 - Conexão do sistema isolado Acre-Rondônia ao SIN.**

Fonte: ONS, 2008.

O linhão das usinas do rio Madeira, leiloado em novembro de 2008, também permitirá a conexão do estado de Rondônia ao SIN. As linhas de transmissão e subestações que compõem a interligação terão extensão aproximada de 2.375 quilômetros (km).

### Leilões de linha de transmissão

Até 1999, a rede de transmissão era operada exclusivamente pelas companhias verticalizadas (com ativos de geração, transmissão e, em alguns casos, distribuição) ou pelas companhias resultantes de sua cisão para fins de privatização (para detalhes, ver Box 1) e ainda controladas pelo Estado. A partir desse ano, no entanto, a Aneel iniciou o processo de expansão dessas instalações, com base em leilões para seleção do grupo empreendedor responsável pela construção e operação da rede. O vencedor seria o candidato que apresentasse a menor tarifa a ser praticada.

Excluindo-se 2001, ano do racionamento de energia elétrica, em que a expansão foi significativamente reduzida, no geral, nos demais períodos o acréscimo à rede básica foi superior a 2.000 km por ano, com destaque para 2003, com 4,9 mil km, como mostra o Gráfico 1.3 abaixo. Em 2008, a Aneel leiloou mais de 3,5 mil km de rede. Neste total estão embutidas as linhas que conectam, ao SIN, as usinas hidrelétricas a serem construídas no Rio Madeira (Santo Antonio e Jirau) e

as 27 usinas (termelétricas movidas por bagaço de cana-de-açúcar e pequenas centrais hidrelétricas, PCHs) instaladas nos Estados de Goiás e Mato Grosso do Sul. É a perspectiva de construção destas linhas de transmissão, inclusive, que viabiliza, do ponto de vista técnico e econômico, o aumento da participação do bagaço de cana na matriz da energia elétrica nacional.

Em 2008, 71 linhas transmissão, totalizando 7.736,66 quilômetros (km), estão em construção. Em novembro, a previsão é que, deste total, entrem em operação, até o final deste ano, 1.730,2 km e, em 2009, 5.998,45 km. Desde 1998, a Aneel licitou e autorizou 34.083 km de linhas de transmissão. Do total de linhas licitadas, 15.407,81 km estão em operação. Em 2008, 2.227,7 km de linhas foram energizados.

O planejamento da expansão do sistema de transmissão do Brasil é realizado em conjunto pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e pelo ONS. Os documentos "Programa de Expansão da Transmissão (PET)", elaborado pela EPE, e "Plano de Ampliações e Reforços (PAR)", elaborado pelo ONS, indicam as obras (linhas e subestações) necessárias para a adequada prestação dos serviços. Os empreendimentos definidos pelo Governo Federal são incluídos no Programa Nacional de Desestatização (PND), que determina à Aneel a promoção e o acompanhamento dos processos de licitação das respectivas concessões.

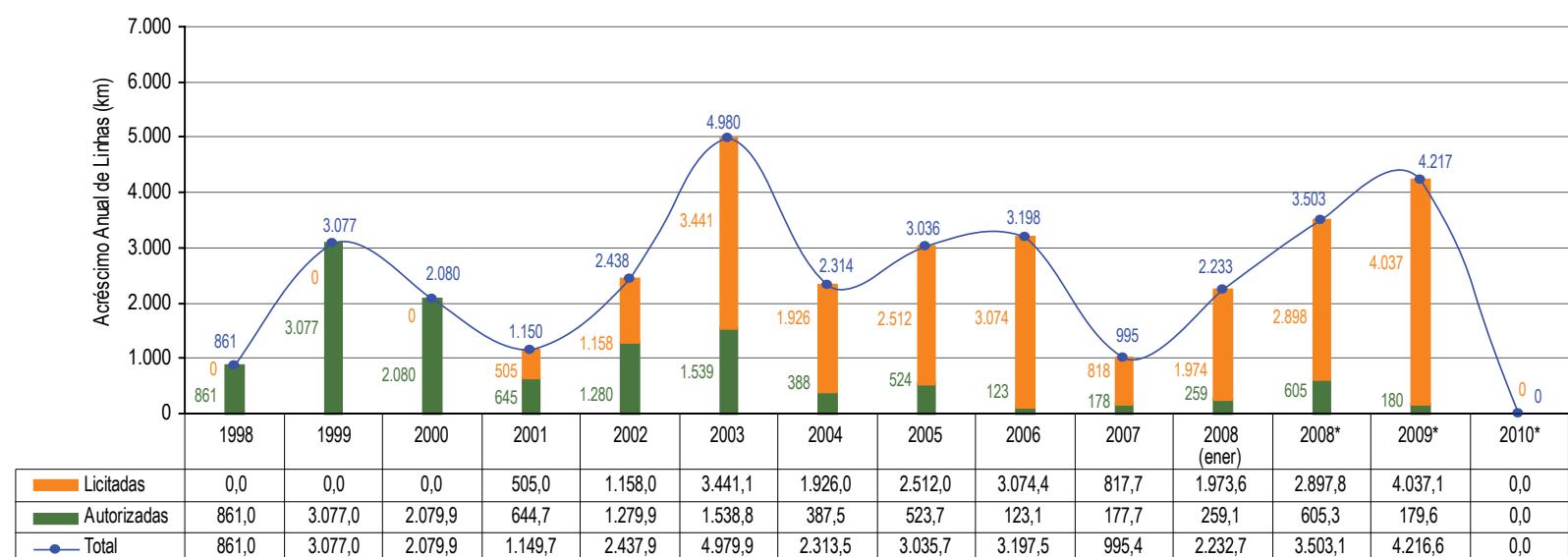


Gráfico 1.3 - Expansão da rede básica de transmissão.

Fonte: Aneel, 2008.

Os editais de licitação permitem a participação de empresas nacionais e estrangeiras, públicas e privadas, que podem concorrer isoladamente ou em consórcio, assim como fundos de investimentos em participação registrados na Comissão de Valores Mobiliários (CVM). De acordo com a atual sistemática, os leilões são realizados com inversão da ordem de fases, que consiste na habilitação jurídica, técnica, econômico-financeira e fiscal após a realização da sessão pública do leilão e apenas para as vencedoras do certame.

Nesses leilões, vence quem oferecer a menor tarifa, ou seja, a menor Receita Anual Permitida (RAP) para prestação do serviço público de transmissão. Os deságios verificados resultam em benefícios ao consumidor, uma vez que a tarifa de uso dos sistemas de transmissão é um dos componentes de custo da tarifa praticada pelas distribuidoras. Essa diferença a menor também contribui para maior competitividade do setor produtivo nacional.

## 1.5 GERAÇÃO

De acordo com o Banco de Informações de Geração (BIG), da Aneel, o Brasil conta, em novembro de 2008, com 1.768 usinas em operação, que correspondem a uma capacidade instalada de 104.816 MW (megawatts) – número que exclui a participação paraguaia na usina de Itaipu. Do total de usinas, 159 são hidrelétricas, 1.042 térmicas abastecidas por fontes diversas (gás natural, biomassa, óleo diesel e óleo combustível), 320 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), duas nucleares, 227 centrais geradoras hidrelétricas (pequenas usinas hidrelétricas) e uma solar. Este segmento conta com mais de 1.100 agentes regulados entre concessionários de serviço público de geração, comercializadores, autoprodutores e produtores independentes. Detalhes a respeito da geração de energia elétrica no Brasil e no mundo são fornecidos nos capítulos de 3 a 9.

As informações da Agência também demonstram que, desde 1999, o aumento na capacidade instalada do país tem sido permanente – ao contrário do que ocorreu no final dos anos 80 e início da década de 90, quando os investimentos em expansão foram praticamente paralisados. Como pode ser observado na Tabela 1.4 a seguir, em 2007, 4 mil MW foram agregados à capacidade instalada.

O BIG relaciona, ainda, 130 empreendimentos em construção e mais 469 outorgados, o que permitirá a inserção de mais 33,8 mil MW à capacidade instalada no país nos próximos anos,

**Tabela 1.4 - Acréscimo anual da geração (em MW)**

|      |         |
|------|---------|
| 1999 | 2.840,3 |
| 2000 | 4.264,2 |
| 2001 | 2.506,0 |
| 2002 | 4.638,4 |
| 2003 | 3.998,0 |
| 2004 | 4.234,6 |
| 2005 | 2.425,2 |
| 2006 | 3.935,5 |
| 2007 | 4.028,0 |
| 2008 | 860,5*  |

(\*) Até 16/8/2008.

Fonte: Aneel, 2008.

como mostra a Tabela 1.5 na página seguinte. A maior parte da potência, tanto instalada quanto prevista, provém de usinas hidrelétricas. Em segundo lugar, estão as térmicas e, na sequência, o conjunto de empreendimentos menores.

O planejamento da expansão do setor elétrico, produzido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) prevê a diversificação da matriz da energia elétrica, historicamente concentrada na geração por meio de fonte hidráulica. Um dos principais objetivos desta decisão é reduzir a relação de dependência existente entre volume produzido e condições hidrológicas (ou nível pluviométrico na cabeceira dos rios que abrigam estas usinas). Há poucos anos, as hidrelétricas representavam cerca de 90% da capacidade instalada no país. Em 2008, essa participação recuou para cerca de 74%. O fenômeno foi resultado da construção de usinas baseadas em outras fontes (como termelétricas movidas a gás natural e a biomassa) em ritmo maior que aquele verificado nas hidrelétricas.

Todas as etapas da vida de uma usina – dos estudos para desenvolvimento do projeto à operação – são autorizadas e/ou fiscalizadas pela Aneel. No caso das térmicas, a autorização para construção configura-se como um ato administrativo e, portanto, é relativamente simples. Já a construção das UHEs e PCHs, por envolver a exploração de um recurso natural que, pela Constituição, é considerado como bem da União, deve ser precedida de um estudo de inventário – cuja realização depende de autorização da Aneel e cujos resultados também deverão ser aprovados pela entidade. A partir daí, o processo regulamentar que dá origem à autorização para a construção das UHE é bem mais complexo do que o das PCHs.

**Tabela 1.5 - Empreendimentos em operação, construção e outorgados**

| <b>Empreendimentos em Operação</b>   |                   |                                |            |
|--|-------------------|--------------------------------|------------|
| <b>_tipo</b>   | <b>Quantidade</b> | <b>Potência Outorgada (kW)</b> | <b>%</b>   |
| Central Geradora Hidrelétrica  | 227               | 120.009                        | 0,11       |
| Central Geradora Eolielétrica  | 17                | 272.650                        | 0,26       |
| Pequena Central Hidrelétrica   | 320               | 2.399.598                      | 2,29       |
| Central Geradora Solar Fotovoltaica  | 1                 | 20                             | 0          |
| Usina Hidrelétrica de Energia  | 159               | 74.632.627                     | 71,20      |
| Usina Termelétrica de Energia  | 1.042             | 25.383.920                     | 24,22      |
| Usina Termonuclear   | 2                 | 2.007.000                      | 1,92       |
| <b>Total</b>   | <b>1.768</b>      | <b>104.815.824</b>             | <b>100</b> |
| <b>Empreendimentos em Construção</b>   |                   |                                |            |
| <b>_tipo</b>   | <b>Quantidade</b> | <b>Potência Outorgada (kW)</b> | <b>%</b>   |
| Central Geradora Hidrelétrica  | 1                 | 848                            | 0,01       |
| Central Geradora Eolielétrica  | 22                | 463.330                        | 6,26       |
| Pequena Central Hidrelétrica   | 67                | 1.090.070                      | 14,73      |
| Usina Hidrelétrica de Energia  | 21                | 4.317.500                      | 58,34      |
| Usina Termelétrica de Energia  | 19                | 1.528.898                      | 20,66      |
| <b>Total</b>   | <b>130</b>        | <b>7.400.646</b>               | <b>100</b> |
| <b>Empreendimentos Outorgados entre 1998 e 2008 (não iniciaram sua construção)</b> |                   |                                |            |
| <b>_tipo</b>   | <b>Quantidade</b> | <b>Potência Outorgada (kW)</b> | <b>%</b>   |
| Central Geradora Hidrelétrica  | 74                | 50.189                         | 0,19       |
| Central Geradora Undi-Elétrica   | 1                 | 50                             | 0          |
| Central Geradora Eolielétrica  | 50                | 2.401.523                      | 9,08       |
| Pequena Central Hidrelétrica   | 166               | 2.432.568                      | 9,19       |
| Usina Hidrelétrica de Energia  | 15                | 9.053.900                      | 34,21      |
| Usina Termelétrica de Energia  | 163               | 12.526.201                     | 47,33      |
| <b>Total</b>   | <b>469</b>        | <b>26.464.431</b>              | <b>100</b> |

Fonte: Aneel, 2008.

Para as UHEs, a etapa seguinte ao estudo de inventário é a realização, pelo empreendedor que solicitar a autorização, do estudo de viabilidade. Simultaneamente, devem ser obtidas, também, a licença ambiental prévia (junto ao órgão ambiental estadual ou nacional, caso o aproveitamento esteja localizado em dois ou mais Estados) e a reserva de recursos hídricos (a ser promovida junto aos órgãos responsáveis pelos recursos hídricos, de esfera estadual ou federal). Concluída esta etapa, o empreendimento está apto a ser licitado por meio de leilões de venda antecipada da energia a ser produzida (para detalhes ver Box 1). Vencerá o proponente que se propuser a vender a produção às distribuidoras pelo menor preço por MWh (megawatt-hora).

Foi o que ocorreu no leilão da usina de Santo Antônio, no Rio Madeira (RO): o consórcio Madeira Energia S/A vendeu 70% da

produção às distribuidoras pelo preço de R\$ 78,87 por MWh, diante do preço máximo fixado pelo MME de R\$ 122,00 por MWh. Para os empreendedores da usina de Jirau, também no Rio Madeira, o processo foi o mesmo. O Consórcio Energia Sustentável do Brasil (CESB) se dispôs a vender ao mercado cativo (distribuidoras) 70% da energia pelo preço de R\$ 71,37 por MWh, valor que correspondeu a um deságio de 21,57% em relação ao preço teto estabelecido pelo MME, de R\$ 91 por MWh. Tanto em Santo Antônio quanto em Jirau, os restantes 30% poderão ser comercializados no mercado livre de energia (para conhecer o funcionamento desse mercado, ver Box 1).

Definido o vencedor do leilão, vem a etapa de desenvolvimento do Projeto Básico Técnico (PBT) – a ser aprovado pela Aneel – e do Projeto Básico Ambiental (PBA) – encaminhado

ao órgão ambiental responsável pela avaliação do empreendimento. Apenas após obter as aprovações a ambos, o empreendedor poderá desenvolver o projeto executivo e dar início à construção da usina. Já a construção de PCHs – com potência de até 30MW e reservatório não superior a 3 km<sup>2</sup> não exige nem o estudo de viabilidade nem a licitação. Após a realização do estudo de inventário, a Aneel seleciona o empreendedor de acordo com critérios pré-definidos, avalia o projeto

básico da usina e concede a autorização para a instalação. No Brasil, o último inventário global foi realizado em 1992 pela Eletrobrás. Em 2008, a EPE ocupava-se da revisão dos inventários dos rios Araguaia e Tibagi e realizava novos estudos em bacias principalmente da região Norte. Como pode ser observado na Tabela 1.6 abaixo, é exatamente nesta região, na bacia Amazônica, que se encontra o maior potencial hidrelétrico existente no país.

**Tabela 1.6 - Potencial hidrelétrico por bacia hidrográfica - Situação em 2007 (MW)**

|              | Bacia              | Total          | %            |
|--------------|--------------------|----------------|--------------|
| 1            | Amazonas           | 106.149        | 42,2         |
| 2            | Paraná             | 57.801         | 23,0         |
| 3            | Tocantins/Araguaia | 28.035         | 11,2         |
| 4            | São Francisco      | 17.757         | 7,1          |
| 5            | Atlântico Sudeste  | 14.728         | 5,9          |
| 6            | Uruguai            | 12.816         | 5,1          |
| 7            | Atlântico Sul      | 5.437          | 2,2          |
| 8            | Atlântico Leste    | 4.087          | 1,6          |
| 9            | Paraguai           | 3.102          | 1,2          |
| 10           | Parnaíba           | 1.044          | 0,4          |
| 11           | Atlântico NE Oc.   | 376            | 0,1          |
| 12           | Atlântico NE Or.   | 158            | <0,1         |
| <b>Total</b> |                    | <b>251.490</b> | <b>100,0</b> |

Fonte: EPE, 2007.

## REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) – disponível em [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)

Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) – disponível em [www.ccee.org.br](http://www.ccee.org.br)

Centrais Elétricas Brasileiras (Eletrobrás) – disponível em [www.eletrobras.gov.br](http://www.eletrobras.gov.br)

Empresa de Pesquisa Energética (EPE) – disponível em [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)

Ministério de Minas e Energia (MME) – disponível em [www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br)

Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) – disponível em [www.ons.org.br](http://www.ons.org.br)

Power Systems Research (PSR) – disponível em [www.psr-inc.com](http://www.psr-inc.com)



Stock Xchng

**Parte I**  
*Energia no Brasil  
e no mundo*

2  
*Consumo*

## Box 2

# Eficiência energética

A expansão acentuada do consumo de energia, embora possa refletir o aquecimento econômico e a melhoria da qualidade de vida, tem aspectos negativos. Um deles é a possibilidade do esgotamento dos recursos utilizados para a produção de energia (ver capítulos 3 a 9). Outro é o impacto ao meio ambiente produzido por essa atividade. Finalmente, um terceiro são os elevados investimentos exigidos na pesquisa de novas fontes e construção de novas usinas.

Uma das maneiras mais modernas e utilizadas no mundo para conter a expansão do consumo sem comprometer qualidade de vida e desenvolvimento econômico tem sido o estímulo ao uso eficiente. No Brasil, no que concerne à energia elétrica, esse estímulo tem sido aplicado de maneira sistemática desde 1985, quando o Ministério de Minas e Energia (MME) criou o Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), de âmbito nacional e coordenado pela Eletrobrás.

Além disso, a legislação também determina que as distribuidoras de eletricidade destinem 0,25% de sua receita operacional líquida a programas e ações que se caracterizem pela eficiência energética. Para serem implementados, esses programas devem ser aprovados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Em abril de 2008, a Aneel havia aprovado 279 deles, apresentados por 61 distribuidoras e que, envolvendo investimentos de R\$ 261 milhões, permitiriam a redução anual de 369 GWh. Com isso, a redução total do consumo obtida com esses programas desde 1998 será de 5.597 GWh por ano, segundo informações divulgadas em setembro de 2008 pela Aneel.

As práticas para estimular o uso eficiente da eletricidade se dividem em dois grupos principais: ações educativas da população e investimentos em equipamentos e instalações. As primeiras, também desenvolvidas individualmente pelas distribuidoras, marcaram o início da atuação do Procel, caracterizada pela publicação e distribuição de manuais destinados a orientar os consumidores de diversos segmentos, como residências,

comércio, indústria e setor público, conforme registra o estudo Análise Retrospectiva, constante do Plano Nacional de Energia 2030, produzido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Além disso, o Procel também desenvolveu programa pedagógico junto às escolas do ensino fundamental e iniciou projetos e cursos técnicos, com o objetivo de formar profissionais com competência específica em eficiência energética.

Em 1993, em colaboração com o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), foi lançado o selo Procel, concedido anualmente para reconhecer a excelência energética do equipamento em relação aos demais disponíveis. O selo Procel ganhou expressividade a partir do racionamento de 2001, quando os consumidores foram obrigados a se adequar a quotas de consumo mensal. A eficiência energética transformou-se, então, em elemento de *marketing* da indústria de eletrodomésticos e eletroeletrônicos.

As distribuidoras também destinam parte dos 0,25% da receita operacional líquida para esses programas educativos. Outra parte é utilizada na implantação de projetos de eficiência energética. Uma ação que tem sido usual é a doação de lâmpadas eficientes e, em menor escala, a substituição de geladeiras antigas por modelos mais novos junto à população de baixa renda durante programas de regularização das ligações clandestinas. Estas últimas chegam a registrar eficiência até 48% superior à das primeiras.

Uma outra vertente adotada pelas distribuidoras para a aplicação compulsória dos recursos é o desenvolvimento de ações específicas para clientes de maior porte. É comum, por exemplo, essas companhias desenvolverem projetos de iluminação para clientes do poder público e comércio, ou para aplicação na linha de produção no caso da indústria de porte médio (visto que os grandes consumidores, ou consumidores eletrointensivos, possuem projetos permanentes nesta área, a fim de reduzir o custo dos insumos).

# 2

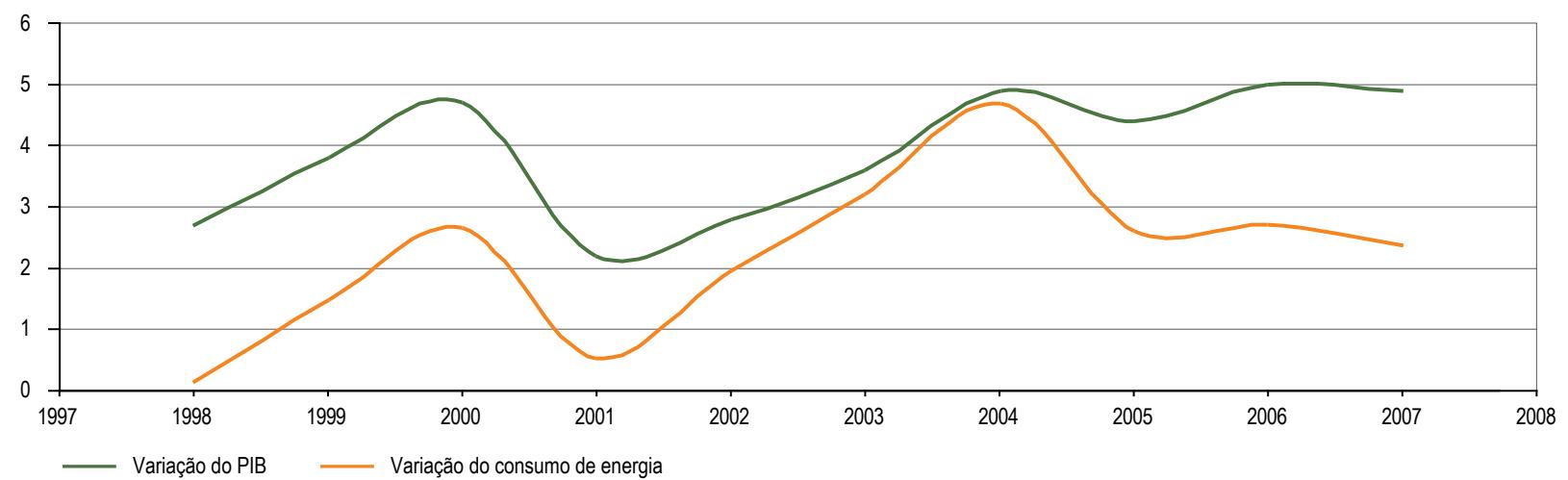
# Consumo

## 2.1 INFORMAÇÕES GERAIS

O consumo de energia é um dos principais indicadores do desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida de qualquer sociedade. Ele reflete tanto o ritmo de atividade dos setores industrial, comercial e de serviços, quanto a capacidade da população para adquirir bens e serviços tecnologicamente mais avançados, como automóveis (que demandam combustíveis), eletrodomésticos e eletroeletrônicos (que exigem acesso à rede elétrica e pressionam o consumo de energia elétrica).

Essa inter-relação foi o principal motivo do acentuado crescimento no consumo mundial de energia verificado nos últimos anos.

Como mostra o Gráfico 2.1 abaixo, de 2003 a 2007 a economia mundial viveu um ciclo de vigorosa expansão, refletida pela variação crescente do PIB: 3,6% em 2003; 4,9% em 2004; 4,4% em 2005; 5% em 2006 e 4,9% em 2007, segundo série histórica produzida pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). No mesmo período, a variação acumulada do consumo de energia foi de 13%, passando de 9.828 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep) em 2003 para 11.099 milhões de tep em 2007, como pode ser observado no BP Statistical Review of World Energy, publicado em junho de 2008 pela BP Global (Beyond Petroleum, nova denominação da companhia British Petroleum). A edição de 2008 do Key World Energy Statistics,



**Gráfico 2.1 - Variação do PIB e variação do consumo de energia (1998 - 2007).**

Fonte: Ipea, BP, 2008.

da International Energy Agency (IEA), compara os anos de 1973 e 2006. Nesses 33 anos, o consumo mundial aumentou 73% ao passar de 4.672 milhões de tep para 8.084 milhões de tep.

Os números apresentados e os períodos abordados pela BP Global e pela IEA são bastante diferentes entre si. No entanto, as tendências que eles refletem são as mesmas: acentuada expansão, estimulada principalmente pelo crescimento econômico dos países em desenvolvimento, particularmente da Ásia e América Latina.

Ao final de 2008, não está claro com que intensidade os setores produtivos irão se ressentir da crise que eclodiu no mercado financeiro durante o segundo semestre do ano. Assim, a dimensão dos problemas ainda não está suficientemente para permitir projeções mais específicas sobre o nível de atividade econômica e o comportamento do consumo de energia.

Em outubro de 2008, o Fundo Monetário Internacional (FMI) estimou uma aguda desaceleração da economia mundial, particularmente nas nações mais desenvolvidas, que teriam crescimento próximo a zero pelo menos até meados de 2009. Nas economias em desenvolvimento, como da América Latina, a variação ainda seria positiva, mas recuaría de algo próximo a 5% para a casa dos 3%. No mesmo mês, a IEA também reduziu suas estimativas a respeito do consumo do petróleo. Pelas novas projeções da entidade, na média de 2008 esse consumo seria de 86,5 milhões de barris diários (240 mil barris diários a menos que na última estimativa) e, em 2009, de 87,2 milhões de barris diários (440 mil barris diários a menos).

Como ocorre historicamente, em 2007 e 2008 o petróleo respondia pela maior parte do consumo primário (fonte a ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica) de energia do mundo. Em 2007, segundo a BP Global, a aplicação do recurso correspondeu a 3.952 milhões de tep, imediatamente seguido por carvão (3.177 milhões de tep), gás natural

(2.637 milhões de tep), hidráulica (709,2 milhões de tep) e nuclear (622 milhões de tep), como mostra a Tabela 2.1 a seguir.

**Tabela 2.1 - Consumo mundial de energia por combustível em 2007**

| Combustível | Mtep     |
|-------------|----------|
| Petróleo    | 3.952,8  |
| Carvão      | 3.177,5  |
| Gás natural | 2.637,7  |
| Hidráulica  | 709,2    |
| Nuclear     | 622,0    |
| Total       | 11.099,3 |

Fonte: BP, 2008.

O setor de transportes continuava a responder pelo maior volume consumido de derivados de petróleo (60,5% do total em 2006, segundo as últimas estatísticas da IEA), enquanto a indústria demandava a maior parte da produção de carvão (78,8%). Já o gás natural era utilizado principalmente por residências, agricultura, comércio e serviço público, que em 2006, juntos responderam por 48,1% do consumo mundial total, diante de um consumo industrial de 35,2%. O conjunto desses setores também respondeu pela absorção do maior volume de energia elétrica no período (56,7%), imediatamente seguido pela indústria (41,6%).

Quando considerado o volume total de energia fornecido, qualquer que seja a fonte, o grupo formado por residências, agricultura, comércio e serviço público se constitui no maior consumidor, responsável pela absorção de 2.937 milhões de tep em 2006. Na seqüência vêm transportes, com 2.226 milhões de tep, e indústria, com 2.180 milhões de tep, como mostra a Tabela 2.2 abaixo.

**Tabela 2.2 - Consumo mundial de energia por setor em 2006 (Mtep)**

| Fontes e consumo     | Carvão Mineral | Petróleo | Derivados de Petróleo | Gás Natural | Energia Nuclear | Energia Hidrelétrica | Biomassa | Outras fontes* | Total    |
|----------------------|----------------|----------|-----------------------|-------------|-----------------|----------------------|----------|----------------|----------|
| Indústria            | 550,57         | 4,19     | 325,35                | 434,28      | -               | -                    | 187,83   | 678,24         | 2.180,46 |
| Transportes**        | 3,78           | 0,01     | 2.104,85              | 71,28       | -               | -                    | 23,71    | 22,80          | 2.226,43 |
| Outros setores       | 114,21         | 0,32     | 471,39                | 592,90      | -               | -                    | 828,57   | 930,22         | 2.937,62 |
| Usos não energéticos | 29,69          | 6,55     | 568,72                | 134,99      | -               | -                    | -        | -              | 739,94   |

(\*) Outras fontes incluem: Geotérmica, solar, eólica etc.

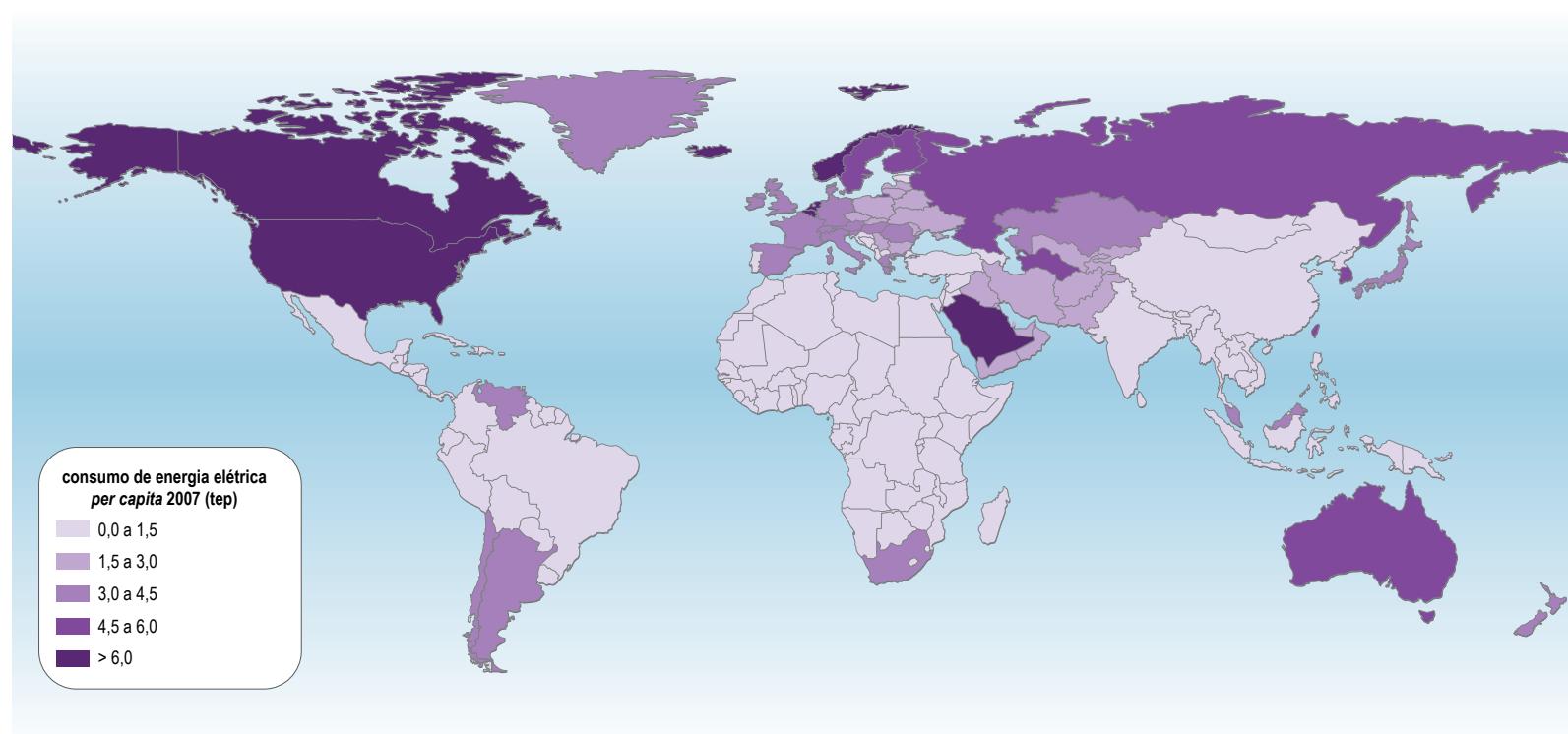
(\*\*) Inclui bunkers marítimos.

Fonte: IEA, 2008.

## 2.2 CONSUMO DE ENERGIA NO MUNDO

Os 30 países desenvolvidos que compõem a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)<sup>1</sup> são, historicamente, os maiores consumidores mundiais de energia. Sua participação no total mundial, porém, tem recuado ao longo do tempo. Já nos países em desenvolvimento, a

participação relativa, ainda que em alguns casos seja pouco expressiva, como na América Latina, registrou aumento acumulado superior a 100% nas últimas três décadas. A Figura 2.1 abaixo mostra os diferentes volumes de consumo de energia primária *per capita* nas diversas regiões do mundo.



**Figura 2.1 - Consumo de energia elétrica *per capita* em 2007.**

Fonte: BP, 2008.

Essa disparidade é explicada pela estrutura econômica e social de cada um dos dois grupos. Os países que compõem o primeiro são caracterizados por uma economia relativamente estável, em que não há espaço para aumentos acentuados na produção industrial ou no consumo de bens que pressionam a absorção de energia, como automóveis, eletrodomésticos e eletrônicos. Em sociedades mais estruturadas e ricas, a maior parte da população conseguiu adquiri-los ao longo da segunda metade do século XX.

Além disso, para a produção industrial, os países desenvolvidos tendem a utilizar, com maior freqüência, equipamentos energeticamente eficientes que, ao longo do tempo, passaram a

requerer menor volume de energia para se manter em operação. Finalmente, eles também deixam, aos países em desenvolvimento, a realização de atividades que consomem muita energia, como é o caso da siderurgia e produção de alumínio (ou a chamada indústria energointensiva). As variações do consumo de energia, portanto, são suaves, quando não decrescentes.

Na França e Alemanha, por exemplo, o consumo total de energia primária recuou, respectivamente, 2,1% e 5,6% entre 2006 e 2007, segundo o estudo da BP Global. No mesmo período, o PIB desses países teve evolução de 1,9% e 2,5%. Também na comparação entre 2006 e 2007, o consumo nos Estados Unidos aumentou apenas 1,7%, enquanto a economia cresceu 2,2%.

<sup>1</sup> Os países da OCDE relacionados pela IEA são: Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, República Tcheca, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Islândia, Irlanda, Itália, Japão, Coréia, Luxemburgo, México, Países Baixos, Nova Zelândia, Noruega, Polônia, Portugal, República Eslovaca, Espanha, Suécia, Suíça, Turquia, Reino Unido e Estados Unidos.

Já os países em desenvolvimento estão mais sujeitos a bruscas reversões de tendências na economia – seja pela política econômica interna restritiva, seja pela grande dependência do capital internacional, dado o pequeno volume de poupança interna. A partir dos anos 90, houve, inclusive, uma sucessão de vigorosos ciclos de expansão em função do elevado volume recebido de investimentos externos, originários das nações desenvolvidas. Na América Latina, esse movimento foi muito perceptível no Brasil e Chile. No mundo, os destaques são os países asiáticos, como China e Rússia, favorecidos pela liberalização gradual dos regimes comunistas.

Além disso, esses países costumam apresentar variações do consumo de energia bem mais acentuadas que o crescimento do PIB em função de fatores como a existência de grande número de indústrias energointensivas, demanda reprimida por eletrodomésticos, eletroeletrônicos e automóveis, e existência de uma forte economia informal (com atividades sem registro e, portanto, sem a correspondente arrecadação de impostos e tributos).

Sobre o impacto que esses ciclos de expansão econômica têm sobre o consumo local de energia, o Brasil tem exemplos clássicos. O primeiro ocorreu no ano de 1994, quando o Plano Real, ao conter a inflação e estabilizar a moeda, permitiu o aumento abrupto de renda da população. Segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, órgão que coordena a operação integrada da geração e transmissão de energia elétrica na maior parte do país), a expansão do consumo de energia elétrica deu um salto de 4,55% em 1994 e de 6,41% no ano seguinte, em função do aumento de vendas de eletrodomésticos e eletroeletrônicos. Além disso, em 2006 e 2007, o aquecimento econômico, com consequente geração de empregos, aliado à estratégia setorial de dilatação dos prazos de financiamento, beneficiou, entre outros, o setor automobilístico, que registrou volumes recordes de vendas de automóveis – o que também pressionou o consumo de combustíveis como gasolina e etanol.

## Países desenvolvidos

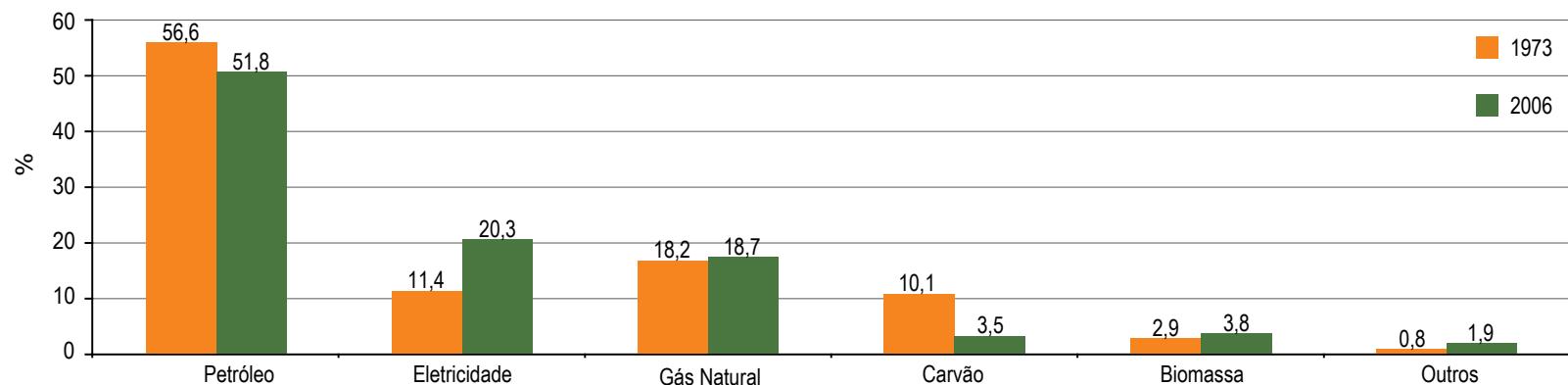
Segundo estatísticas da IEA, em 1973 os membros da OCDE respondiam por 60,6% dos 4.672 milhões de tep da energia primária absorvida por todos os países pesquisados. Em 2006, essa participação recuou para 47,3% do total de 8.084 milhões de tep. Entre um ano e outro, portanto, o volume demandado

por estes 30 países aumentou 35% (de 2.829 milhões de tep para 3.824 milhões de tep), enquanto a evolução do consumo mundial foi de 73%. A variação verificada na energia elétrica foi bem mais expressiva: 140%, passando de 323 milhões de tep para 776 milhões de tep.

Os Estados Unidos continuaram a liderar o *ranking* dos maiores consumidores em 2007, ao responder por 21,3% do total mundial, conforme o estudo da BP Global. Considerando que a participação de Canadá e México (2,9% e 1,4%, respectivamente) é pouco representativa no contexto do consumo de energia mundial, é possível depreender, portanto, que Estados Unidos foram os principais responsáveis pela consolidação da América do Norte como uma das maiores consumidoras mundiais de energéticos. Em 2007, esta região, composta por três países, respondeu por 25,6% do total mundial. Essa participação foi superada pela Europa/Eurásia que, com mais de 30 países, respondeu por 26,9% do consumo global e pela Ásia Pacífica, com participação de 34,3%.

Outra característica observada nos países desenvolvidos foi uma certa diversificação no tipo de energéticos. Mas este comportamento é resultado mais das políticas aplicadas individualmente pelos governos locais (para detalhes, ver capítulos 3 a 9) do que uma opção da população, para quem, na maior parte das vezes, a fonte utilizada para a produção de energia é pouco visível. Essas políticas, ainda em andamento, visam à diversificação da matriz e consequente redução da utilização dos combustíveis fósseis – grupo no qual os principais integrantes são petróleo e carvão – em função tanto da volatilidade e tendência de alta dos preços do petróleo quanto da necessidade de contenção do volume de emissões de gases causadores do efeito estufa a partir dos compromissos assumidos no protocolo de Kyoto, em 1992 e retificados no Tratado.

Assim, entre 1973 e 2006, a participação do carvão nos países da OCDE recuou de 10,1% para 3,5% do total de energia consumida. No petróleo, a queda foi de 56,6% para 51,8%. Ao mesmo tempo, o consumo de energia elétrica quase dobrou (11,4% para 20,3%) enquanto a posição das fontes renováveis e do grupo “Outras Fontes” (eólica e solar, entre outras) também apresentou um salto significativo, embora sua posição no *ranking* total continuasse pouco expressiva. As fontes renováveis (lideradas pela biomassa) apresentaram variação de 2,9% para 3,8% no período e o grupo “Outras Fontes”, de 0,8% para 1,9%, como mostra o Gráfico 2.2 a seguir.

**Gráfico 2.2 - Participação das diversas fontes de energia no consumo (1973 e 2006).**

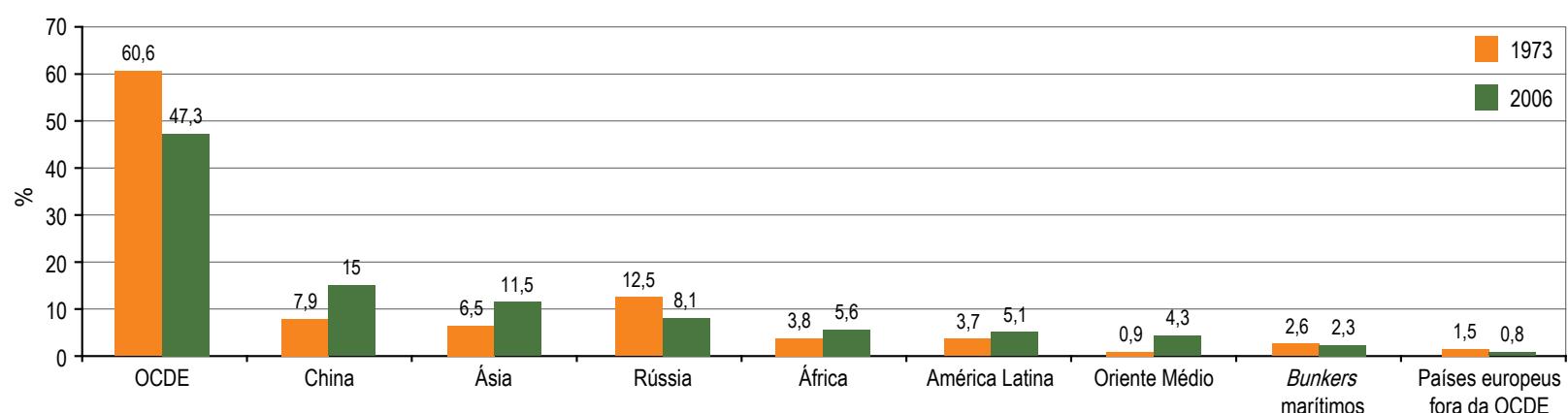
Fonte: IEA, 2008.

### Países em desenvolvimento

Em 2007, a participação da China no mercado mundial de energia aumentou 5,3%. Nesse ano, ao absorver 1.863 milhões de tep (aumento de 7,7% sobre o ano anterior), o país foi o segundo do ranking mundial, só superado pelos Estados Unidos. Segundo o estudo da BP Global, a China registra uma tendência ininterrupta de aumento do consumo energético desde 1998, quando absorveu 917,4 milhões de tep. Isto significa que, em 10 anos, o consumo mais que dobrou, apresentando variação de 103%. A maior fonte de energia é o carvão, o que transforma a China em um dos grandes emissores mundiais de CO<sub>2</sub> e outros gases causadores do efeito estufa. O país tem buscado a diversificação da matriz, ao investir na expansão das usinas hidrelétricas (para detalhes, ver capítulo 3). Mas, entre 2006 e 2007, o volume do carvão consumido apresentou variação de 7,9%, ao passar de 1.215 milhões de tep para 1.311 milhões de tep.

Embora a China seja o exemplo mais expressivo em termos de crescimento do consumo de energia, outros países e regiões em desenvolvimento registraram comportamento semelhante ao longo dos últimos anos. A diferença é que, por serem economias menores – e, portanto, absorverem um volume menor – as elevadas variações exercem menor pressão na oferta global. Em 2007, o Equador, por exemplo, registrou uma variação de 8% no consumo, mas, ainda assim, respondeu por apenas 0,1% do total mundial. O Brasil respondeu por 2% do consumo mundial.

Por regiões, a participação da Ásia, descontando-se a China, aumentou de 6,5% para 11,5% de 1973 a 2006, segundo a IEA. Na América Latina, a variação foi de 3,7% para 5,1%. A África também registrou um expressivo aumento de participação, de 3,8% para 5,6%, como mostra o Gráfico 2.3 a seguir.

**Gráfico 2.3 - Participação das diversas regiões do mundo no consumo de energia em 1973 e 2006.**

Fonte: IEA, 2008.

Dos chamados membros do BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China), entre 2006 e 2007 apenas Rússia permaneceu com o volume consumido relativamente estável (0,6%, segundo a BP Global). Este país apresentou crescimento ininterrupto de consumo desde 2001, acumulando, até 2007, uma variação de 9,7%. Na Índia, onde o consumo aumentou 55% em 10 anos, a variação entre 2006 e 2007 foi de 6,8%. No Brasil, de 6,2%, segundo o Balanço Energético Nacional de 2008, produzido pela Empresa de Pesquisa Energética (para detalhes, ver tópico 2.3).

Quanto à modalidade de energético mais consumido, está diretamente relacionada à facilidade de acesso aos recursos primários em cada localidade. Na China e na Índia, o energético mais consumido foi o carvão. Na Rússia, o gás natural. No Brasil, em 2007, a produção de usinas hidrelétricas e derivados de petróleo.

### 2.3 CONSUMO DE ENERGIA NO BRASIL

Além do desenvolvimento econômico, outra variável que determina o consumo de energia é o crescimento da população – indicador obtido tanto pela comparação entre as taxas de natalidade e mortalidade quanto pela medição de fluxos migratórios. No Brasil, entre 2000 e 2005, essa taxa teve uma tendência de queda relativa, registrando variação média anual de 1,46%, segundo relata o estudo Análise Retrospectiva constante do Plano Nacional de Energia 2030, produzido pela Empresa de Pesquisa Energética.

Ainda assim, a tendência do consumo de energia no período foi de crescimento: 13,93%. A exemplo do que ocorre no mercado mundial, também neste caso o movimento pode, portanto, ser atribuído principalmente ao desempenho da economia. O Produto Interno Bruto do país, no mesmo período, registrou um crescimento acumulado de 14,72%, conforme dados do Ipea.

A série histórica constante do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério de Minas e Energia, mostra, aliás, que em todo o período que vai de 1970 a 2007, de uma maneira geral a tendência tem sido de expansão do consumo global de energia (o que abrange derivados de petróleo, gás natural, energia elétrica, entre outros). De 1990 a 2007, o crescimento acumulado foi de 69%, com o consumo total passando de 127,596 milhões de tep para 215,565 milhões de tep.

Nem mesmo em 2001, ano marcado pelo racionamento de energia elétrica, o consumo global de energia registrou recuo: passou de 171,949 milhões de tep para 172,186 milhões de tep (aumento de 0,14%), acompanhando a taxa de crescimento do PIB nacional, de 1,3%. Mas, este comportamento foi beneficiado pela utilização de outros tipos de energia, visto que o consumo de energia elétrica registrou uma queda de 6,6% em 2001.

De acordo com o BEN 2008, os derivados de petróleo eram os principais energéticos utilizados no país em 2007 – um comportamento verificado ao longo dos últimos anos. Se somados óleo diesel, gasolina e GLP (gás liquefeito de petróleo), o consumo atingiu 76,449 milhões de tep, diante de um consumo total de 201,409 milhões de tep. Foi muito superior, portanto, ao da energia elétrica que, ao atingir 35,443 milhões de tep, registrou aumento de 5,7% em relação ao total de 2006, de 33,536 milhões de tep.

É interessante notar, porém, que enquanto gasolina automotiva registrou recuo de 1,0% entre um ano e outro, o consumo de etanol aumentou 34,7% ao passar de 6,395 milhões de tep para 8,612 milhões de tep. Etanol e bagaço de cana foram, inclusive, os grupos a registrar maior variação no período, como mostram a Tabela 2.3 abaixo e o Gráfico 2.4 a seguir, o que justifica a consolidação da cana-de-açúcar como segunda principal fonte primária para produção de energia no país.

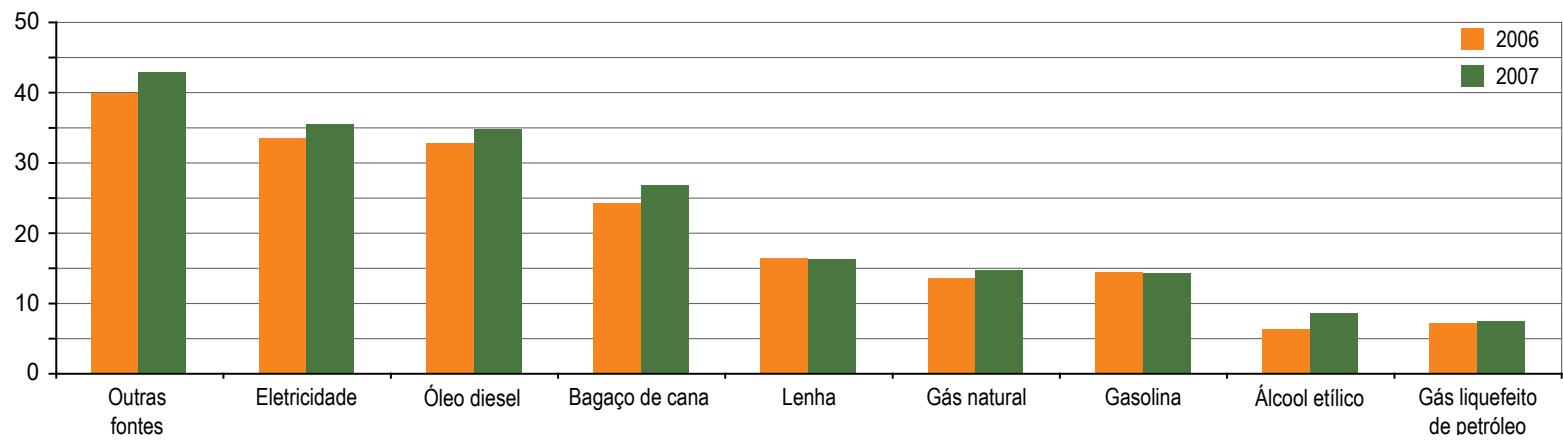
**Tabela 2.3 - Consumo final energético por fonte (10<sup>3</sup> tep)**

| Fonte                      | 2006          | 2007          | Variação %   |
|----------------------------|---------------|---------------|--------------|
| Eletricidade               | 33.536        | 35.443        | 5,7%         |
| Óleo diesel                | 32.816        | 34.836        | 6,2%         |
| Bagaço de cana             | <b>24.208</b> | <b>26.745</b> | <b>10,5%</b> |
| Lenha                      | 16.414        | 16.310        | -0,6%        |
| Gás natural                | 13.625        | 14.731        | 8,1%         |
| Gasolina*                  | 14.494        | 14.342        | -1,0%        |
| Álcool etílico             | <b>6.395</b>  | <b>8.612</b>  | <b>34,7%</b> |
| Gás liquefeito de petróleo | 7.199         | 7.433         | 3,2%         |
| Outras fontes**            | 39.887        | 42.957        | 7,7%         |

\* Inclui apenas gasolina A (automotiva).

\*\* Inclui lixívia, óleo combustível, gás de refinaria, coque de carvão mineral e carvão vegetal, entre outros.

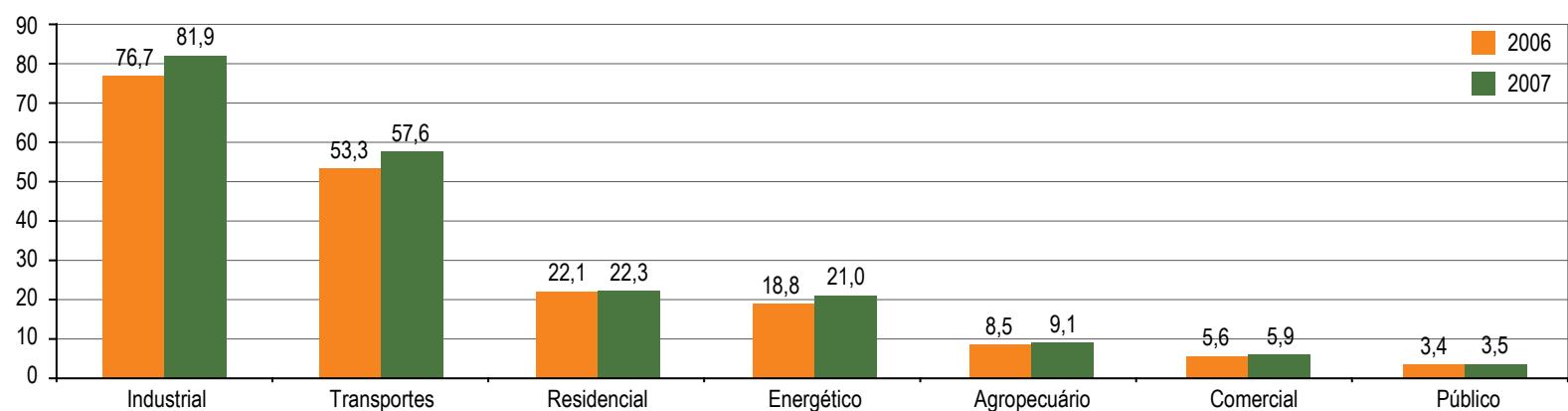
Fonte: MME, 2008 (Adaptado do BEN 2008).

**Gráfico 2.4 - Consumo final energético por fonte (Mtep) nos anos de 2006 e 2007.**

Fonte: MME, 2008 (Adaptado do BEN 2008).

Em 2007, o setor industrial continuou a ser o maior consumidor, imediatamente seguido por transportes e residências, como pode ser observado no Gráfico 2.5 abaixo. Movido pelo incremento no nível de atividade econômica, este setor registrou um aumento de

6,7% no volume absorvido. Só foi superado pelo setor energético (que agrupa os centros de transformação e/ou processos de extração e transporte interno de produtos energéticos, na sua forma final), com variação de 11,8% e por transportes (8,2%).

**Gráfico 2.5 - Consumo final energético por setor (Mtep) nos anos de 2006 e 2007.**

Fonte: MME, 2008 (Adaptado do BEN 2008).

## Energia elétrica

A energia elétrica foi a modalidade mais consumida no país em 2007, considerando que os derivados de petróleo, em vez de somados, são desmembrados em óleo diesel, gasolina e GLP, como ocorre no BEN 2008. O volume absorvido, 35,443 milhões de tep, correspondeu a uma participação de 17,6% no volume total e a um aumento de 5,7% sobre o ano anterior. Com este desempenho, a tendência à expansão contínua e acentuada, iniciada em 2003, manteve-se inalterada. Em função do racionamento de 2001 – e das correspondentes

práticas de eficiência energética adotadas, como utilização de lâmpadas econômicas no setor residencial –, em 2002 o consumo de energia elétrica verificado no país, de 321.551 GWh, segundo série histórica constante do BEN 2008, estava em níveis próximos aos verificados entre 1999 e 2000. A partir desse ano, porém, ingressou em ritmo acelerado de crescimento – 6,5% em 2003; 5,2% em 2004; 4,2% em 2005 e 3,9% em 2006 – o que provocou, inclusive, preocupações com relação à capacidade de a oferta acompanhar esta evolução, conforme Tabela 2.4 a seguir.

**Tabela 2.4 - Evolução do consumo final energético por fonte (10<sup>3</sup> tep)**

| Identificação                  | 1997           | 1998           | 1999           | 2000           | 2001           | 2002           | 2003           | 2004           | 2005           | 2006           | 2007           |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Gás natural                    | 4.196          | 4.305          | 4.893          | 6.384          | 7.552          | 9.202          | 10.184         | 11.448         | 12.663         | 13.625         | 14.731         |
| Carvão mineral                 | 2.101          | 2.084          | 2.525          | 2.841          | 2.759          | 3.016          | 3.294          | 3.594          | 3.519          | 3.496          | 3.743          |
| Lenha                          | 12.919         | 13.296         | 13.500         | 13.627         | 13.699         | 14.390         | 15.218         | 15.752         | 16.119         | 16.414         | 16.310         |
| Bagaço de cana                 | 16.674         | 16.684         | 16.687         | 13.381         | 15.676         | 17.495         | 19.355         | 20.273         | 21.147         | 24.208         | 26.745         |
| Lixívia                        | 1.946          | 2.069          | 2.246          | 2.291          | 2.280          | 2.456          | 2.976          | 3.144          | 3.342          | 3.598          | 3.842          |
| Outras recuperações            | 436            | 460            | 641            | 709            | 775            | 804            | 904            | 874            | 907            | 709            | 761            |
| Gás de coqueria                | 1.382          | 1.320          | 1.155          | 1.247          | 1.219          | 1.178          | 1.259          | 1.342          | 1.328          | 1.289          | 1.387          |
| Coque de carvão mineral        | 6.695          | 6.538          | 5.829          | 6.506          | 6.327          | 6.673          | 6.688          | 6.817          | 6.420          | 6.137          | 6.716          |
| Eletricidade                   | 25.333         | 26.394         | 27.144         | 28.509         | 26.626         | 27.642         | 29.430         | 30.955         | 32.267         | 33.536         | 35.443         |
| Carvão vegetal                 | 4.379          | 3.986          | 4.401          | 4.814          | 4.409          | 4.609          | 5.432          | 6.353          | 6.248          | 6.085          | 6.247          |
| Álcool etílico                 | 6.910          | 6.783          | 6.798          | 5.820          | 5.377          | 5.776          | 5.794          | 6.445          | 6.963          | 6.395          | 8.612          |
| Outras secundárias - alcatrão  | 97             | 58             | 78             | 77             | 75             | 78             | 38             | 50             | 37             | 48             | 56             |
| Subtotal derivados de petróleo | 69.157         | 71.303         | 70.918         | 71.450         | 71.869         | 71.210         | 69.049         | 71.177         | 71.726         | 72.706         | 76.449         |
| Óleo diesel                    | 27.569         | 28.541         | 29.084         | 29.505         | 30.619         | 31.694         | 30.885         | 32.657         | 32.382         | 32.816         | 34.836         |
| Óleo combustível               | 12.301         | 11.997         | 10.544         | 9.500          | 8.469          | 8.239          | 7.223          | 6.513          | 6.574          | 6.126          | 6.498          |
| Gasolina                       | 14.215         | 14.834         | 13.828         | 13.319         | 13.051         | 12.468         | 13.162         | 13.607         | 13.638         | 14.494         | 14.342         |
| Gás liquefeito de petróleo     | 7.116          | 7.335          | 7.661          | 7.844          | 7.742          | 7.402          | 6.996          | 7.182          | 7.121          | 7.199          | 7.433          |
| Nafta                          | 4              | 4              | 4              | 4              | 4              | 4              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |
| Querosene                      | 2.931          | 3.202          | 2.988          | 3.180          | 3.286          | 3.161          | 2.221          | 2.369          | 2.578          | 2.401          | 2.632          |
| Gás canalizado                 | 108            | 111            | 94             | 85             | 35             | 26             | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |
| Outras secundárias de petróleo | 4.914          | 5.279          | 6.715          | 8.014          | 8.664          | 8.216          | 8.562          | 8.848          | 9.433          | 9.670          | 10.709         |
| <b>Total</b>                   | <b>152.226</b> | <b>155.280</b> | <b>156.815</b> | <b>157.657</b> | <b>158.643</b> | <b>164.530</b> | <b>169.622</b> | <b>178.221</b> | <b>182.687</b> | <b>188.245</b> | <b>201.043</b> |

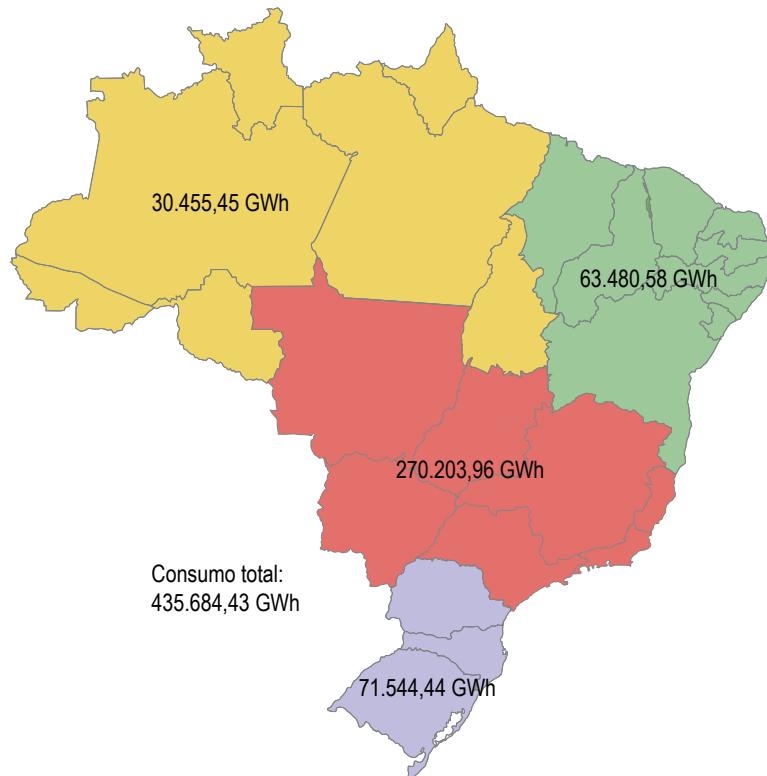
Fonte: MME, 2008.

As diferenças regionais, principalmente relacionadas ao ritmo de atividade econômica – que, em alguns casos, provoca fluxos migratórios – e à disponibilidade da oferta de eletricidade também interferiram nos volumes de energia elétrica absorvidos no país. Assim, embora a região Sudeste/Centro-Oeste, mais industrializada e com atividade agropecuária bastante ativa, continue a liderar o ranking dos consumidores, nas demais regiões a evolução do consumo tem sido bem mais acentuada. A Figura 2.2 na página seguinte mostra o consumo de energia elétrica por região em 2007.

É possível constatar, pela série histórica produzida pelo ONS, que de 1988 a 2007 o volume absorvido pela região Sudeste/Centro-Oeste aumentou 83,71%. Na região Norte, porém, a variação foi de 184,51%, no Nordeste, de 130,79% e, no Sul, 128,53%.

O caso da região Norte ilustra como a oferta local é um elemento importante no impulso ao consumo. Segundo a EPE, a absorção de energia na região foi incrementada a partir dos anos 70, em função de dois fatos marcantes: a criação da Zona Franca de Manaus e a entrada em operação da usina hidrelétrica Tucuruí, no Rio Tocantins, em fins de 1985, o que favoreceu a instalação de indústrias de alumínio na região. Em 1970, essa região consumiu 466 GWh (gigawatts-hora). Em 1990, 12.589 GWh. Em 2007, 30.455 GWh.

Já o caso do Nordeste é ilustrativo do impacto da geração de renda no consumo de energia elétrica. Em maio de 2008, a EPE detectou que, pela primeira vez, o volume de energia elétrica requerido pelas residências dessa região (que abriga 28% da população nacional) ultrapassou o da região Sul (15% da população nacional).



**Figura 2.2 - Consumo de energia elétrica por região em 2007.**

Fonte: ONS, 2008.

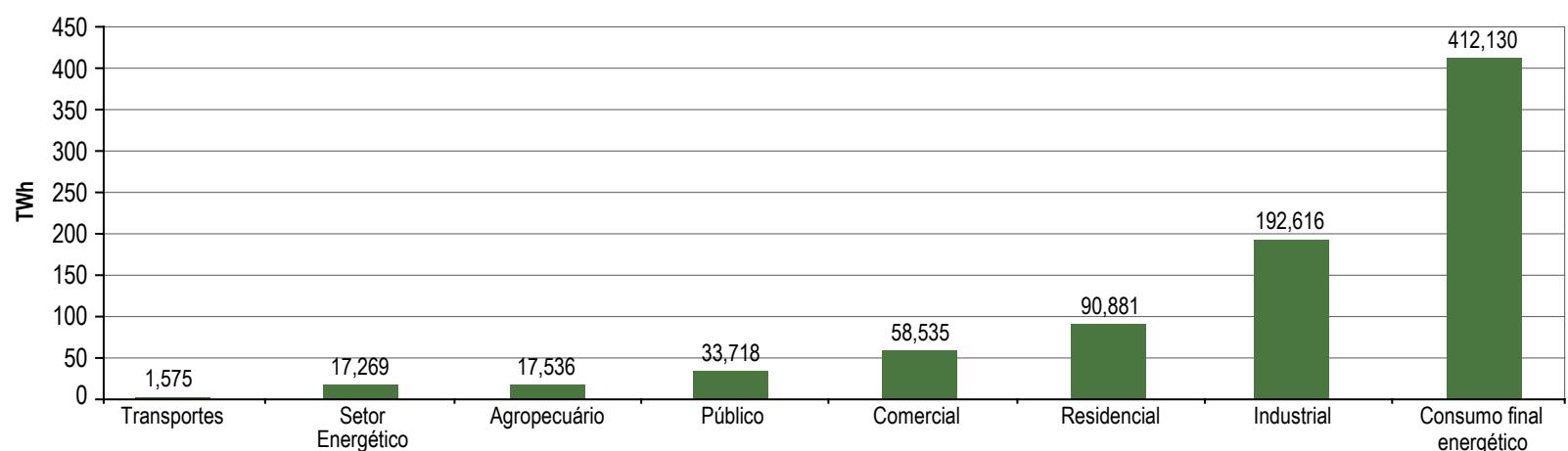
Nos 12 meses concluídos em maio de 2008, o consumo residencial de eletricidade no Nordeste atingiu 15,4 mil GWh, enquanto na região Sul ficou em 15 mil GWh. A diferença, embora pequena, indica uma tendência consistente, que começou a se configurar no final do ano de 2007. Segundo a EPE, está alicerçada tanto na expansão do consumo médio por domicílios, em função do aumento de renda e de programas sociais de transferência de recursos do Governo Federal (em especial o Bolsa Família) quanto na

evolução do número de domicílios atendidos, em função do Programa Luz para Todos, também do Governo Federal.

Por setores, o industrial, como ocorre tradicionalmente, continuou a liderar o ranking dos maiores consumidores de energia elétrica, com a aplicação de 192.616 GWh em 2007. Este setor se caracteriza, também, por ser o principal abrigo de uma tendência que tem evoluído nos últimos anos: a autoprodução de energia, ou investimentos realizados por consumidores de grande porte em usinas geradoras para suprimento próprio e venda do excedente em mercado. Conforme série histórica constante do BEN 2008, em 1992 essa atividade foi responsável pelo consumo de 13.020 GWh. Em 2007, por 47.138 GWh. Em 15 anos, a variação acumulada foi, portanto, de 262%.

A linha divisória dessa expansão concentra-se nos últimos cinco anos da década de 90, quando os investidores foram estimulados pela constituição do mercado livre de energia elétrica (ver capítulo 1), no qual poderiam negociar os excedentes – ou eletricidade produzida, mas não consumida. Em 1995, a quantidade produzida foi de 14.923 GWh, volume 14,6% superior ao de 1992. Em 1998, ano de constituição do mercado livre, atingia 20.583 GWh, volume 37,9% superior ao de 1995.

Outro setor que se destaca pelo volume absorvido aliado ao acentuado crescimento é o residencial. Em 2007, ele absorveu 90.881 GWh, quantidade muito inferior à registrada pela indústria, mas, ainda assim, o segundo maior do país. No setor comercial o consumo foi de 58.535 GWh, no público, de 33.718 GWh, agropecuário, 17.536 GWh, e transportes, 1.575 GWh, como mostra o Gráfico 2.6 abaixo. Nos últimos anos, o setor também tem se caracterizado pela acentuada variação dos volumes consumidos.



**Gráfico 2.6 - Consumo de energia elétrica por setor no Brasil em 2007.**

Fonte: BEN, 2008.

Este comportamento foi mais visível a partir de 2003, o que leva muitos analistas a interpretarem o fenômeno como o abandono gradual, pela população em geral, das práticas de consumo eficiente de eletricidade, adotadas durante o racionamento. Em 2000, o consumo foi de 83.613 GWh. Em 2001 e 2002 recuou para, respectivamente, 73.770 GWh e 72.740 GWh. Em 2003, porém, deu um salto de 4,7%, atingindo 76.143 GWh. No acumulado dos cinco anos que vão de 2002 a 2007, portanto, o consumo de energia elétrica pelo setor residencial aumentou 25%.

Também contribuíram para esse comportamento o aumento do número de unidades consumidoras formalmente ligadas

à rede elétrica. Este fenômeno foi proporcionado tanto pelos programas de regularização de ligações clandestinas, desenvolvidos individualmente pelas distribuidoras, quanto pelas novas ligações realizadas pelo Programa Luz para Todos, do Governo Federal, coordenado pela Eletrobrás. Nos quatro anos de vigência, o programa realizou um total de 1,6 milhão de ligações, beneficiando 7,8 milhões de pessoas, segundo dados do Ministério de Minas e Energia, divulgados em maio de 2008 pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Como pode ser observado na Tabela 2.5 abaixo, a maior parte das ligações foi realizada na regiões Nordeste e Sudeste.

**Tabela 2.5 - Estimativa do número de novos consumidores ligados à rede elétrica pelo Programa Luz Para Todos, nas grandes regiões - Brasil, 2004-2008**

| Regiões         | Pessoas beneficiadas | Número de ligações realizadas |               |
|-----------------|----------------------|-------------------------------|---------------|
| Norte           | 1.200.000            | 244.300                       | 15,5%         |
| <b>Nordeste</b> | <b>3.800.000</b>     | <b>772.800</b>                | <b>49,0%</b>  |
| Sudeste         | 1.600.000            | 322.200                       | 20,4%         |
| Sul             | 650.000              | 129.500                       | 8,2%          |
| Centro-Oeste    | 550.000              | 108.900                       | 6,9%          |
| <b>Total</b>    | <b>7.800.000</b>     | <b>1.577.700</b>              | <b>100,0%</b> |

Fonte: MME, 2008 (Valores acumulados até maio de 2008).

## REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) – disponível em [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)
- BP Global – disponível em [www.bp.com](http://www.bp.com)
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE) – disponível em [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) – disponível em [ipeadata.gov.br](http://ipeadata.gov.br)

- International Energy Agency (IEA) – disponível em [www.iea.org](http://www.iea.org)
- Ministério de Minas e Energia (MME) – disponível em [www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br)
- Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) – disponível em [www.ons.org.br](http://www.ons.org.br)

# Parte II

## *Fontes renováveis*

3

# *Energia Hidráulica*

### Box 3

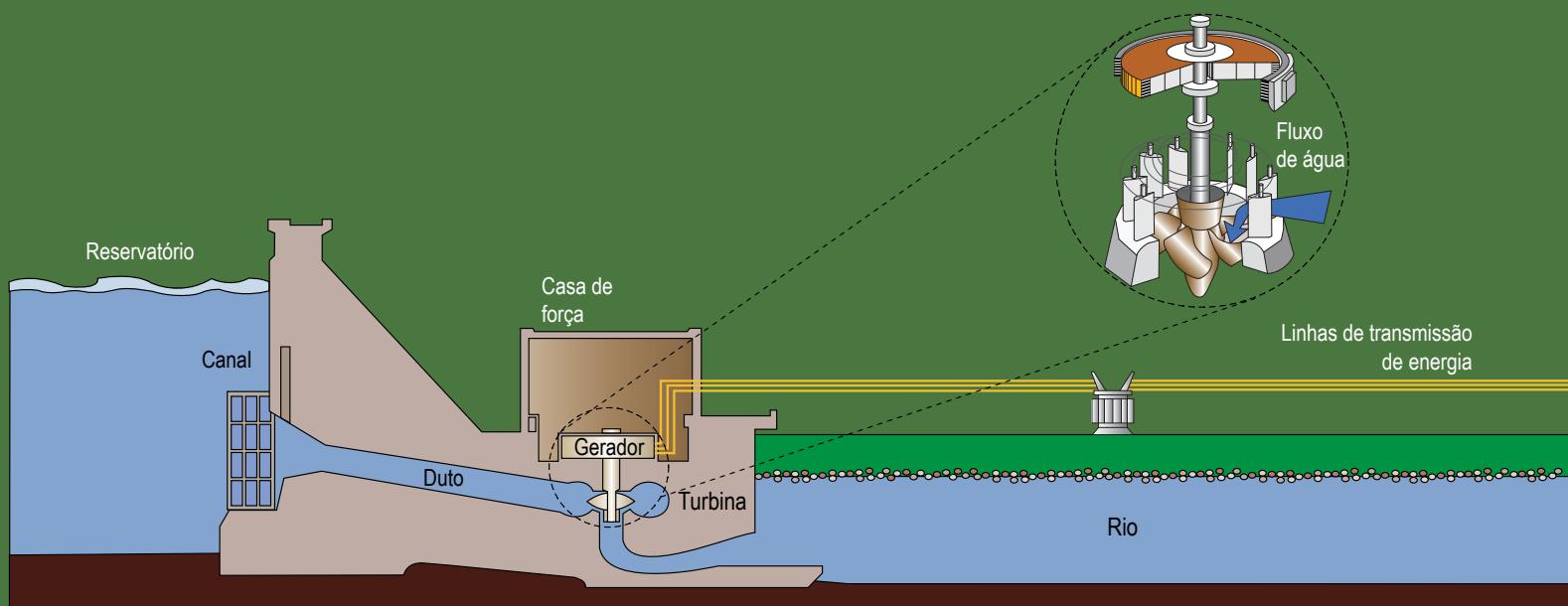
## O caminho da água na produção de eletricidade

Para produzir a energia hidrelétrica é necessário integrar a vazão do rio, a quantidade de água disponível em determinado período de tempo e os desniveis do relevo, sejam eles naturais, como as quedas d'água, ou criados artificialmente.

Já a estrutura da usina é composta, basicamente, por barragem, sistema de captação e adução de água, casa de força e vertedouro, que funcionam em conjunto e de maneira integrada. A barragem tem por objetivo interromper o curso normal do rio e permitir a formação do reservatório. Além de "estocar" a água, esses reservatórios têm outras funções: permitem a formação do desnível necessário para a configuração da energia hidráulica, a captação da água em volume adequado e a regularização da vazão dos rios em períodos de chuva ou estiagem. Algumas usinas hidroelétricas são chamadas "a fio d'água", ou seja, próximas à superfície e utilizam turbinas que aproveitam a velocidade do rio para gerar energia. Essas usinas fio d'água reduzem as áreas de alagamento e não formam reservatórios para estocar a água ou seja, a ausência de reservatório diminui a capacidade de armazenamento de água, única maneira de poupar energia elétrica para os períodos de seca. Os sistemas de captação e adução são formados por túneis, canais ou

condutos metálicos que têm a função de levar a água até a casa de força. É nesta instalação que estão as turbinas, formadas por uma série de pás ligadas a um eixo conectado ao gerador. Durante o seu movimento giratório, as turbinas convertem a energia cinética (do movimento da água) em energia elétrica por meio dos geradores que produzirão a eletricidade. Depois de passar pela turbina, a água é restituída ao leito natural do rio pelo canal de fuga. Os principais tipos de turbinas hidráulicas são: Pelton, Kaplan, Francis e Bulbo. Cada turbina é adaptada para funcionar em usinas com determinada faixa de altura de queda e vazão. A turbina tipo Bulbo é usada nas usinas fio d'água por ser indicada para baixas quedas e altas vazões, não exigindo grandes reservatórios.

Por último, há o vertedouro. Sua função é permitir a saída da água sempre que os níveis do reservatório ultrapassam os limites recomendados. Uma das razões para a sua abertura é o excesso de vazão ou de chuva. Outra é a existência de água em quantidade maior que a necessária para o armazenamento ou a geração de energia. Em períodos de chuva, o processo de abertura de vertedouros busca evitar encheres na região de entorno da usina.



Perfil esquemático de usina hidrelétrica

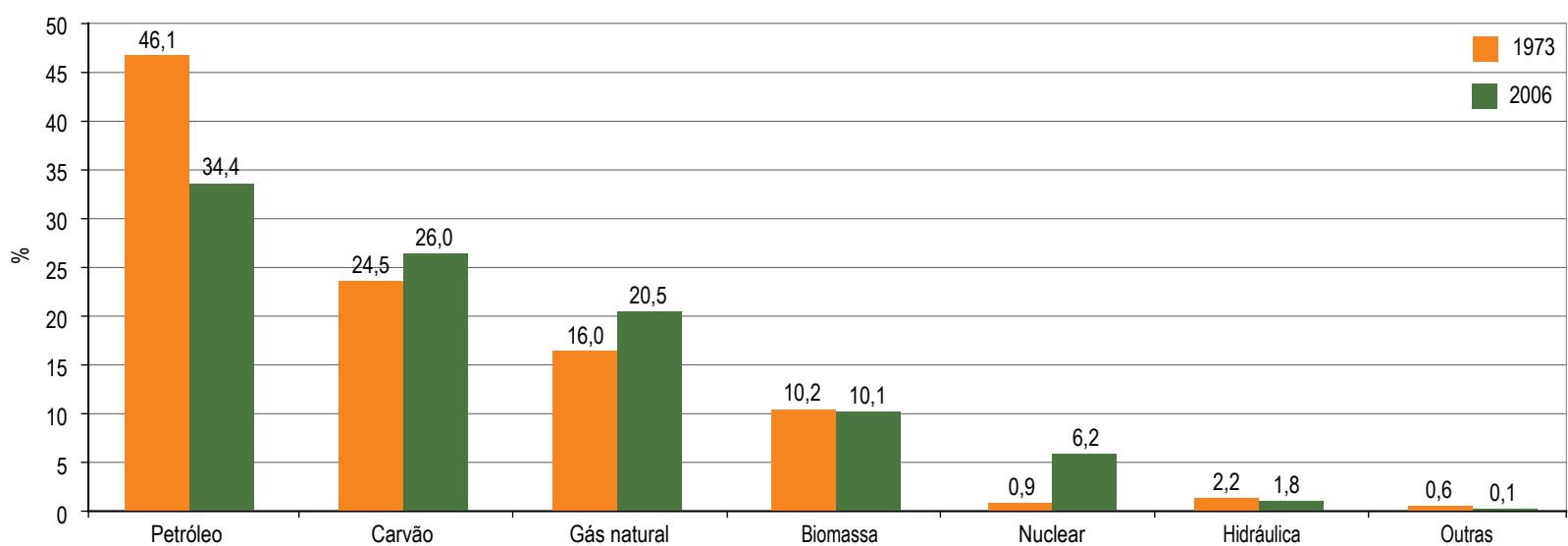
# 3

# *Energia Hidráulica*

## 3.1 INFORMAÇÕES GERAIS

A água é o recurso natural mais abundante na Terra: com um volume estimado de 1,36 bilhão de quilômetros cúbicos ( $\text{km}^3$ ) recobre 2/3 da superfície do planeta sob a forma de oceanos, calotas polares, rios e lagos. Além disso, pode ser encontrada em aquíferos subterrâneos, como o Guarani, no Sudeste brasileiro. A água também é uma das poucas fontes para produção de energia que não contribui para o aquecimento global – o principal problema ambiental da atualidade. E, ainda, é renovável: pelos efeitos da energia solar e da força da gravidade, de líquido transforma-se em vapor que se condensa em nuvens, que retornam à superfície terrestre sob a forma de chuva.

Mesmo assim, a participação da água na matriz energética mundial é pouco expressiva e, na matriz da energia elétrica, decrescente. Segundo o último relatório Key World Energy Statistics, da International Energy Agency (IEA), publicado em 2008, entre 1973 e 2006 a participação da força das águas na produção total de energia passou, conforme o Gráfico 3.1 abaixo, de 2,2% para apenas 1,8%. No mesmo período, como mostra a seguir o Gráfico 3.2, a posição na matriz da energia elétrica sofreu recuo acentuado: de 21% para 16%, inferior à do carvão e à do gás natural, ambos combustíveis fósseis não-renováveis, cuja combustão é caracterizada pela liberação de gases na atmosfera e



**Gráfico 3.1 - Matriz energética nos anos de 1973 e 2006.**

Fonte: IEA, 2008.

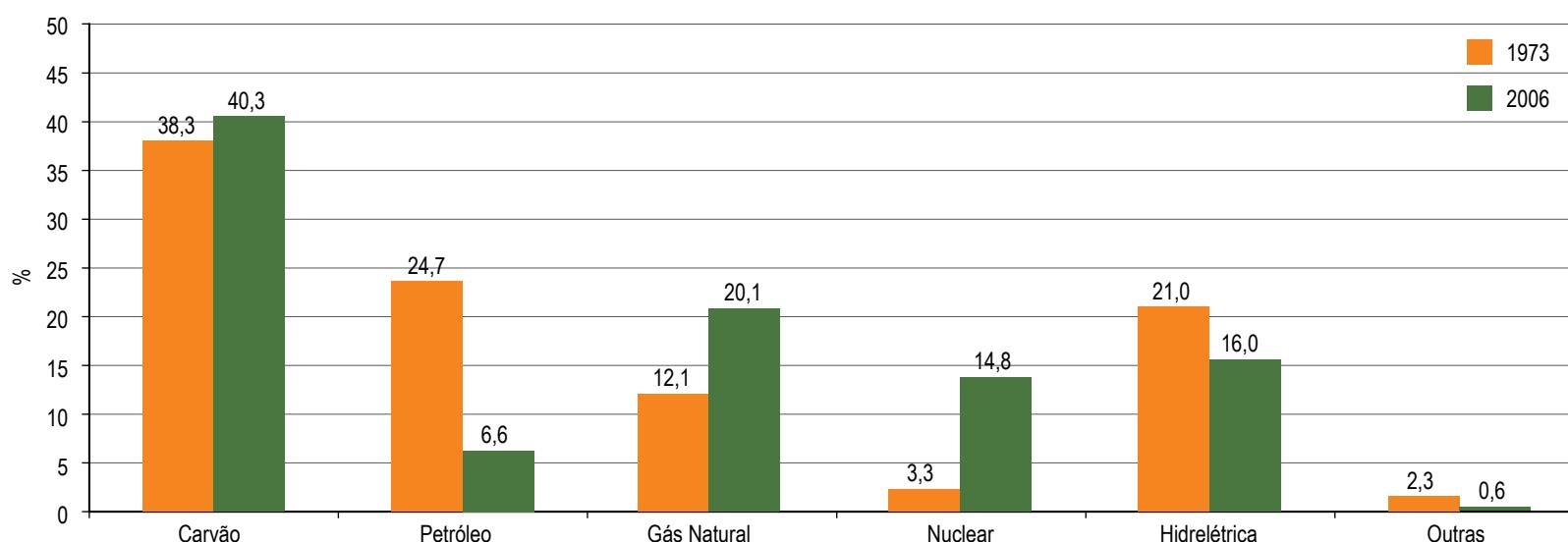


Gráfico 3.2 - Geração de energia elétrica no mundo por tipo de combustível nos anos de 1973 e 2006.

Fonte: IEA, 2008.

sujeitos a um possível esgotamento das reservas no médio e longo prazos. Vários elementos explicam esse aparente paradoxo. Um deles relaciona-se às características de distribuição da água na superfície terrestre. Do volume total, a quase totalidade está nos oceanos e, embora pesquisas estejam sendo realizadas, a força das marés não é utilizada em escala comercial para a produção de energia elétrica (para detalhamento, ver capítulo 5). Da água doce restante, apenas aquela que flui por aproveitamentos com acentuados desniveis e/ou grande vazão pode ser utilizada nas usinas hidrelétricas – características necessárias para a produção da energia mecânica que move as turbinas das usinas.

Além disso, embora desde a Antiguidade a energia hidráulica tenha sido usada para gerar energia mecânica – nas instalações de moagem de grãos, por exemplo – no século XX passou a ser aplicada, quase integralmente, como matéria-prima da eletricidade. Assim, a participação na produção total da energia final, que também inclui a energia mecânica e térmica, fica comprometida. Já a redução da participação na matriz da energia elétrica tem a ver com o esgotamento das reservas.

Nos últimos 30 anos, também de acordo com levantamentos da IEA, a oferta de energia hidrelétrica aumentou em apenas dois locais do mundo: Ásia, em particular na China, e América Latina, em função do Brasil, país em que a hidreletricidade responde pela maior parte da produção da energia elétrica. Nesse mesmo período, os países desenvolvidos já haviam explorado todos os seus potenciais, o que fez com que o volume

produzido registrasse evolução inferior ao de outras fontes, como gás natural e as usinas nucleares. De acordo com o estudo sobre hidreletricidade do Plano Nacional de Energia 2030, elaborado pela EPE, são notáveis as taxas de aproveitamento da França, Alemanha, Japão, Noruega, Estados Unidos e Suécia, em contraste com as baixas taxas observadas em países da África, Ásia e América do Sul. No Brasil o aproveitamento do potencial hidráulico é da ordem de 30%.

Mesmo nessas últimas regiões, a expansão não ocorreu na velocidade prevista. Entre outros fatores, o andamento de alguns empreendimentos foi afetado pela pressão de caráter ambiental contra as usinas hidrelétricas de grande porte. O principal argumento contrário à construção das hidrelétricas é o impacto provocado sobre o modo de vida da população, flora e fauna locais, pela formação de grandes lagos ou reservatórios, aumento do nível dos rios ou alterações em seu curso após o represamento.

Apesar das pressões, a China mantém inalterado o cronograma da construção de Três Gargantas – que deverá ser a maior hidrelétrica do mundo, quando for concluída em 2009. Três Gargantas terá capacidade instalada de 18.200 MW (megawatts), ao superar a binacional Itaipu, no Brasil, com 14 mil MW. No Brasil, as usinas de Jirau e Santo Antônio, no rio Madeira (região Norte), são pilares da expansão da oferta de energia elétrica prevista para o período 2006-2015. No entanto, dificuldades na obtenção do licenciamento ambiental e mudança no eixo da barragem podem provocar o atraso na construção de Jirau.

## O que é a energia hidrelétrica

A energia hidrelétrica é gerada pelo aproveitamento do fluxo das águas em uma usina na qual as obras civis – que envolvem tanto a construção quanto o desvio do rio e a formação do reservatório – são tão ou mais importantes que os equipamentos instalados. Por isso, ao contrário do que ocorre com as usinas termelétricas (cujas instalações são mais simples), para a construção de uma hidrelétrica é imprescindível a contratação da chamada indústria da construção pesada.

A primeira hidrelétrica do mundo foi construída no final do século XIX – quando o carvão era o principal combustível e as pesquisas sobre petróleo ainda engatinhavam – junto às quedas d’água das Cataratas do Niágara. Até então, a energia hidráulica da região tinha sido utilizada apenas para a produção de energia mecânica. Na mesma época, e ainda no reinado de D. Pedro II, o Brasil construiu a primeira hidrelétrica, no município de Diamantina, utilizando as águas do Ribeirão do Inferno, afluente do rio Jequitinhonha, com 0,5 MW (megawatt) de potência e linha de transmissão de dois quilômetros.

Em pouco mais de 100 anos, a potência instalada das unidades aumentou significativamente – chegando a 14 mil MW, como é o caso da binacional Itaipu, construída em parceria por Brasil e Paraguai e hoje a maior hidrelétrica em operação do mundo. Mas, o princípio básico de funcionamento para produção e transmissão da energia (para detalhes, ver Box 3) se mantém inalterado. O que evoluiu foram as tecnologias que permitem a obtenção de maior eficiência e confiabilidade do sistema.

As principais variáveis utilizadas na classificação de uma usina hidrelétrica são: altura da queda d’água, vazão, capacidade ou potência instalada, tipo de turbina empregada, localização, tipo de barragem e reservatório. Todos são fatores interdependentes. Assim, a altura da queda d’água e a vazão dependem do local de construção e determinarão qual será a capacidade instalada - que, por sua vez, determina o tipo de turbina, barragem e reservatório.

Existem dois tipos de reservatórios: acumulação e fio d’água. Os primeiros, geralmente localizados na cabeceira dos rios, em locais de altas quedas d’água, dado o seu grande porte permitem o acúmulo de grande quantidade de água e funcionam como estoques a serem utilizados em períodos de estiagem. Além disso, como estão localizados a montante das demais hidrelétricas, regulam a vazão da água que irá fluir para elas, de forma a



**Usina hidrelétrica de Marimbondo.**

Fonte: Banco de imagens de Furnas.

permitir a operação integrada do conjunto de usinas. As unidades a fio d’água geram energia com o fluxo de água do rio, ou seja, pela vazão com mínimo ou nenhum acúmulo do recurso hídrico.

A queda d’água, no geral, é definida como de alta, baixa ou média altura. O Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas (Cerpch, da Universidade Federal de Itajubá – Unifei) considera baixa queda uma altura de até 15 metros e alta queda, superior a 150 metros. Mas não há consenso com relação a essas medidas.

A potência instalada determina se a usina é de grande ou médio porte ou uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH). A Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) adota três classificações: Centrais Geradoras Hidrelétricas (com até 1 MW de potência instalada), Pequenas Centrais Hidrelétricas (entre 1,1 MW e 30 MW de potência instalada) e Usina Hidrelétrica de Energia (UHE, com mais de 30 MW).

O porte da usina também determina as dimensões da rede de transmissão que será necessária para levar a energia até o centro de consumo (ver Capítulo 1). Quanto maior a usina, mais distante ela tende a estar dos grandes centros. Assim, exige a construção de grandes linhas de transmissão em tensões alta e extra-alta (de 230 quilovolts a 750 quilovolts) que, muitas vezes, atravessam o território de vários Estados. Já as PCHs e CGHs, instaladas junto a pequenas quedas d’água, no geral abastecem

pequenos centros consumidores – inclusive unidades industriais e comerciais – e não necessitam de instalações tão sofisticadas para o transporte da energia.

No Brasil, de acordo com o Banco de Informações da Geração (BIG) da Aneel, em novembro de 2008, existem em operação 227 CGHs, com potência total de 120 MW; 320 PCHs (2,4 mil MW de potência instalada) e 159 UHE com uma capacidade total instalada de 74,632 mil MW. Em novembro de 2008, as usinas hidrelétricas, independentemente de seu porte, respondem, portanto, por 75,68% da potência total instalada no país, de 102,262 mil MW, como mostra a Tabela 3.1 abaixo.

No passado, o parque hidrelétrico chegou a representar 90% da capacidade instalada. Esta redução tem três razões. Primeira, a necessidade da diversificação da matriz elétrica prevista no planejamento do setor elétrico de forma a aumentar a segurança do abastecimento. Segunda, a dificuldade em ofertar novos empreendimentos hidráulicos pela ausência da oferta de estudos e inventários. A terceira, o aumento de entraves jurídicos que protelam o licenciamento ambiental de usinas de fonte hídrica e provocam o aumento constante da contratação em leilões de energia de usinas de fonte térmica, a maioria que queimam derivados de petróleo ou carvão.

**Tabela 3.1 - Empreendimentos em operação em novembro de 2008**

| Tipo         | Quantidade   | Potência outorgada (kW) | Potência fiscalizada (kW) | %            |
|--------------|--------------|-------------------------|---------------------------|--------------|
| CGH          | 227          | 120.009                 | 146.922                   | 0,11         |
| EOL          | 17           | 272.650                 | 289.150                   | 0,26         |
| PCH          | 320          | 2.399.598               | 2.381.419                 | 2,29         |
| SOL          | 1            | 20                      | 20                        | 0            |
| UHE          | 159          | 74.632.627              | 74.851.831                | 71,20        |
| UTE          | 1.042        | 25.383.920              | 22.585.522                | 24,22        |
| UTN          | 2            | 2.007.000               | 2.007.000                 | 1,92         |
| <b>Total</b> | <b>1.768</b> | <b>104.815.824</b>      | <b>102.261.864</b>        | <b>100,0</b> |

Fonte: Aneel, 2008.

### 3.2 POTENCIAIS, PRODUÇÃO E CONSUMO NO MUNDO

Ser favorecido por recursos naturais que se transformam em fontes de produção de energia é estratégico para qualquer país. Entre outros fatores, porque reduz a dependência do suprimento externo e, em consequência, aumenta a segurança quanto ao abastecimento de um serviço vital ao desenvolvimento econômico e social. No caso dos potenciais hídricos, a esses argumentos favoráveis, somam-se outros dois: o baixo custo do suprimento na comparação com outras fontes (carvão, petróleo, urânio e gás natural, por exemplo) e o fato de a operação das usinas hidrelétricas não provocar a emissão de gases causadores do efeito estufa. A energia hidrelétrica é classificada como limpa no mercado internacional.

De acordo com o estudo Statistical Review of World Energy, publicado em junho de 2008 pela BP Global (Beyond Petroleum, nova denominação da British Petroleum) o maior

consumidor mundial de energia hidrelétrica em 2007 era a Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCED), que congrega as nações mais desenvolvidas do mundo: 1,306 mil TWh, respondendo por 41,7% do consumo total. Como mostra a Tabela 3.2 a seguir, por país, os maiores consumidores mundiais foram China (482,9 TWh, volume 10,8% superior ao do ano anterior e correspondente a 15,4% no ranking mundial), Brasil (371,5 TWh, aumento de 6,5% sobre 2006 e 11,9% do total) e Canadá (368,2 TWh sobre 2006).

De certa forma, a IEA, com dados de 2006, corrobora essa relação. Segundo a Agência, os dez países mais dependentes da hidreletricidade em 2006 eram, pela ordem: Noruega, Brasil, Venezuela, Canadá, Suécia, Rússia, Índia, República Popular da China, Japão e Estados Unidos. Com pequenas variações com relação à posição no ranking, eles também figuram na relação

**Tabela 3.2 - Maiores consumidores de energia hidrelétrica (2006 e 2007) em TWh**

| País              | 2006  | 2007  | Variação | Participação |
|-------------------|-------|-------|----------|--------------|
| 1º China          | 435,8 | 482,9 | 10,8%    | 15,4%        |
| 2º Brasil         | 348,8 | 371,5 | 6,5%     | 11,9%        |
| 3º Canadá         | 355,4 | 368,2 | 3,6%     | 11,7%        |
| 4º Estados Unidos | 292,2 | 250,8 | -14,2%   | 8,0%         |
| 5º Rússia         | 175,2 | 179,0 | 2,2%     | 5,7%         |
| 6º Noruega        | 119,8 | 135,3 | 12,9%    | 4,3%         |
| 7º Índia          | 112,4 | 122,4 | 8,9%     | 3,9%         |
| 8º Venezuela      | 82,3  | 83,9  | 1,9%     | 2,7%         |
| 9º Japão          | 96,5  | 83,6  | -13,4%   | 2,7%         |
| 10º Suécia        | 61,7  | 66,2  | 7,3%-    | 2,1%         |

Fonte: BP, 2008.

de maiores produtores: República Popular da China, Canadá, Brasil, Estados Unidos, Rússia, Noruega, Índia, Japão, Venezuela e Suécia. Abaixo, a Tabela 3.3 mostra a dependência dos países com relação à hidreletricidade.

A inclusão, nessa relação, de países em desenvolvimento, como Brasil, Rússia, Índia e China decorre dos investimentos em hidreletricidade realizados nos últimos 30 anos com intensidade muito maior que no passado. Ainda

conforme a IEA, em 1973, a Ásia (sem considerar a China) respondeu por 4,3% da produção total de energia hidrelétrica, de 1.295 TWh (terawatts-hora) no ano. Em 2006, essa participação quase dobrou, ao atingir 7,8% de um total de 3.121 TWh. Na China, a evolução foi de 2,9% para 14%. Na América Latina, o comportamento se repete com maior intensidade: um salto de 7,2% para 21%, estimulado principalmente pelos investimentos realizados no Brasil, conforme o Gráfico 3.3 na página a seguir.

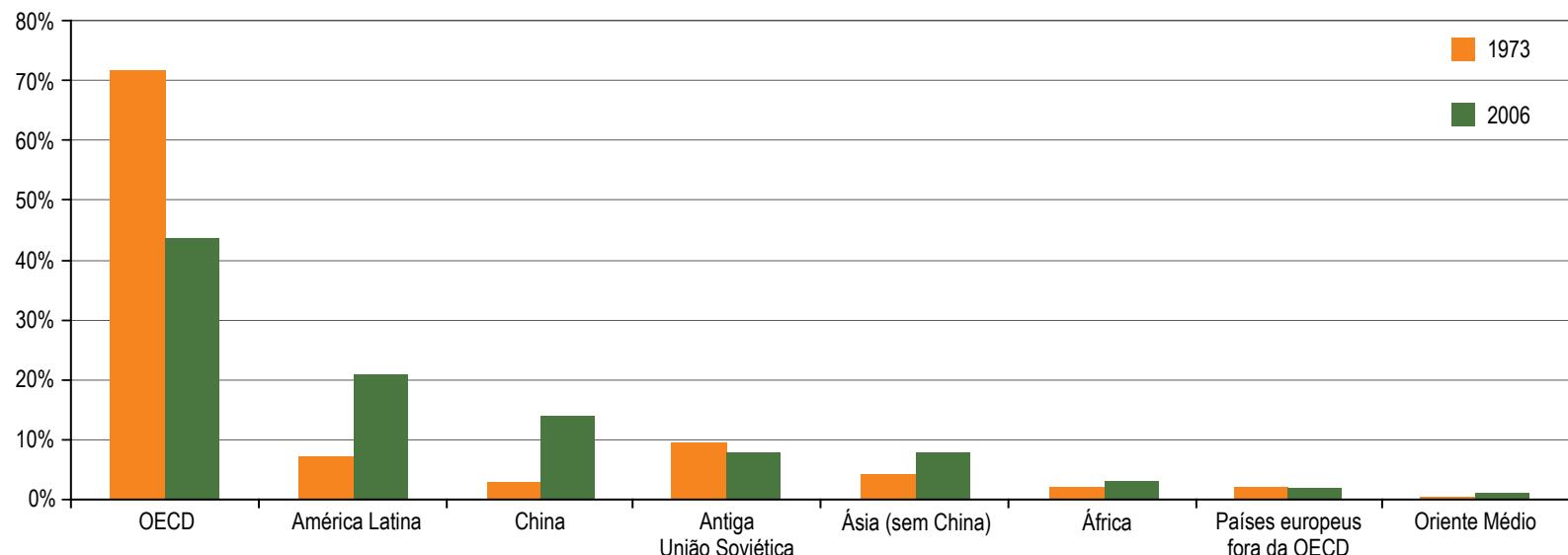
**Tabela 3.3 - Participação da hidreletricidade na produção total de energia elétrica em 2006**

| País               | %    |
|--------------------|------|
| 1º Noruega         | 98,5 |
| 2º Brasil          | 83,2 |
| 3º Venezuela       | 72,0 |
| 4º Canadá          | 58,0 |
| 5º Suécia          | 43,1 |
| 6º Rússia          | 17,6 |
| 7º Índia           | 15,3 |
| 8º China           | 15,2 |
| 9º Japão           | 8,7  |
| 10º Estados Unidos | 7,4  |
| Outros países      | 14,3 |
| Mundo              | 16,4 |

Fonte: IEA, 2008.

**Hidrelétrica de Itaipu.**

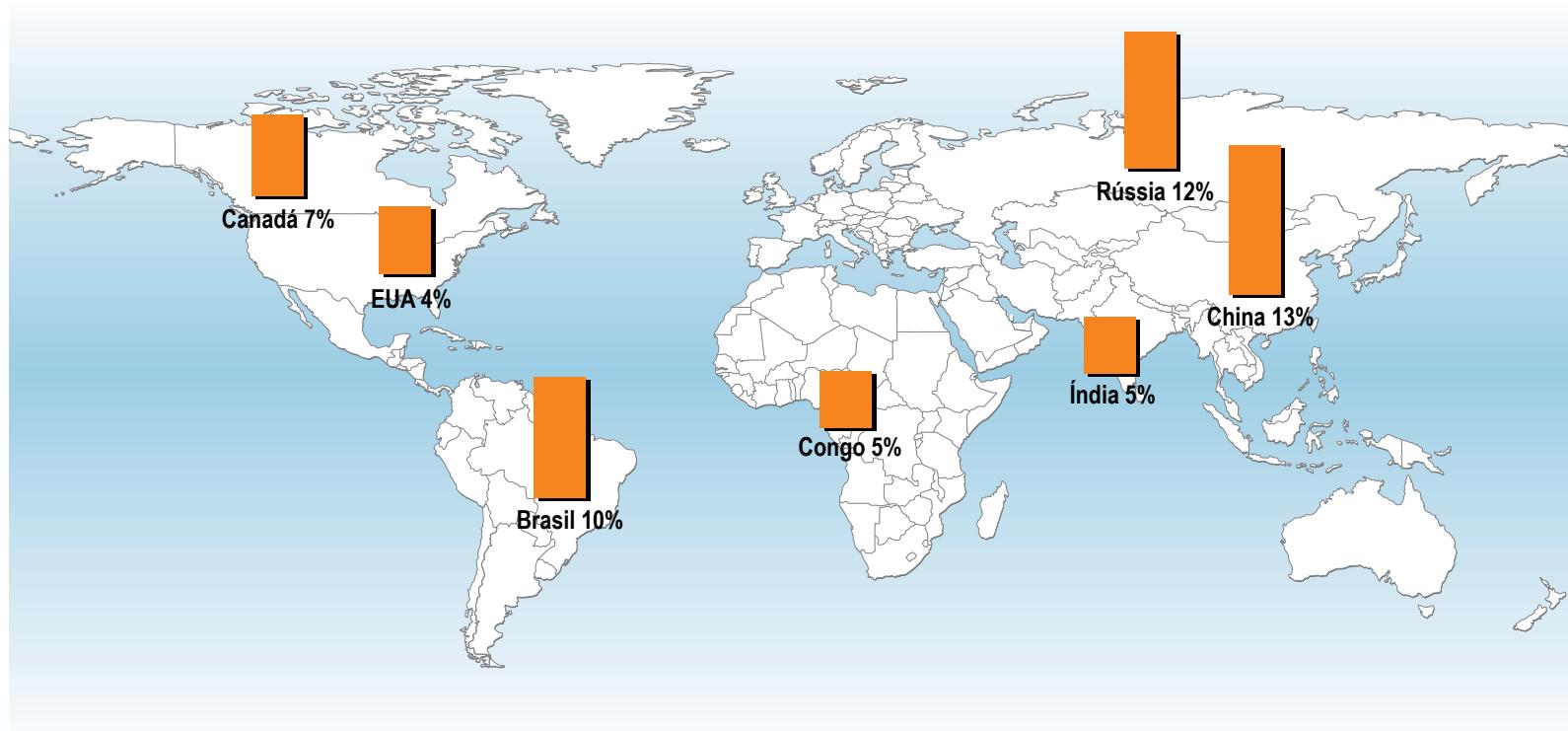
Fonte: Banco de imagens de Itaipu.

**Gráfico 3.3 - Participação relativa da hidreletricidade no mundo.**

Fonte: IEA, 2008.

Segundo informa o Plano Nacional de Energia 2030 com base em dados de 2004, a China é o país que mais investe em energia hidrelétrica. Além de Três Gargantas, naquele ano mantinha em construção um total de 50 mil MW de potência, para dobrar a capacidade instalada no país. Como pode ser observado no Figura 3.1 abaixo, a China tem, também, um dos

maiores potenciais tecnicamente aproveitáveis de energia hidráulica no mundo. Outras regiões com grandes potenciais são América do Norte, antiga União Soviética, Índia e Brasil. Ainda de acordo com o estudo, na Índia também há grande expansão das hidrelétricas: em 2004 estavam em construção 10 mil MW, com 28 mil MW planejados para o médio prazo.

**Figura 3.1 - Principais potenciais hidrelétricos tecnicamente aproveitáveis no mundo.**

Fonte: EPE, 2007.

### 3.3 POTENCIAIS E GERAÇÃO HIDRELÉTRICA NO BRASIL

Em 2007, segundo os resultados preliminares do Balanço Energético Nacional (BEN), elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética, a energia de fonte hidráulica (ou hidrelétricidade) respondeu por 14,7% da matriz energética brasileira, sendo superada por derivados da cana-de-açúcar (16,0%) e petróleo e derivados (36,7%). Na oferta interna de energia elétrica, que totalizou 482,6 TWh (aumento de 4,9% em relação a 2006), a energia de fonte hidráulica produzida no país representou 85,6%, constituindo-se, de longe, na maior produtora de eletricidade do país.

Além disso, em todo o mundo, o Brasil é o país com maior potencial hidrelétrico: um total de 260 mil MW, segundo o Plano 2015 da Eletrobrás, último inventário produzido no país em 1992. Destes, pouco mais de 30% se transformaram em usinas construídas ou outorgadas. De acordo com o Plano Nacional de Energia 2030, o potencial a aproveitar é de cerca

de 126.000 MW. Desse total, mais de 70% estão nas bacias do Amazonas e do Tocantins/Araguaia, conforme mostra o Mapa 3.1 na página a seguir.

A concentração das duas regiões não se relaciona apenas com a topografia do país. Tem a ver, também, com a forma como o parque hidrelétrico se desenvolveu. A primeira hidrelétrica de maior porte começou a ser construída no Nordeste (Paulo Afonso I, com potência de 180 MW), pela Companhia Hidrelétrica do S. Francisco (Chesf, estatal constituída em 1948). As demais, erguidas ao longo dos 60 anos seguintes, concentraram-se nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste (com o aproveitamento integral do rio São Francisco), como mostra a Tabela 3.4 abaixo. No Norte foram construídas Tucuruí, no Pará, e Balbina, no Amazonas. Mas apenas nos anos 90 a região começou a ser explorada com maior intensidade, com a construção da Usina Serra da Mesa (GO), no rio Tocantins.

**Tabela 3.4 - As dez maiores usinas em operação, região e potência**

| Nome   | Potência (kW) | Região   |
|--|---------------|----------|
| Tucuruí I e II                                       | 8370000       | Norte    |
| Itaipú (parte brasileira)                            | 6300000       | Sul      |
| Ilha Solteira  | 3444000       | Sudeste  |
| Xingó  | 3162000       | Nordeste |
| Paulo Afonso IV                                      | 2462400       | Nordeste |
| Itumbiara  | 2082000       | Sudeste  |
| São Simão  | 1710000       | Sudeste  |
| Governador Bento Munhoz da Rocha Neto (Foz do Areia) | 1676000       | Sudeste  |
| Jupiá (Engº Souza Dias)                              | 1551200       | Sudeste  |
| Porto Primavera (Engº Sérgio Motta)                  | 1540000       | Sudeste  |

Fonte: Aneel, 2008.

Assim, em 2008, a maioria das grandes centrais hidrelétricas brasileiras localiza-se nas bacias do São Francisco e, principalmente, do Paraná, particularmente nas sub-bacias do Paranaíba, Grande e Iguaçu, apesar da existência de unidades importantes na região Norte. Os potenciais da região Sul, Sudeste e Nordeste já estão, portanto, quase integralmente explorados. O Mapa 3.2 logo a seguir mostra as regiões do país classificadas de acordo com o nível de utilização de seus aproveitamentos.

O estudo sobre energia hidrelétrica constante do PNE 2030 relaciona o potencial de aproveitamento ainda existente em cada uma das bacias hidrográficas do país. A bacia do rio Amazonas é a maior, com um potencial de 106 mil MW, superior à potência já instalada no Brasil, em 2008, de 102 mil MW. Nesse ano, existem em operação nesta bacia apenas cinco Unidades Hidrelétricas de Energia (UHE): Balbina (AM), Samuel (RO), Coaracy Nunes (AP), Curuá-Una (PA) e Guaporé (MT).

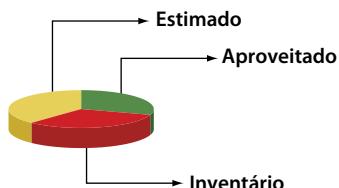


**Convenções Cartográficas**

- Capital Federal
- Capitais
- Divisão Estadual

**Potencial total (MW)**

- Até 1.200
- 1.201 a 6.000
- 6.001 a 18.000
- acima de 18.000



Fonte: EPE, 2008.

ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL - 3<sup>a</sup> EDIÇÃO

Escala Gráfica: 0 250 500 km

**MAPA 3.1 - Potencial Hidrelétrico por Bacia Hidrográfica - 2008**

Observações: 1- potencial aproveitado inclui usinas existentes em dezembro de 2005 e os aproveitamentos em construção ou com concessão outorgada; 2- inventário nesta tabela indica o nível mínimo de estudo do qual foi objeto o potencial; 3- valores consideram apenas 50% da potência de aproveitamentos binacionais; 4- Foi retirado o potencial das usinas exclusivamente de ponta.



**Convenções Cartográficas**

- Capital Federal
- Capitais
- Divisão Estadual

**Potência Instalada por Estado (kW)**

- |                        |
|------------------------|
| 0 a 1.000.000          |
| 1.000.001 a 5.000.000  |
| 5.000.001 a 10.000.000 |
| acima de 10.000.001    |

**Potência (kW)**

- Até 100.000
- 100.001 a 1.000.000
- 1.000.001 a 4.000.000
- acima de 4.000.001

Fonte: Aneel, 2008.

ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL - 3<sup>a</sup> EDIÇÃO

Escala Gráfica: 0 250 500 km

**MAPA 3.2 - Potência Instalada por Estado em 2008**

A bacia do Tocantins/Araguaia possui potencial de 28.000 MW, dos quais quase 12.200 MW já estão aproveitados pelas UHEs Serra da Mesa e Tucuruí. Do potencial a ser aproveitado 90%, porém, sofrem alguma restrição ambiental.

É na bacia do Amazonas, no rio Madeira, que estão localizadas as principais usinas planejadas para os próximos anos e incluídas no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do Governo Federal. Ambas são classificadas como projetos estruturantes, considerados como iniciativas que proporcionam expansão da infra-estrutura – no caso, a oferta de energia elétrica - no médio e longo prazo e, ao mesmo tempo, demonstram capacidade para estimular o desenvolvimento econômico, tecnológico e social. Por isso, mobilizam governo, centros de pesquisa, universidades e iniciativa privada. Uma dessas usinas é Santo Antônio, licitada em 2007, com capacidade instalada de 3.150 MW. A outra é Jirau, licitada em 2008, com 3.300 MW de potência. Ambas constam do Banco de Informações de Geração da Aneel que, em novembro de 2008, além das PCHs e CGHs, registra 15 usinas hidrelétricas já outorgadas, mas cuja construção ainda não havia sido iniciada.

Outra bacia importante é a Tapajós. Em 2008, a Aneel estuda viabilidade de três aproveitamentos no rio Teles Pires – todos de caráter estruturante – que somam 3.027 MW. Além desses, um estudo encaminhado pela Eletrobrás à Aneel prevê a construção de cinco usinas com capacidade total de 10.682 MW no próprio Tapajós. Outra é a bacia do rio Xingu, para a qual está prevista a construção da Usina de Belo Monte, que, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), deverá entrar em obras até o fim da década, com potência instalada de 5.500 MW. Em fase de construção em novembro de 2008, o BIG relaciona 21 empreendimentos. Destes, os maiores, novamente, podem ser observados na região Norte. Entre eles destaca-se a usina de Estreito, com 1.087 MW de potência no rio Tocantins, e Foz do Chapecó, com 855 MW, no rio Uruguai, região Sul do país. No total, tanto as UHEs apenas outorgadas quanto aquelas já em construção deverão agregar 13.371 MW à potência instalada do país.

### 3.4 SUSTENTABILIDADE E INVESTIMENTOS SOCIOAMBIENTAIS

O setor elétrico brasileiro possui uma matriz energética bem mais “limpa”, com forte participação de fontes renováveis já que o parque instalado é concentrado em usinas hidrelétricas que



**Casa de força - Usina hidrelétrica de Corumbá.**

Fonte: Acervo TDA.



**Usina hidrelétrica de Tucuruí.**

Fonte: Eletronorte.

não se caracterizam pela emissão de gases causadores do efeito estufa (GEE). Mais de 70% das emissões de GEE do país estão relacionadas ao desmatamento e às queimadas. Tanto que a maior contribuição ao Plano Nacional de Mudanças Climáticas tende a ser a intensificação de projetos de eficiência energética – que, ao proporcionar a redução do consumo, diminuem a necessidade de novas usinas.

Os maiores entraves à expansão hidrelétrica do país são de natureza ambiental e judicial. No final de 2007 e início de 2008 uma polêmica ocorreu entre os formadores de opinião quando veio a público que a maior parte das obras estava atrasada em função da dificuldade para obtenção do licenciamento ambiental provocada por questionamentos na justiça, ações e liminares. Os opositores argumentam que as construções, principalmente na região da Amazônia, provocam impacto na vida da população, na flora e fauna locais, por interferirem no traçado natural e no volume de água dos rios. Entretanto, é necessário construir novas usinas -com impacto socioambiental mínimo - para produzir a energia suficiente para o crescimento econômico e ampliação da oferta de empregos.

Por conta das dificuldades de aceitação existentes nas comunidades e da pressão de grupos organizados – particularmente Organizações Não-Governamentais (ONGs) ambientalistas – os empreendedores têm alocado recursos para projetos de mitigação do impacto, tanto de caráter ambiental quanto social. Desenvolver os projetos de maneira sustentável – buscando os resultados econômicos e,

simultaneamente, compensando os impactos socioambientais provocados pelas usinas – tem sido uma tendência na construção das hidrelétricas. Ao contrário do que aconteceu nos anos 50 e 70, é crescente o número de empreendimentos que procura desenvolver uma relação mais integrada e de longo prazo com as comunidades afetadas.

Mas, o entendimento entre as partes é dificultado também por indefinições de caráter legal. Apenas como exemplo, uma dessas indefinições relacionava-se, no segundo semestre de 2008, ao uso das terras indígenas para os aproveitamentos energéticos. Outra, ao tratamento a ser dado aos potenciais hidrelétricos e as respectivas linhas de transmissão frente à proposta do Plano Nacional de Áreas Protegidas, em elaboração no segundo semestre de 2008, que pretendia transformar, por lei, 64% do território do país em área de preservação ambiental.

## REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) – disponível em [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)
- BP Global – disponível em [www.bp.com](http://www.bp.com)
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE) – disponível em [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)
- International Energy Agency (IEA) – disponível em [www.iea.org](http://www.iea.org)





# Parte II

*Fontes renováveis*

4

**Biomassa**

#### **Box 4**

## **A produção de energia elétrica a partir da biomassa**

Existem várias rotas tecnológicas para obtenção da energia elétrica a partir da biomassa. Todas prevêem a conversão da matéria-prima em um produto intermediário que será utilizado em uma máquina motriz. Essa máquina produzirá a energia mecânica que acionará o gerador de energia elétrica.

De uma maneira geral, todas as rotas tecnológicas, também, são aplicadas em processos de co-geração – produção de dois ou mais energéticos a partir de um único processo para geração de energia - tradicionalmente utilizada por setores industriais. Nos últimos anos, transformou-se também em um dos principais estímulos aos investimentos na produção de energia a partir da cana-de-açúcar por parte das usinas de açúcar e álcool.

As principais rotas tecnológicas são analisadas no estudo sobre biomassa constante do Plano Nacional de Energia 2030 e resumidas a seguir:

**Ciclo a vapor com turbinas de contrapressão:** É empregado de forma integrada a processos produtivos por meio da co-geração. Nele, a biomassa é queimada diretamente em caldeiras e a energia térmica resultante é utilizada na produção do vapor. Este vapor pode acionar as turbinas usadas no trabalho mecânico requerido nas unidades de produção e as turbinas para geração de energia elétrica. Além disso, o vapor que seria liberado na atmosfera após a realização desses processos pode ser encaminhado para o atendimento das necessidades térmicas do processo de produção. Este processo está maduro do ponto de vista comercial e é o mais disseminado atualmente. O Brasil conta, inclusive, com diversos produtores nacionais da maior parte dos equipamentos necessários.

**Ciclo a vapor com turbinas de condensação e extração:** Consiste na condensação total ou parcial do vapor ao final da realização do trabalho na turbina para atendimento às atividades mecânicas ou térmicas do processo produtivo. Esta energia a ser condensada, quando inserida em um processo de co-geração, é retirada em um ponto intermediário da

expansão do vapor que irá movimentar as turbinas. A diferença fundamental desta rota em relação à contrapressão é a existência de um condensador na exaustão da turbina e de níveis determinados para aquecimento da água que alimentará a caldeira. A primeira característica proporciona maior flexibilidade da geração termelétrica (que deixa de ser condicionada ao consumo de vapor de processo). A segunda proporciona aumento na eficiência global da geração de energia. Este sistema, portanto, permite a obtenção de maior volume de energia elétrica. No entanto, sua instalação exige investimentos muito superiores aos necessários para implantação do sistema simples de condensação.

**Ciclo combinado integrado à gaseificação da biomassa:** A gaseificação é a conversão de qualquer combustível líquido ou sólido, como a biomassa, em gás energético por meio da oxidação parcial em temperatura elevada. Esta conversão, realizada em gaseificadores, produz um gás combustível que pode ser utilizado em usinas térmicas movidas a gás para a produção de energia elétrica. Assim, a tecnologia de gaseificação aplicada em maior escala transforma a biomassa em importante fonte primária de centrais de geração termelétrica de elevada potência, inclusive aquelas de ciclo combinado, cuja produção é baseada na utilização do vapor e do gás, o que aumenta o rendimento das máquinas.

A tecnologia de gaseificação de combustíveis é conhecida desde o século XIX e foi bastante utilizada até os anos 30, quando os derivados de petróleo passaram a ser utilizados em grande escala e adquiridos por preços competitivos. Ela ressurgiu nos anos 80 – quando começou a ficar evidente a necessidade de contenção no consumo de petróleo – mas, no caso da biomassa, ainda não é uma tecnologia competitiva do ponto de vista comercial. Segundo o Plano Nacional de Energia 2030, a maior dificuldade para a sua aplicação não é o processo básico de gaseificação, mas a obtenção de um equipamento capaz de produzir um gás de qualidade, com confiabilidade e segurança, adaptado às condições particulares do combustível e da operação.

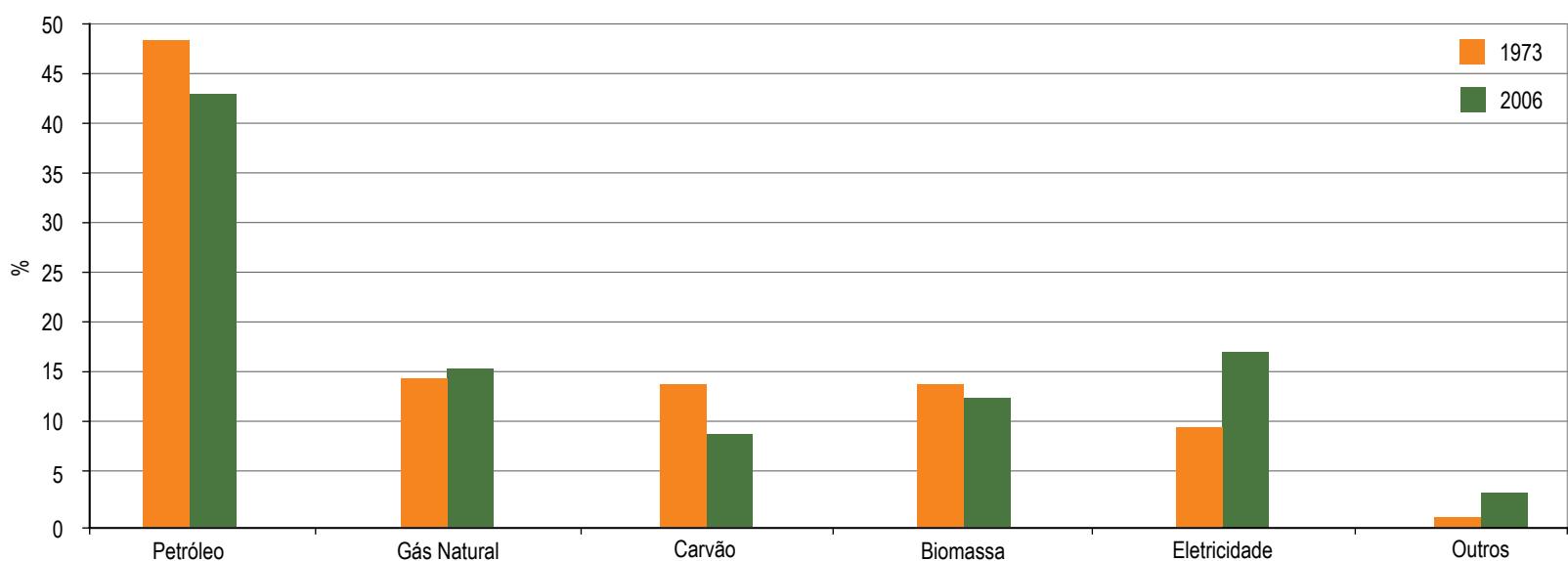
# 4

## Biomassa

### 4.1 INFORMAÇÕES GERAIS

A biomassa é uma das fontes para produção de energia com maior potencial de crescimento nos próximos anos. Tanto no mercado internacional quanto no interno, ela é considerada uma das principais alternativas para a diversificação da matriz energética e a consequente redução da dependência dos combustíveis fósseis. Dela é possível obter energia elétrica e biocombustíveis, como o biodiesel e o etanol, cujo consumo é crescente em substituição a derivados de petróleo como o óleo diesel e a gasolina.

Mas, se atualmente a biomassa é uma alternativa energética de vanguarda, historicamente tem sido pouco expressiva na matriz energética mundial. Ao contrário do que ocorre com outras fontes, como carvão, energia hidráulica ou petróleo, não tem sido contabilizada com precisão. As estimativas mais aceitas indicam que representa cerca de 13% do consumo mundial de energia primária, como mostra o Gráfico 4.1 abaixo. Um dos mais recentes e detalhados estudos publicados a este respeito no mundo, o Survey of Energy Resources 2007,



**Gráfico 4.1 - Matriz de consumo final de energia nos anos de 1973 e 2006.**

Fonte: IEA, 2008.

do World Energy Council (WEC), registra que a biomassa respondeu pela produção total de 183,4 TWh (terawatts-hora) em 2005, o que correspondeu a um pouco mais de 1% da energia elétrica produzida no mundo naquele ano.

A pequena utilização e a imprecisão na quantificação são decorrências de uma série de fatores. Um deles é a dispersão da matéria-prima – qualquer galho de árvore pode ser considerado biomassa, que é definida como matéria orgânica de origem vegetal ou animal passível de ser transformada em energia térmica ou elétrica. Outro é a pulverização do consumo, visto que ela é muito utilizada em unidades de pequeno porte, isoladas e distantes dos grandes centros. Finalmente, um

terceiro é a associação deste energético ao desflorestamento e à desertificação – um fato que ocorreu no passado mas que está bastante atenuado.

Algumas regiões obtêm grande parte da energia térmica e elétrica que consomem desta fonte, principalmente do subgrupo madeira – o mais tradicional – e dos resíduos agrícolas. A característica comum dessas regiões é a economia altamente dependente da agricultura. O estudo do WEC mostra que, em 2005, a Ásia foi o maior consumidor mundial, ao extrair da biomassa de madeira 8.393 PJ (petajoules<sup>1</sup>), dos quais 7.795 PJ foram provenientes da lenha, como mostra a Tabela 4.1 abaixo. A segunda posição foi da África, com 6.354 PJ, dos quais 5.633 PJ da lenha.

**Tabela 4.1 - Consumo de combustíveis à base de madeira em 2005 (PJ)**

| País                              | Lenha         | Carvão vegetal | Licor negro  | Total         |
|-----------------------------------|---------------|----------------|--------------|---------------|
| África                            | 5.633         | 688            | 33           | 6.354         |
| América do Norte                  | 852           | 40             | 1.284        | 2.176         |
| Países da América Latina e Caribe | 2.378         | 485            | 288          | 3.150         |
| Ásia                              | 7.795         | 135            | 463          | 8.393         |
| Europa                            | 1.173         | 14             | 644          | 1.831         |
| Oceania                           | 90            | 1              | 22           | 113           |
| <b>Total</b>                      | <b>17.921</b> | <b>1.361</b>   | <b>2.734</b> | <b>22.017</b> |

Fonte: WEC, 2007.

Ainda segundo o WEC, na geração de energia elétrica a partir da biomassa, o líder mundial foi os Estados Unidos, que em 2005 produziu 56,3 TWh (terawatts-hora), respondendo por 30,7% do total mundial. Na seqüência estão Alemanha e Brasil, ambos com 13,4 TWh no ano e participação de 7,3% na produção total.

No Brasil, em 2007, a biomassa, com participação de 31,1% na matriz energética, foi a segunda principal fonte de energia, superada apenas por petróleo e derivados. Ela ocupou a mesma posição entre as fontes de energia elétrica de origem interna, ao responder por 3,7% da oferta. Só foi superada pela hidreletricidade, que foi responsável pela produção de 77,4% da oferta total, segundo dados do Balanço Energético Nacional (BEN) de 2008.

Além disso, no mercado internacional, o Brasil se destaca como o segundo maior produtor de etanol que, obtido a partir da cana-de-açúcar, apresenta potencial energético similar e

custos muito menores que o etanol de países como Estados Unidos e regiões como a União Européia. Segundo o BEN, em 2007 a produção brasileira alcançou 8.612 mil tep (toneladas equivalentes de petróleo) em 2007 contra 6.395 mil tep em 2006, o que representa um aumento de 34,7%.

A produção de biodiesel também é crescente e, se parte dela é destinada ao suprimento interno, parte é exportada para países desenvolvidos, como os membros da União Européia. Segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), em 2007 o país produziu 402.154 metros cúbicos (m<sup>3</sup>) do combustível puro (B100), diante dos 69.002 m<sup>3</sup> de 2006 conforme mostra a Tabela 4.2 a seguir.

Desde 2004, a atividade é beneficiada pelo estímulo proveniente do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), implantado em dezembro de 2003 pelo Governo Federal. Já a expansão do etanol provém tanto da crescente

<sup>1</sup> Joule: unidade de energia, trabalho ou quantidade de calor. Um PJ equivale a 10<sup>15</sup> joules.

**Tabela 4.2 - Produção de biodiesel no Brasil (m<sup>3</sup>)**

|      |         |
|------|---------|
| 2005 | 736     |
| 2006 | 69.002  |
| 2007 | 402.154 |
| 2008 | 784.832 |

(\*) Tipo B100

Fonte: ANP, 2008.

atividade da agroindústria canavieira quanto da tecnologia e experiência adquiridas com o Pró-Álcool – programa federal lançado na década de 70, com o objetivo de estimular a substituição da gasolina pelo álcool em função da crise do petróleo, mas que foi desativado anos depois. Outro fator de estímulo foi a inclusão, no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), lançado pelo Governo Federal em 2007, de obras cujos investimentos superam R\$ 17 bilhões. No período que vai de 2007 a 2010, segundo o PAC, deverão ser investidos R\$ 13,3 bilhões na construção de mais de 100 usinas de etanol e biodiesel e outros R\$ 4,1 bilhões na construção de dois alcoolutos: um entre Senador Canedo (GO) e São Sebastião (SP) e outro entre Cuiabá (MT) e Paranaguá (PR).

### O que é a biomassa

Qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica é classificada como biomassa. De acordo com a sua origem, pode ser: florestal (madeira, principalmente), agrícola (soja, arroz e cana-de-açúcar, entre outras) e rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos, como o lixo). Os derivados obtidos dependem tanto da matéria-prima utilizada (cujo potencial energético varia de tipo para tipo) quanto da tecnologia de processamento para obtenção dos energéticos.

Nas regiões menos desenvolvidas, a biomassa mais utilizada é a de origem florestal. Além disso, os processos para a obtenção de energia se caracterizam pela baixa eficiência – ou necessidade de grande volume de matéria-prima para produção de pequenas quantidades. Uma exceção a essa regra é a utilização da biomassa florestal em processos de co-geração industrial. Do processamento da madeira no processo de extração da celulose é possível, por exemplo, extrair a lixívia negra (ou licor negro) usado como combustível em usinas de co-geração da própria indústria de celulose. A Tabela 4.3 abaixo mostra a relação das usinas de biomassa que utilizam licor negro no Brasil em novembro de 2008.

**Tabela 4.3 - Usinas de licor negro no Brasil**

| Nome                              | Estágio  | Município             | Potência (kW) |
|-----------------------------------|----------|-----------------------|---------------|
| Aracruz                           | Operação | Aracruz - ES          | 210.400       |
| Aracruz Unidade Guaíba (Riocell)  | Operação | Guaíba - RS           | 57.960        |
| Bahia Pulp (Ex-Bacell)            | Operação | Camaçari - BA         | 108.600       |
| Bahia Sul                         | Operação | Mucuri - BA           | 92.000        |
| Celucat                           | Operação | Lages - SC            | 12.500        |
| Celulose Irani                    | Operação | Vargem Bonita - SC    | 4.900         |
| Cenibra                           | Operação | Belo Oriente - MG     | 100.000       |
| Centro Tecnológico Usinaverde     | Outorga  | Rio de Janeiro - RJ   | 440           |
| Jari Celulose                     | Operação | Almeirim - PA         | 55.000        |
| Klabin                            | Operação | Telêmaco Borba - PR   | 113.250       |
| Klabin Otacílio Costa (Ex Igaras) | Operação | Otacílio Costa - SC   | 33.745        |
| Lençóis Paulista                  | Operação | Lençóis Paulista - SP | 25.700        |
| Nobrecel                          | Operação | Pindamonhangaba - SP  | 3.200         |
| VCP-MS                            | Outorga  | Três Lagoas - MS      | 175.100       |
| Veracel                           | Operação | Eunápolis - BA        | 126.600       |

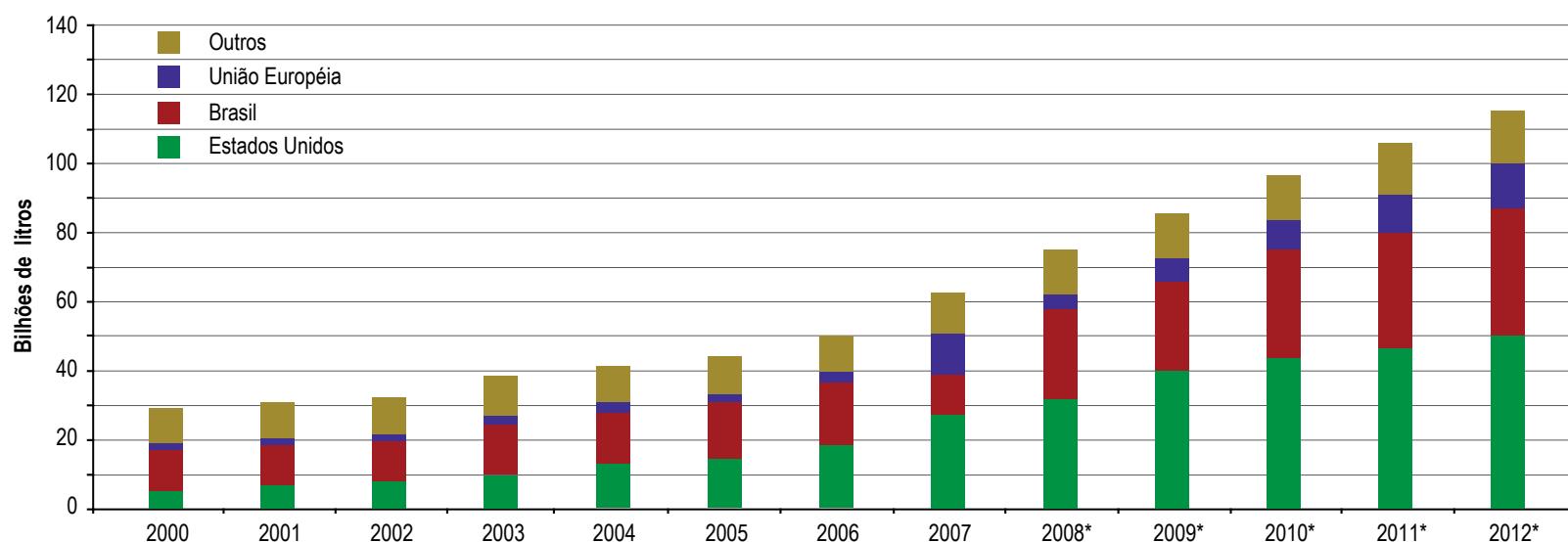
Fonte: Aneel, 2008.

Já a produção em larga escala da energia elétrica e dos bio-combustíveis está relacionada à biomassa agrícola e à utilização de tecnologias eficientes. A pré-condição para a sua produção é a existência de uma agroindústria forte e com grandes plantações, sejam elas de soja, arroz, milho ou cana-de-açúcar. A biomassa é obtida pelo processamento dos resíduos dessas culturas. Assim, do milho é possível utilizar, como matéria-prima para energéticos, sabugo, colmo, folha e palha. Da soja e arroz, os resíduos que permanecem no campo, tratados como palha. Na cana-de-açúcar, o bagaço, a palha e o vinhotto.

A geração de energia a partir da biomassa animal encontrava-se, em 2008, em fase quase experimental, com poucas usinas de

pequeno porte em operação no mundo. Por isso, em estatísticas e estudos, era tratada pela designação genérica de “Outras Fontes” (para detalhes, ver capítulo 5). Já para a biomassa de origem vegetal, o quadro era radicalmente diferente, em função da diversidade e da aceitação de seus derivados pelos consumidores.

Apenas nos automóveis tipo *flex fuel* (que utilizam tanto gasolina quanto etanol) o consumo de etanol mais que dobrou nos últimos sete anos, superando os 60 milhões de litros em 2007, como mostra o Gráfico 4.2 abaixo. Além disso, a madeira tem sido, ao longo dos anos, uma tradicional e importante matéria-prima para a produção de energia. No Brasil, respondeu por 12% do total da oferta interna de energia em 2007.



**Gráfico 4.2 - Produção mundial de etanol.**

(\* Previsão  
Fonte: Unica, 2008.

Quanto às técnicas utilizadas para transformar matéria-prima em energético, existem várias. Cada uma dá origem a determinado derivado e está em um nível diferente do ponto de vista tecnológico. Há, por exemplo, a combustão direta para obtenção de calor. Ela ocorre em fogões (cocção de alimentos), fornos (metalurgia) e caldeiras, para a geração de vapor.

Outra opção é a pirólise ou carbonização – o mais antigo e simples dos processos de conversão de um combustível sólido (normalmente lenha) em outro de melhor qualidade e conteúdo energético (carvão). Este processo consiste no aquecimento do material original entre 300 °C e 500 °C, na “quase ausência” de ar, até a extração do material volátil. O principal

produto final é o carvão vegetal, mas a pirólise também dá origem ao alcatrão e ao ácido piro-lenhoso. O carvão vegetal tem densidade energética duas vezes superior à do material de origem e queima em temperaturas muito mais elevadas. Na gaseificação, por meio de reações termoquímicas que envolvem vapor quente e oxigênio, é possível transformar o combustível sólido em gás (mistura de monóxido de carbono, hidrogênio, metano, dióxido de carbono e nitrogênio). Este gás pode ser utilizado em motores de combustão interna e em turbinas para geração de eletricidade. Além disso, é possível dele remover os componentes químicos que prejudicam o meio ambiente e a saúde humana – o que transforma a gaseificação em um processo limpo.

Um processo bastante utilizado no tratamento de dejetos orgânicos é a digestão anaeróbica que consiste na decomposição do material pela ação de bactérias e ocorre na ausência do ar. O produto final é o biogás, composto basicamente de metano ( $\text{CH}_4$ ) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Já na agroindústria, o mais comum é a fermentação, pela qual os açúcares de plantas como batata, milho, beterraba e cana-de-açúcar são convertidos em álcool pela ação de microorganismos (geralmente leveduras). O produto final é o etanol na forma de álcool hidratado e, em menor escala o álcool anidro (isto é, com menos de 1% de água). Se o primeiro é usado como combustível puro em motores de combustão interna, o segundo é misturado à gasolina (no Brasil, na proporção de 20% a 22%). O resíduo sólido do processo de fermentação pode ser utilizado em usinas termelétricas para a produção de eletricidade.

Finalmente, a transesterificação é a reação de óleos vegetais com um produto intermediário ativo obtido pela reação entre metanol ou etanol e uma base (hidróxido de sódio ou de potássio). Os derivados são a glicerina e o biodiesel. Atualmente, o biodiesel é produzido no Brasil a partir da palma e babaçu (região Norte), soja, girassol e amendoim (regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste) e mamona (semi-árido nordestino), entre outras matérias-primas de origem vegetal.

## 4.2 DISPONIBILIDADE, PRODUÇÃO E CONSUMO DE BIOMASSA

A quantidade estimada de biomassa existente na Terra é da ordem de 1,8 trilhão de toneladas. Este volume, quando confrontado com o grau de eficiência das usinas em operação no mundo no ano de 2005, aponta para uma capacidade de geração de 11 mil TWh por ano no longo prazo – ou mais da metade do total de energia elétrica produzida em 2007, que foi de 19,89 mil TWh, segundo o estudo da *Estatistical Review of World Energy*, publicado em junho de 2008 pela BP Global (Beyond Petroleum, nova denominação da British Petroleum).

Dada a necessidade de escala na produção de resíduos agrícolas para a produção de biocombustíveis e energia elétrica, os maiores fornecedores potenciais da matéria-prima desses produtos são os países com agroindústria ativa e grandes dimensões de terras cultivadas ou cultiváveis. Conforme relata estudo sobre o tema inserido no Plano Nacional de Energia 2030, a melhor região do planeta para a produção da biomassa é a faixa tropical e subtropical, entre o Trópico

de Câncer e o Trópico de Capricórnio. Ainda assim, Estados Unidos e União Européia, ambos no hemisfério norte, são produtores de etanol. O primeiro a partir do milho e do trigo, da madeira e do *switchgrass* (variedade de grama). A segunda, com base principalmente na beterraba.

De qualquer maneira, a faixa tropical e subtropical do planeta abrange alguns países das Américas Central e do Sul, como o Brasil, o continente africano e Austrália. Estes últimos são caracterizados pela existência de áreas desérticas e, portanto, pouco propensas à produção agrícola. O Brasil, porém, além da grande quantidade de terra agricultável, apresenta solo e condições climáticas adequadas.

Ao contrário do que ocorre com outras fontes, não existe um ranking mundial dos maiores produtores de biomassa, apenas estatísticas sobre os principais derivados. Assim, se os Estados Unidos lideravam a produção de energia elétrica a partir da biomassa, em 2005 Alemanha era a maior produtora de biodiesel e o Brasil, o segundo maior produtor de etanol, como mostram a Tabela 4.4 abaixo e as Tabelas 4.5 e 4.6 a seguir. Nesse ano, a produção brasileira já era superada pelos Estados Unidos.

**Tabela 4.4 - Produtores de bioenergia em 2005**

| País           | TWh          | %            |
|----------------|--------------|--------------|
| Estados Unidos | 56,3         | 30,7         |
| Alemanha       | 13,4         | 7,3          |
| <b>Brasil</b>  | <b>13,4</b>  | <b>7,3</b>   |
| Japão          | 9,4          | 5,1          |
| Finlândia      | 8,9          | 4,9          |
| Reino Unido    | 8,5          | 4,7          |
| Canadá         | 8,5          | 4,6          |
| Espanha        | 7,8          | 4,3          |
| Outros países  | 57,1         | 31,1         |
| <b>Total</b>   | <b>183,3</b> | <b>100,0</b> |

Fonte: WEC, 2007.

Além disso, a biomassa não faz parte das pautas de exportação – embora alguns analistas projetem que, a médio prazo, surgirá e se consolidará um *biotrade*, ou comércio internacional de energia renovável. No entanto, nas transações entre países a comercialização dos biocombustíveis é crescente.

**Tabela 4.5 - Produtores de biodiesel (mil toneladas)**

| País                              | 2004         | 2005         | 2006         |
|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Alemanha                          | 1.035        | 1.669        | 2.681        |
| França                            | 348          | 492          | 775          |
| Itália                            | 320          | 396          | 857          |
| Malásia                           | -            | 260          | 600          |
| Estados Unidos                    | 83           | 250          | 826          |
| República Tcheca                  | 60           | 133          | 203          |
| Polônia                           | -            | 100          | 150          |
| Áustria                           | 57           | 85           | 134          |
| Eslováquia                        | 15           | 78           | 89           |
| Espanha                           | 13           | 73           | 224          |
| Dinamarca                         | 70           | 71           | 81           |
| Reino Unido                       | 9            | 51           | 445          |
| Outros países<br>(União Européia) | 6            | 36           | 430          |
| <b>Total</b>                      | <b>2.016</b> | <b>3.694</b> | <b>7.495</b> |

Fonte: WEC, 2007.

**Tabela 4.6 - Produtores de etanol (hm<sup>3</sup>)**

| País           | 2004         | 2005         | 2006         |
|----------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Brasil</b>  | <b>15,10</b> | <b>16,00</b> | <b>17,00</b> |
| Estados Unidos | 13,40        | 16,20        | 18,40        |
| China          | 3,65         | 3,80         | 3,85         |
| Índia          | 1,75         | 1,70         | 1,90         |
| França         | 0,83         | 0,91         | 0,95         |
| Rússia         | 0,75         | 0,75         | 0,75         |
| Alemanha       | 0,27         | 0,43         | 0,77         |
| África do Sul  | 0,42         | 0,39         | 0,39         |
| Espanha        | 0,30         | 0,35         | 0,46         |
| Reino Unido    | 0,40         | 0,35         | 0,28         |
| Tailândia      | 0,28         | 0,30         | 0,35         |
| Ucrânia        | 0,25         | 0,25         | 0,27         |
| Canadá         | 0,23         | 0,23         | 0,58         |
| <b>Total</b>   | <b>37,63</b> | <b>41,66</b> | <b>45,95</b> |

Fonte: WEC, 2007.

Por isso e por ser um fenômeno iniciado há poucos anos, essa comercialização exige, também, negociações bilaterais e multilaterais que têm, como foco, a regulamentação e a análise das barreiras comerciais e tarifárias já impostas, principalmente por Estados Unidos e da União Européia.

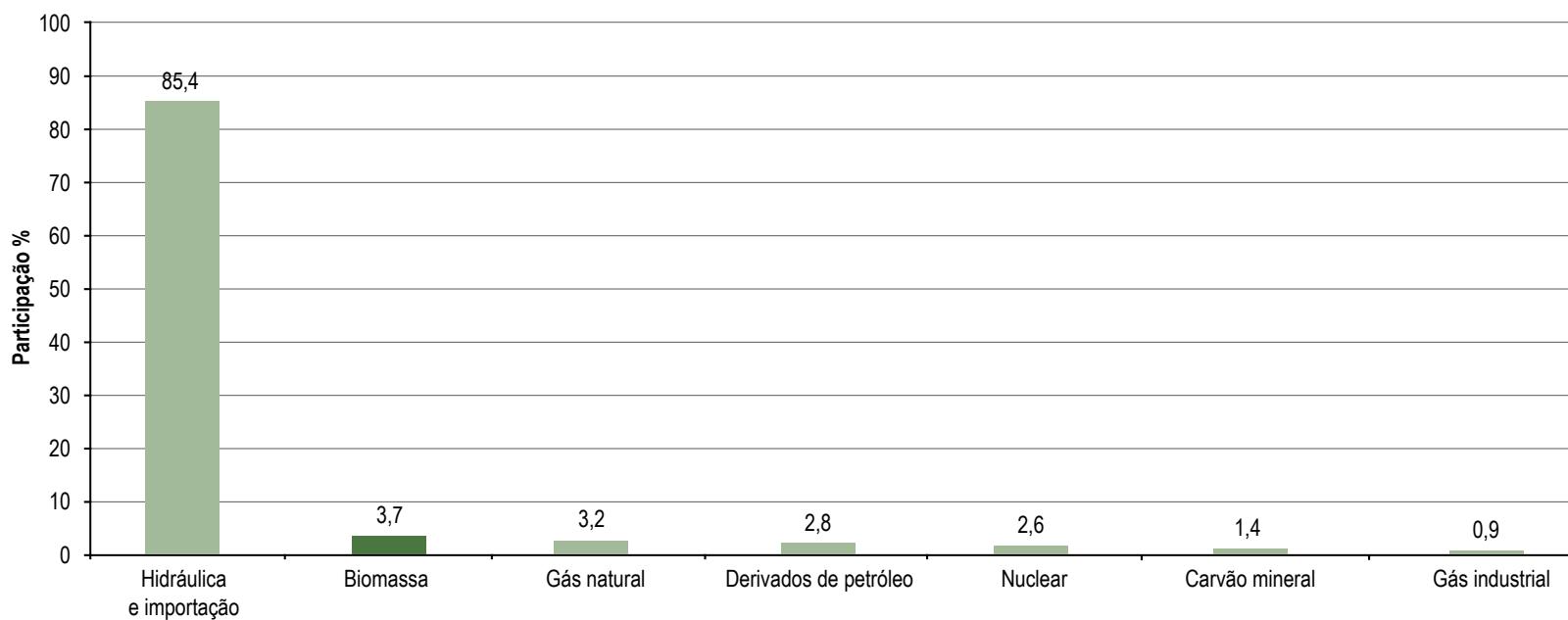
Apesar de a Alemanha ser o maior produtor mundial de biodiesel, a União Européia não tem conseguido, nos últimos anos, atingir as metas de expansão da oferta interna. Assim, transformou-se em importadora do produto proveniente de países como Brasil, Argentina, Indonésia e Malásia.

Quanto ao etanol, foi um dos focos da negociação da última Rodada de Doha, da Organização Mundial do Comércio, em julho de 2008. Uma proposta feita ao Brasil para as exportações à União Européia até 2020 foi a quota de até 1,3 milhão de toneladas por ano com tarifa de importação de 10%. Para volumes superiores a este limite, a tarifa aumentaria para 35%. O Itamaraty considerou a proposta insuficiente, uma vez que as atuais exportações para a União Européia atingem 900 milhões de toneladas por ano, apesar das tarifas de 45%. Antes da Rodada de Doha, Brasil e Estados Unidos também haviam iniciado conversações bilaterais para tentar regulamentar o comércio internacional do produto.

### 4.3 GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

A utilização da biomassa como fonte de energia elétrica tem sido crescente no Brasil, principalmente em sistemas de geração (pela qual é possível obter energia térmica e elétrica) dos setores industrial e de serviços. Em 2007, ela foi responsável pela oferta de 18 TWh (terawatts-hora), segundo o Balanço Energético Nacional (BEN) de 2008. Este volume foi 21% superior ao de 2006 e, ao corresponder a 3,7% da oferta total de energia elétrica, obteve a segunda posição na matriz da eletricidade nacional. Na relação das fontes internas, a biomassa só foi superada pela hidreletricidade, com participação de 85,4% (incluindo importação), como mostra o Gráfico 4.3 na página seguinte.

De acordo com o Banco de Informações de Geração da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), em novembro de 2008 existem 302 termelétricas movidas a biomassa no país, que correspondem a um total de 5,7 mil MW (megawatts) instalados. Do total de usinas relacionadas, 13 são abastecidas por licor negro (resíduo da celulose) com potência total de 944 MW; 27 por



**Gráfico 4.3 - Matriz de oferta de energia elétrica no Brasil em 2007.**

Fonte: MME, 2008.

madeira (232 MW); três por biogás (45 MW); quatro por casca de arroz (21 MW) e 252 por bagaço de cana (4 mil MW), conforme o Anexo. Uma das características desses empreendimentos é o pequeno porte com potência instalada de até 60 MW, o que favorece a instalação nas proximidades dos centros de consumo e suprimento (Mapa 4.1 na página seguinte).

A cana-de-açúcar é um recurso com grande potencial, dentre as fontes de biomassa, para geração de eletricidade existente no país, por meio da utilização do bagaço e da palha. A participação é importante não só para a diversificação da matriz elétrica, mas também porque a safra coincide com o período de estiagem na região Sudeste/Centro-Oeste, onde está concentrada a maior potência instalada em hidrelétricas do país. A eletricidade fornecida neste período auxilia, portanto, a preservação dos níveis dos reservatórios das UHEs.

Vários fatores contribuem para o cenário de expansão. Um deles é o volume já produzido e o potencial de aumento da produção da cana-de-açúcar, estimulada pelo consumo crescente de etanol. Em 2007, inclusive, foi a segunda principal fonte primária de energia do país: como mostra a Tabela 4.7 a seguir, os derivados da cana-de-açúcar responderam pela produção de 37,8 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep), um aumento de 14,7% em relação a 2006, diante de uma produção total de 33 milhões de tep.

De acordo com estimativas da Unica (União da Indústria de Cana-de-Açúcar de São Paulo), em 2020 a eletricidade produzida pelo setor poderá representar 15% da matriz brasileira, com a produção de 14.400 MW médios (ou produção média de MWh ao longo de um ano), considerando-se tanto o potencial energético da palha e do bagaço quanto a estimativa de produção da cana, que deverá dobrar em relação a 2008, e atingir 1 bilhão de toneladas. Segundo o Plano Nacional de Energia 2030, o maior potencial de produção de eletricidade encontra-se na região Sudeste, particularmente no Estado de São Paulo, e é estimado em 609,4 milhões de gigajoules (GJ) por ano. Na seqüência estão Paraná (65,4 milhões de GJ anuais) e Minas Gerais (63,2 milhões de GJ anuais).

A evolução da regulamentação, da legislação e dos programas oficiais também estimulam os empreendimentos. Em 2008, novas condições de acesso ao Sistema Interligado Nacional (SIN) foram definidas pela Aneel, o que abre espaço para a conexão principalmente das termelétricas localizadas em usinas de açúcar e álcool mais distantes dos centros de consumo, como o Mato Grosso.

Além disso, acordo fechado entre a Secretaria de Saneamento e Energia de São Paulo, a transmissora Isa Cteep, a Unica e a Associação Paulista de Cogeração de Energia, estabelece condições que facilitam o acesso à rede de transmissão paulista e a obtenção do licenciamento ambiental estadual. A iniciativa pode viabilizar a instalação de até 5 mil MW pelo setor sucro-alcooleiro.



Convenções Cartográficas

- Capital Federal
- Capitais
- Divisão Estadual

Potência por Estado (kW)

- |                     |
|---------------------|
| Até 50.000          |
| 50.000 a 100.000    |
| 100.000 a 200.000   |
| 200.000 a 500.000   |
| 500.000 a 2.936.726 |

Tipo de combustível

- Bagaço de Cana-de-açúcar
- Biogás
- Carvão Vegetal
- Casca de Arroz
- Licor Negro
- Resíduo de madeira

Fonte: Aneel, 2008.

ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL - 3<sup>a</sup> EDIÇÃO

Escala Gráfica: 0 250 500 km

MAPA 4.1 - Usinas de biomassa em operação em novembro de 2008.



**Tabela 4.7 - Oferta interna de energia no Brasil**

| Especificação                   | mil tep        |                | 07/06 %    | Estrutura %  |              |
|---------------------------------|----------------|----------------|------------|--------------|--------------|
|                                 | 2006           | 2007           |            | 2006         | 2007         |
| <b>Não-renovável</b>            | <b>124.464</b> | <b>129.102</b> | <b>3,7</b> | <b>55,0</b>  | <b>54,1</b>  |
| Petróleo e derivados            | 85.545         | 89.239         | 4,3        | 37,8         | 37,4         |
| Gás natural                     | 21.716         | 22.199         | 2,2        | 9,6          | 9,3          |
| Carvão mineral e derivados      | 13.537         | 14.356         | 6,1        | 6,0          | 6,0          |
| Urânio ( $U_3O_8$ ) e derivados | 3.667          | 3.309          | -9,8       | 1,6          | 1,4          |
| <b>Renovável</b>                | <b>101.880</b> | <b>109.656</b> | <b>7,6</b> | <b>45,0</b>  | <b>45,9</b>  |
| Hidráulica e eletricidade       | 33.537         | 35.505         | 5,9        | 14,8         | 14,9         |
| Lenha e carvão vegetal          | 28.589         | 28.628         | 0,1        | 12,6         | 12,0         |
| Derivados da cana-de-açúcar     | 32.999         | 37.847         | 14,7       | 14,6         | 15,9         |
| Outras renováveis               | 6.754          | 7.676          | 13,7       | 3,0          | 3,2          |
| <b>Total</b>                    | <b>226.344</b> | <b>238.758</b> | <b>5,5</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> |

Fonte: MME, 2008.

Em novembro de 2008, dos 19 empreendimentos termelétricos em construção relacionados no BIG da Aneel, cinco são movidos a biomassa e, destes, um a bagaço de cana-de-açúcar. Mas, para as 163 unidades já outorgadas, com construção ainda não iniciada, 55 serão movidas a biomassa, sendo que quase metade (30) a cana-de-açúcar. As demais serão abastecidas por madeira, carvão vegetal, licor negro, casca de arroz e biogás. A Unica prevê que, até 2012, 86 unidades sejam construídas, com investimentos de US\$ 17 bilhões. Existe, também, a possibilidade de outros 211 projetos, anunciados em 2006, serem consumados, o que elevaria o valor total do investimento previsto para US\$ 35 bilhões.

#### 4.4 SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

A biomassa pode ser considerada como uma forma indireta de energia solar. Essa energia é responsável pela fotossíntese, base dos processos biológicos que preservam a vida das plantas e produtora da energia química que se converterá em outras formas de energia ou em produtos energéticos como carvão vegetal, etanol, gases combustíveis e óleos vegetais combustíveis, entre outros. A fotossíntese permite, também, a liberação de oxigênio e a captura de dióxido de carbono ( $CO_2$ , principal agente do efeito estufa). Portanto, contribui para a contenção do aquecimento global.

Se utilizada para produção de energia pelos meios tradicionais, como cocção e combustão, a biomassa se apresenta como fonte

energética de baixa eficiência e alto potencial de emissão de gases. Assim, sua aplicação moderna e sustentável está diretamente relacionada ao desenvolvimento de tecnologias de produção da energia (ver tópico 4.1) e às técnicas de manejo da matéria-prima.

A utilização da biomassa, por exemplo, tradicionalmente é associada ao desmatamento. Mas, florestas energéticas podem ser cultivadas exclusivamente com a finalidade de produzir lenha, carvão vegetal, briquetes e licor negro para uso industrial. Neste caso, o manejo adequado da plantação – permitido pelo uso de técnicas da engenharia florestal – permite a retirada planejada de árvores adultas e respectiva reposição de mudas, o que aumenta a capacidade do seqüestro de  $CO_2$ . Projetos florestais de implantação e manejo podem ser caracterizados e formatados, inclusive, como Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL).

No caso das plantações de cana-de-açúcar, o uso dos resíduos para produção de eletricidade beneficia os aspectos ambientais da fase de colheita. O método tradicional é a colheita manual acompanhada da queima da palha (as conhecidas queimadas) que, além de produzir a emissão de grandes volumes de  $CO_2$ , se constitui em fator de risco para a saúde humana – sendo responsável, inclusive, pela ocorrência de incêndios de grandes proporções nas áreas adjacentes. No entanto, com vistas ao aumento de produtividade, várias usinas têm optado pela colheita mecânica, que prescinde das queimadas. Na utilização sustentável do bagaço da cana para a produção de eletricidade por meio



**Pesquisador na unidade piloto de biodiesel.**

Fonte: Petrobras.

de usinas termelétricas, aliás, o balanço de emissões de CO<sub>2</sub> é praticamente nulo, pois as emissões resultantes da atividade são absorvidas e fixadas pela planta durante o seu crescimento.

Os principais aspectos negativos são a interferência no tipo natural do solo e a possibilidade da formação de monoculturas em grande extensão de terras – o que competiria com a produção de alimentos. Estas variáveis têm sido contornadas por técnicas e processos que aumentam a produtividade da biomassa reduzindo, portanto, a necessidade de crescimento de áreas plantadas. Apenas como exemplo, segundo dados da Unica, no Brasil é possível produzir 6,8 mil litros de etanol por hectare plantado. Nos Estados Unidos, para obtenção do etanol a partir do milho, a relação é 3,1 mil litros por hectare.

Do ponto de vista social, a geração de empregos diretos e indiretos tem sido reconhecida como um dos principais benefícios da biomassa. Embora a maior parte da mão-de-obra exigida não seja qualificada, ela promove um ciclo virtuoso nas regiões da produção agrícola, caracterizado pelo aumento dos níveis de consumo e qualidade de vida, inclusão social, geração de novas atividades econômicas, fortalecimento da indústria local, promoção do desenvolvimento regional e redução do êxodo rural.

A lenha, por exemplo, é um recurso energético de grande importância social para algumas regiões do Brasil, como o Rio Grande do Norte, pelo grande número de pessoas diretamente envolvidas no processo de desbaste, cata, corte e coleta da lenha. Ainda segundo relata o Plano Nacional de Energia 2030, o setor agroindustrial da cana-de-açúcar tem importância relevante na geração de empregos ao absorver, diretamente, cerca de um milhão de pessoas, dos quais 80% na área agrícola. A cana-de-açúcar é uma das culturas que mais gera emprego por área cultivada.

## REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) – disponível em [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)

Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) – disponível em [www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br)

Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiove) – disponível em [www.abiove.com.br](http://www.abiove.com.br)

Associação Paulista de Cogeração de Energia (Cogen-SP) – disponível em [www.cogensp.org.br](http://www.cogensp.org.br)

BP Global – disponível em [www.bp.com](http://www.bp.com).

Empresa de Pesquisa Energética (EPE) – disponível em [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)

International Energy Agency (IEA) – disponível em [www.iea.org](http://www.iea.org)

Ministério de Minas e Energia (MME) – disponível em [www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br)

União da Indústria de Cana-de-Açúcar (Unica) – disponível em [www.unica.com.br](http://www.unica.com.br)

World Energy Council (WEC) – disponível em [www.worldenergy.org](http://www.worldenergy.org)



Stock Xchng

# Parte II

## *Fontes renováveis*

5

# *Outras Fontes*

## Box 5

# A energia verde

Constituído no final dos anos 90, o chamado “mercado da energia verde” está em expansão em vários países europeus. Ele é resultado do compromisso para redução das emissões de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) assumidos pelas nações desenvolvidas na assinatura do Protocolo de Kyoto e ratificadas pelo Tratado em 2005. Favorece, portanto, a implementação de usinas abastecidas por fontes renováveis que permitem a “captura” – ou, em outras palavras, reduzem as emissões – de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e outros gases causadores do efeito estufa na atmosfera.

Segundo a Rede de Energias Renováveis para o Século XXI (REN21), em 2007 havia mais de 4 milhões de consumidores da energia produzida por usinas verdes na Europa, Estados Unidos, Canadá, Austrália e Japão. Essa movimentação foi estimulada por uma combinação de fatores. Entre eles, programas oficiais de governo, participação da iniciativa privada, projetos desenvolvidos pelas companhias de energia e aquisição compulsória de parte da produção por órgãos públicos. A entidade informa, ainda, que os três principais veículos para aquisição da energia verde são: programas especiais de especificação; a existência de um mercado livre (desregulamentado), também chamado mercado verde, para a comercialização de um terço da produção; e a negociação voluntária de certificados de energia renovável. Nos países da União Europeia, as permissões para emissões por parte das diferentes indústrias podem ser livremente negociadas entre elas.

Na maioria dos países analisados pela REN21, porém, a participação da energia verde no mercado total de eletricidade é pouco significativa. Representa menos que 5% das vendas totais, mesmo em países em que o mercado é desregulamentado para os clientes atendidos em baixa tensão, como Finlândia, Alemanha, Suécia, Suíça e Reino Unido. A Holanda é o país que registra maior número destes consumidores, em parte em função dos altos impostos aplicados à eletricidade produzida a partir de fontes fósseis e em parte devido às isenções tarifárias especiais aplicadas à energia verde e divulgadas por meio de campanhas publicitárias. Estimativas apontam que, entre 2006 e 2007, o país abrigava cerca de 2,3 milhões destes consumidores.

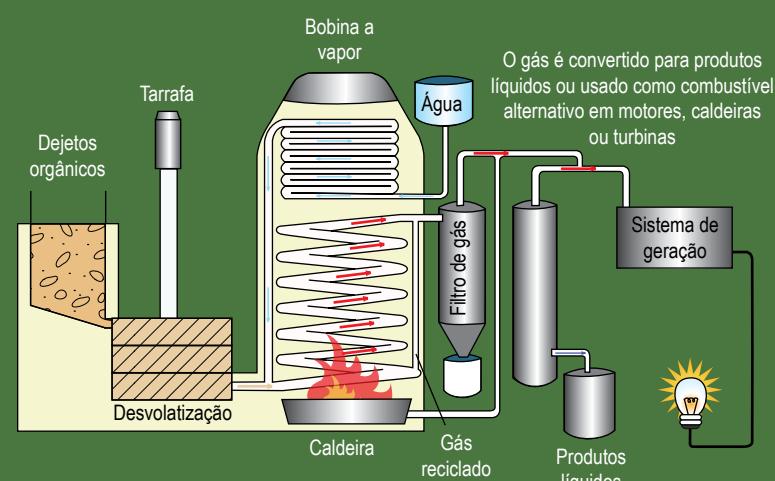
Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, os projetos implantados de “energia verde” podem participar como vendedores de certificados de crédito de carbono no mercado internacional de MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo). Estes certificados comprovam que o projeto foi desenvolvido de maneira

sustentável e que permite a captura de  $\text{CO}_2$ . Por convenção, uma tonelada de  $\text{CO}_2$  corresponde a um crédito de carbono.

O setor elétrico pode participar do mercado de MDL com usinas movimentadas por fontes renováveis e alternativas, com programas de eficiência e conservação de energia e projetos de reflorestamento. Os compradores dos certificados são as companhias situadas nos países desenvolvidos que podem utilizar os créditos adquiridos para diminuir os compromissos de redução das emissões. Um exemplo de mercado voluntário de créditos de carbono, ou MDL, é o Chicago Climate Exchange (Bolsa do Clima de Chicago).

O projeto piloto da Usina Verde, localizada na Ilha do Fundão, no Rio de Janeiro, e em operação desde 2004, é vendedor de créditos de carbono no mercado internacional. Construída pela iniciativa privada com parte da tecnologia desenvolvida pela Coppe da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a usina obtém eletricidade a partir da incineração do lixo urbano. É considerada “limpa” porque destrói termicamente os gases poluentes produzidos no processo, liberando na atmosfera, sem causar danos ambientais, apenas vapor de água e  $\text{CO}_2$ . Além disso, utiliza como matéria-prima a biomassa em substituição aos combustíveis fósseis.

A Usina Verde recebe diariamente 30 toneladas de resíduos sólidos pré-tratados provenientes de aterro sanitário. O calor proporcionado pela incineração da matéria orgânica é aproveitado para a geração térmica de eletricidade. A potência é de 0,7 MW.



Perfil esquemático do processo de produção de energia elétrica a partir do biogás



# 5

# *Outras Fontes*

## 5.1 INFORMAÇÕES GERAIS

Em 2008, muitos países – inclusive o Brasil – mantinham programas oficiais para expansão das chamadas fontes renováveis de energia, iniciados já há alguns anos. Mas, em boa parte deles, as duas principais fontes – aproveitamentos hídricos e a biomassa – não apresentavam significativo potencial de expansão. Assim, as pesquisas e aplicações acabaram por beneficiar o grupo chamado “Outras Fontes” (ou “fontes alternativas”, termo que começa a cair em desuso) que, de 1973 a 2006, aumentou em 500% a sua participação na matriz energética mundial, segundo a Key World Energy Statistics da International Energy Agency (IEA), edição de 2008. Uma variação que só foi superada pelo parque nuclear, que registrou expansão de 589% no período.

No grupo chamado “Outras Fontes” estão abrigados o vento (energia eólica), sol (energia solar), mar, geotérmica (calor existente no interior da Terra), esgoto, lixo e dejetos animais,

entre outros. Em comum, elas têm o fato de serem renováveis e, portanto, corretas do ponto de vista ambiental. Permitem não só a diversificação, mas também a “limpeza” da matriz energética local, ao reduzir a dependência dos combustíveis fósseis, como carvão e petróleo, cuja utilização é responsável pela emissão de grande parte dos gases que provocam o efeito estufa. Além disso, também podem operar como fontes complementares a grandes usinas hidrelétricas, cujos principais potenciais já foram quase integralmente aproveitados nos países desenvolvidos (ver capítulo 3).

Não é coincidência, portanto, que a evolução do parque instalado tenha se concentrado na década de 90 e, particularmente, nos primeiros anos do século XXI, período em que se acentuaram as preocupações com a degeneração do meio ambiente, com a volatilidade dos preços do petróleo e com o esgotamento



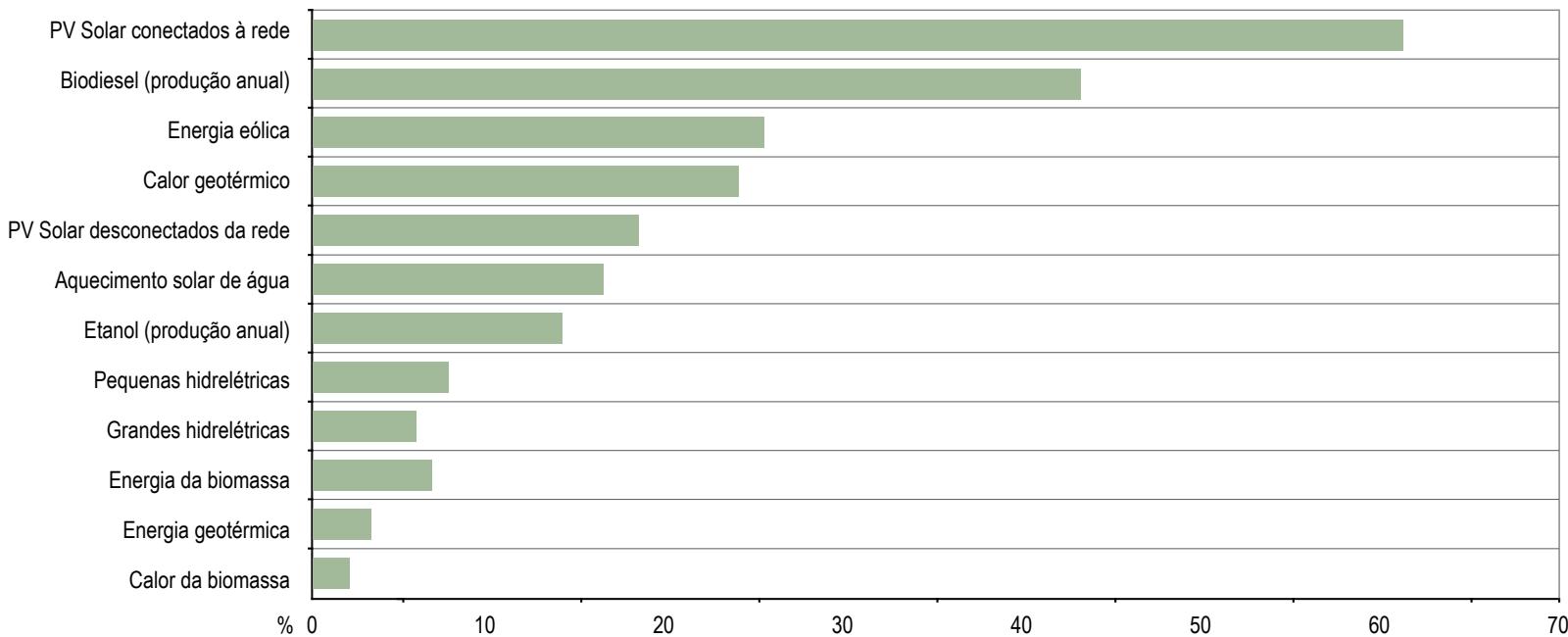
**Placa coletora de energia solar.**

Fonte: Stock.XCHNG ([www.sxc.hu](http://www.sxc.hu)).

das reservas conhecidas dos combustíveis fósseis. Entre 2002 e 2006, a capacidade instalada das principais fontes enquadradas na categoria “Outras” aumentou entre 20% e 60%, conforme o Gráfico 5.1 abaixo, extraído do estudo Renewables 2007 – Global Status Report, produzido pela Rede de Energias Renováveis para o Século XXI (REN21), em colaboração com o Worldwatch Institute.

Mas, apesar do crescimento verificado, essas fontes têm participação pouco expressiva na matriz elétrica mundial. Em 2006, ainda segundo a IEA, o conjunto composto por solar, eólica,

geotérmica, combustíveis renováveis e lixo produziu apenas 435 TWh (terawatts-hora) de uma oferta total de 18.930 TWh, como mostra a Tabela 5.1 a seguir. Se considerada a matriz energética total, a presença foi ainda menor: de 0,1% em 1973 passou a 0,6% em 2006 – ou 70,4 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep), diante do total de 11,7 bilhões de tep em 2006, conforme a Tabela 5.2 logo em seguida. É importante observar que, embora a biomassa seja considerada uma fonte primária importante no mundo (principalmente pelo uso da lenha em países subdesenvolvidos), na produção de energia elétrica é classificada como “Outras Fontes”.



**Gráfico 5.1 – Taxas médias de crescimento anual da capacidade de energia renovável.**

Fonte: REN21, 2008.

**Tabela 5.1 - Produção de energia elétrica no mundo em 2006**

|                          | %             | TWh           |
|--------------------------|---------------|---------------|
| Petróleo                 | 5,80          | 1.097,94      |
| Carvão                   | 41,00         | 7.761,30      |
| Gás Natural              | 20,10         | 3.804,93      |
| Nuclear                  | 14,80         | 2.801,64      |
| Hidráulica               | 16,00         | 3.028,80      |
| Outras Fontes Renováveis | 2,30          | 435,39        |
| <b>Total</b>             | <b>100,00</b> | <b>18.930</b> |

Fonte: IEA, 2008.

**Tabela 5.2 - Oferta primária de energia em 1973 e 2006**

|                   | 1973         |                 | 2006         |                  |
|-------------------|--------------|-----------------|--------------|------------------|
|                   | %            | Mtep            | %            | Mtep             |
| Petróleo          | 46,1         | 2.819,01        | 34,4         | 4.038,90         |
| Carvão            | 24,5         | 1.498,17        | 26,0         | 3.052,66         |
| Gás Natural       | 16,0         | 978,40          | 20,5         | 2.406,91         |
| Nuclear           | 0,9          | 55,04           | 6,2          | 727,94           |
| Biomassa          | 10,6         | 648,19          | 10,1         | 1.185,84         |
| Hidráulica        | 1,8          | 110,07          | 2,2          | 258,30           |
| Outras Renováveis | 0,1          | 6,12            | 0,6          | 70,45            |
| <b>Total</b>      | <b>100,0</b> | <b>6.115,00</b> | <b>100,0</b> | <b>11.741,00</b> |

Fonte: IEA, 2008.

A pequena produção é a terceira característica comum ao grupo “Outras Fontes”, cujos integrantes ainda não têm presença forte o suficiente para justificar a individualização em estatísticas de caráter mais geral, como é o caso da matriz energética mundial. Este comportamento ocorre porque a tecnologia desenvolvida ainda não apresenta custos compatíveis com a implantação em escala comercial. Cada um dos integrantes do grupo “Outras Fontes” está, portanto, em fase de pesquisa, projetos pilotos ou aplicações muito localizadas a partir de instalações de pequeno porte.

Neste último caso enquadram-se, por exemplo, as Filipinas, que obtém parcela significativa da energia elétrica local a partir de usinas geotérmicas. Com capacidade instalada de 2,0 mil MW (megawatts) em 2007, segundo levantamento sobre fontes renováveis constante do estudo Statistical Review of World Energy publicado em junho de 2008 pela Beyond Petroleum (nova denominação da companhia British Petroleum), as Filipinas detinham a segunda maior participação mundial nesta modalidade energética e só eram superadas pelos Estados Unidos (2,9 mil MW).

Em função do custo elevado de produção enquanto a tecnologia ainda não está consolidada, a expansão do grupo “Outras Fontes” é fruto, em grande parte, do apoio governamental por meio de programas oficiais que abrangem variáveis como aquisição compulsória por parte das empresas de energia elétrica locais, subsídios, tarifas especiais, desoneração fiscal ou aporte direto de recursos. Nos anos 90, países como Alemanha, Espanha e Dinamarca, por exemplo, definiram metas para a expansão da energia eólica, das quais constavam condições especiais para a venda da energia produzida para as companhias de eletricidade.

O Brasil, em 2003, implantou o Proinfa, maior programa nacional para estímulo à produção de energia elétrica por meio das fontes renováveis, com base na Lei nº 10.438, de abril de 2002. O programa é gerenciado pela Eletrobrás, empresa constituída pelo Governo Federal em 1962 para investir na expansão do sistema elétrico nacional. Para a primeira fase do programa, previa-se a instalação de uma capacidade total de 3,3 mil MW. A energia produzida pelo Proinfa tem garantia de contratação por 20 anos pela Eletrobrás.

Do total de potência instalada, 1,2 mil MW seriam correspondentes a 63 PCHs (pequenas centrais hidrelétricas), 1,4 mil MW a 54 usinas eólicas e 685 MW a 27 usinas de pequeno porte à base de biomassa. Para a segunda fase do programa, a ser iniciada logo após a conclusão da primeira e encerrada em 2022, a meta é que as três fontes eleitas tenham participação de 10% na matriz da energia elétrica nacional. Em outubro de 2008, no

entanto, do total inicialmente previsto, estão em operação comercial 34 PCHs, 19 usinas a biomassa e 7 eólicas. O volume inferior ao inicialmente estimado fez com que o governo anunciasse, em 2008, revisão do programa de forma a estimular o aumento dos investimentos.

Segundo o Banco de Informações de Geração (BIG), da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), em novembro de 2008, estão em operação no país 17 usinas eólicas, 320 PCHs, um empreendimento fotovoltaico e três usinas termelétricas abastecidas por biogás, cuja matéria-prima é a biomassa obtida em aterros sanitários (lixões), como mostra o Anexo. Nas próximas páginas, este capítulo apresenta o estágio de implantação de cada uma das principais integrantes do grupo chamado “Outras Fontes”, tanto no Brasil quanto no mercado internacional.

## 5.2 ENERGIA EÓLICA

A capacidade instalada mundial da energia eólica aumentou 1.155% entre 1997 e 2007, passando de 7,5 mil para 93,8 mil MW, como registra a World Wind Energy Association (WWEA) na Tabela 5.3 abaixo. Além disso, o ano de 2007 foi, também, o mais ativo da história da produção de energia elétrica a partir do movimento dos ventos, que teve início no final do século XIX. A expectativa, que se confirmou, era que a tendência se mantivesse em 2008.

**Tabela 5.3 - Potência instalada nos últimos dez anos (MW)**

|                          | Potência (MW) | Crescimento (%) |
|--------------------------|---------------|-----------------|
| 1997                     | 7.475         | -               |
| 1998                     | 9.663         | 29,3            |
| 1999                     | 13.696        | 41,7            |
| 2000                     | 18.039        | 31,7            |
| 2001                     | 24.320        | 34,8            |
| 2002                     | 31.164        | 28,1            |
| 2003                     | 39.290        | 26,1            |
| 2004                     | 47.693        | 21,4            |
| 2005                     | 59.033        | 23,8            |
| 2006                     | 74.153        | 25,6            |
| 2007                     | 93.849        | 26,6            |
| <b>Crescimento total</b> |               | <b>1.155,5</b>  |

Fonte: WWEA, 2008.

Os grandes argumentos favoráveis à fonte eólica são, além da renovabilidade, perenidade, grande disponibilidade, independência de importações e custo zero para obtenção de suprimento (ao contrário do que ocorre com as fontes fósseis). O principal argumento contrário é o custo que, embora seja decrescente, ainda é elevado na comparação com outras fontes. Apenas como exemplo, em 2008, no Brasil, considerando-se também os impostos embutidos, era de cerca de R\$ 230,00 por MWh, enquanto o custo da energia hidrelétrica estava em torno dos R\$ 100,00 por MWh.

Segundo o estudo da WVEA, em 2007 houve a instalação de aproximadamente 20 mil MW de geração eólica em todo o mundo. Nesse ano, os maiores produtores foram Alemanha, Estados Unidos e Espanha que, juntos, concentravam, em 2007, quase 60% da capacidade instalada total. O maior parque estava na Alemanha que, com capacidade total de 22 mil MW, correspondia a 23,7% do total mundial. O segundo lugar ficou com Estados Unidos (18% de participação), graças ao salto de 45% verificado entre 2006 e 2007 na capacidade instalada local, que atingiu um total de 16,8 mil MW. Na seqüência veio Espanha com 16,1% de participação, como mostra a Tabela 5.4 abaixo.

**Tabela 5.4 - Potência instalada em 2007**

| País              | Potência (MW)    | % em relação ao total |
|-------------------|------------------|-----------------------|
| 1º Alemanha       | 22.247,40        | 23,7                  |
| 2º Estados Unidos | 16.818,80        | 17,9                  |
| 3º Espanha        | 15.145,10        | 16,1                  |
| 4º Índia          | 7.850,00         | 8,4                   |
| 5º China          | 5.912,00         | 6,3                   |
| 6º Dinamarca      | 3.125,00         | 3,3                   |
| 7º Itália         | 2.726,10         | 2,9                   |
| 8º França         | 2.455,00         | 2,6                   |
| 9º Reino Unido    | 2.389,00         | 2,5                   |
| 10º Portugal      | 2.130,00         | 2,3                   |
| <b>25º Brasil</b> | <b>247,10</b>    | <b>0,3</b>            |
| <b>Total</b>      | <b>93.849,10</b> | <b>100,0</b>          |

Fonte: WVEA, 2008.

Além disso, vários países, cuja matriz é muito concentrada em combustíveis fósseis e com poucos aproveitamentos hídricos ainda inexplorados, possuem projetos de vigorosa expansão do parque eólico no médio prazo. Esse movimento faz com que a WVEA projete, para 2010, uma potência mundial instalada de 170 mil MW, quase o dobro da atual.

O estudo da WVEA também aponta o conjunto de 10 países com maior expansão em 2007 e que, juntos, agregaram mais 19 mil MW de potência instalada ao total mundial. Este ranking é liderado pelos Estados Unidos, com 26,4% do total, imediatamente seguidos pela Espanha (17,8%) e China (16,8%). Na seqüência aparecem Índia, Alemanha e França. As regiões que mais têm se destacado no setor são, pela ordem, Europa, América do Norte e Ásia.



**Aerogeradores.**

Fonte: Eletrobrás.

## O que é energia eólica

A energia eólica é, basicamente, aquela obtida da energia cinética (do movimento) gerada pela migração das massas de ar provocada pelas diferenças de temperatura existentes na superfície do planeta. Não existem informações precisas sobre o período em que ela começou a ser aplicada, visto que desde a Antigüidade dá origem à energia mecânica utilizada na movimentação dos barcos e em atividades econômicas básicas como bombeamento de água e moagem de grãos.

A geração eólica ocorre pelo contato do vento com as pás do cata-vento, elementos integrantes da usina. Ao girar, essas pás dão origem à energia mecânica que aciona o rotor do aerogerador, que produz a eletricidade. A quantidade de energia mecânica transferida – e, portanto, o potencial de energia elétrica a ser produzida – está diretamente relacionada à densidade do ar, à área coberta pela rotação das pás e à velocidade do vento.

A evolução da tecnologia permitiu o desenvolvimento de equipamentos mais potentes. Em 1985, por exemplo, o diâmetro das turbinas era de 20 metros, o que acarretava uma potência média de 50 kW (quilowatts). Hoje, esses diâmetros chegam a superar 100 metros, o que permite a obtenção, em uma única turbina, de 5 mil kW. Além disso a altura das torres, inicialmente de 10 metros aproximadamente, hoje supera os 50 metros. No entanto, a densidade do ar, a intensidade, direção e velocidade do vento relacionam-se a aspectos geográficos naturais como relevo, vegetação e interações térmicas entre a superfície da terra e a atmosfera.

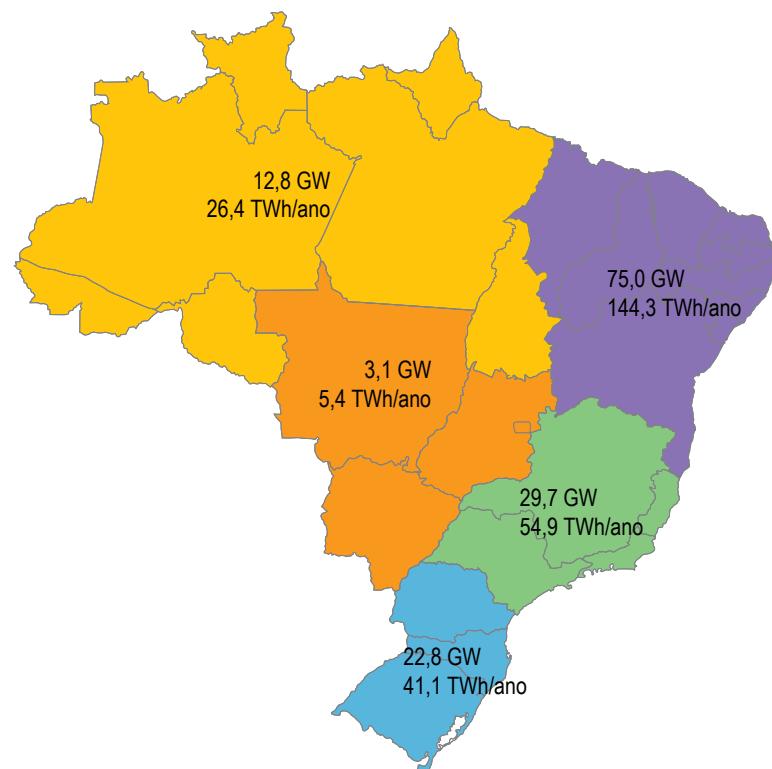
Assim, a exemplo do que ocorre com outras fontes, como a hidráulica, a obtenção da energia eólica também pressupõe a existência de condições naturais específicas e favoráveis. A avaliação destas condições – ou do potencial eólico de determinada região – requer trabalhos sistemáticos de coleta e análise de dados sobre a velocidade e o regime dos ventos.

Não existem estudos precisos a este respeito, mas estimativas apontam que o potencial eólico bruto no planeta seja da ordem de 500 mil TWh (terawatts-hora) por ano, embora, por restrições socioambientais, apenas 10% sejam tecnicamente aproveitáveis. Ainda assim, 50 mil TWh por ano correspondem a mais de 250% da produção mundial total de energia elétrica em 2007, que foi de 18,9 mil TWh.

## Potencial e produção de energia eólica no Brasil

O Brasil é favorecido em termos de ventos, que se caracterizam por uma presença duas vezes superior à média mundial e pela volatilidade de 5% (oscilação da velocidade), o que dá maior previsibilidade ao volume a ser produzido. Além disso, como a velocidade costuma ser maior em períodos de estiagem, é possível operar as usinas eólicas em sistema complementar com as usinas hidrelétricas, de forma a preservar a água dos reservatórios em períodos de poucas chuvas. Sua operação permitiria, portanto, a “estocagem” da energia elétrica. Finalmente, estimativas constantes do Atlas do Potencial Eólico de 2001 (último estudo realizado a respeito) apontam para um potencial de geração de energia eólica de 143 mil MW no Brasil, volume superior à potência instalada total no país, de 105 mil MW em novembro de 2008.

A Figura 5.1 abaixo mostra que as regiões com maior potencial medido são Nordeste, principalmente no litoral (75 GW); Sudeste, particularmente no Vale do Jequitinhonha (29,7 GW); e Sul (22,8 GW), região em que está instalado o maior parque eólico do país, o de Osório, no Rio Grande do Sul, com 150 MW de potência. Mas, no país, o vento é utilizado principalmente para produzir energia mecânica utilizada no bombeamento de água na irrigação. De acordo com o BIG, da Aneel,



**Figura 5.1 – Potencial eólico brasileiro.**

Fonte: EPE, 2007.

as 17 usinas eólicas em operação em novembro de 2008 apresentavam capacidade instalada de 273 MW. Este quadro é resultado tanto da forma como esses parques se desenvolveram quanto da adesão do país à tendência de expansão das eólicas. Até a construção das três plantas de Osório, todos os projetos implementados foram de pequeno porte. No entanto, nos últimos anos, tem sido crescente o interesse pelas usinas, conforme pode ser observado a partir das informações registradas no BIG da Aneel.

Os Parques Eólicos Osório, Sangradouro e dos Índios, que compõem o empreendimento de Osório, possuem, individualmente, 25 turbinas com potência de 2 MW (o que totaliza a potência de 50 MW por parque), 70 metros de diâmetro e 100 de altura. Os projetos construídos anteriormente foram, no entanto, todos de pequeno porte e experimentais.

A primeira turbina eólica instalada no país - em 1992, no Arquipélago de Fernando de Noronha - possuía gerador com potência de 75 kW, rotor de 17 metros de diâmetro e torre de 23 metros de altura. Outro caso é a Central Eólica Experimental no Morro do Carmelinho, instalada na cidade de Gouveia (MG), em 1994. Com capacidade nominal de 1 MW, a central é constituída por quatro turbinas de 250 kW, tem rotor de 29 metros de diâmetro e torre de 30 metros de altura. Também no Ceará, a Central Eólica de Prainha tem capacidade para 10 MW, a partir da instalação de 20 turbinas de 500 kW. Na Paraíba, são 13 turbinas de 800 kW e potência de 10.200 kW.

Eram centrais como estas que, em 2003, compunham a potência eólica total instalada no país, de 22 MW. Esse total era 11 vezes inferior aos 273 MW registrados em 2008, o que significa que o crescimento verificado nos últimos cinco anos ocorreu a uma taxa média anual de 65%. Além disso, não foi só o número de unidades que aumentou mas, também, o seu porte e, em consequência, a potência. O que funcionou como trava à expansão foi, de um lado, a alta dependência das importações de equipamentos para montagem das unidades e, de outro, a exigência do Proinfa para que os projetos inseridos no programa tivessem índice de nacionalização de 60%. De qualquer maneira, no segundo semestre de 2008 o Ministério de Minas e Energia anunciava a intenção de rever as regras do Proinfa para solucionar o impasse, ao mesmo tempo em que anunciava, para 2009, a realização de leilões da energia a ser produzida pelos futuros empreendimentos eólicos – instrumento que funciona como sinalizador ao investidor, por permitir a contratação presente da energia que será produzida.

Em 2007, também, a oferta interna de energia eólica aumentou de 236 GWh para 559 GWh, uma variação de 136,9%, segundo os dados do Balanço Energético Nacional, produzido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Além disso, em novembro de 2008, o BIG da Aneel registrava a existência de 22 projetos em construção a partir da energia eólica, com potência total de 463 MW. Além deles, outros 50, com potência total de 2,4 mil MW, estavam registrados como outorgados, porém sem que as obras tivessem sido iniciadas.

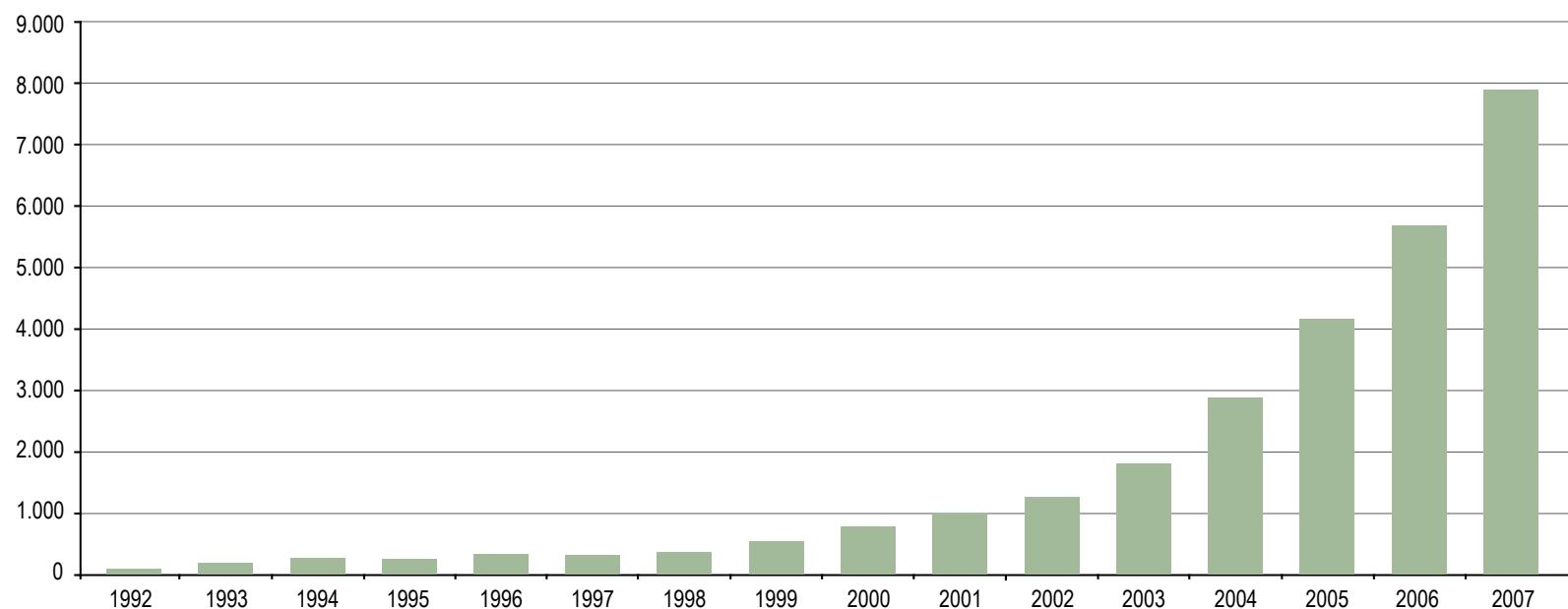
Tanto em um quanto em outro grupo, as potências previstas por algumas centrais já eram bastante superiores às verificadas nos parques construídos nos anos 90. A usina de Praia Formosa, em construção no Ceará, por exemplo, terá potência instalada de 104 MW. A de Redonda, também no Ceará, e apenas outorgada, tem potência prevista de 300 MW.

### 5.3 ENERGIA SOLAR

Assim como ocorre com as demais participantes do grupo “Outras Fontes”, a participação da energia solar é pouco expressiva na matriz mundial. Ainda assim, ela aumentou mais de 2.000% entre 1996 e 2006. Em 2007, a potência total instalada atingiu 7,8 mil MW, conforme estudo do Photovoltaic Power Systems Programme, da IEA. Para se ter uma idéia, ela corresponde a pouco mais de 50% da capacidade instalada da usina hidrelétrica de Itaipu, de 14 mil MW.

O Gráfico 5.2 na página seguinte mostra a evolução da potência solar instalada no mundo de 1992 a 2007 para produção de eletricidade. Logo a seguir, como mostra a Tabela 5.5, há a participação relativa dos países. Assim como ocorreu no segmento da energia eólica, também na energia solar a Alemanha é a maior produtora, com 49% da potência total instalada. Além disso, juntos, Alemanha, Japão, Estados Unidos, e Espanha concentraram, em 2007, 84% da capacidade mundial. Todos são países com programas fortes de diversificação e simultânea “limpeza” da matriz energética local.

De certa forma eles se constituem, no entanto, em exceção. No geral, os projetos já implementados para produção de eletricidade a partir da energia solar ainda são restritos e destinados a abastecer localidades isoladas – embora, nos projetos de expansão da fonte, este quadro esteja se alterando. Em 2007, por exemplo, entrou em operação a Central Solar Fotovoltaica de Serpa, situada no Alentejo, em Portugal. À época, foi a maior

**Gráfico 5.2 – Potência instalada de células fotovoltaicas no mundo (MW).**

Fonte: IEA, 2007.

**Tabela 5.5 - Maiores potências instaladas em células fotovoltaicas por país**

| País              | Potência (MW)  | % em relação ao total |
|-------------------|----------------|-----------------------|
| 1º Alemanha       | 3.862,0        | 49,3                  |
| 2º Japão          | 1.918,9        | 24,5                  |
| 3º Estados Unidos | 830,5          | 10,6                  |
| 4º Espanha        | 655,0          | 8,4                   |
| 5º Itália         | 120,2          | 1,5                   |
| Outros países     | 454,4          | 5,7                   |
| <b>Total</b>      | <b>7.841,0</b> | <b>100</b>            |

Fonte: IEA, 2007.

unidade do gênero do mundo, com capacidade instalada de 11 MW, suficiente para abastecer cerca de oito mil habitações. Para o futuro, estão previstas unidades bem maiores. O governo australiano, por exemplo, projeta a construção de uma central de 154 MW. No deserto de Mojave, na Califórnia (Estados Unidos), deverá ser instalada, também, usina solar com potência de 500 MW.

O que tradicionalmente é mais generalizado é o uso da energia solar para obtenção de energia térmica. Esta aplicação destina-se a atender setores diversos, que vão da indústria, em processos que requerem temperaturas elevadas (por exemplo, secagem de grãos na agricultura) ao residencial, para aquecimento de

água. Outra tendência que se forma é a utilização da energia solar para a obtenção conjunta de calor e eletricidade.

Segundo a REN21, durante muito tempo Israel foi o único país a exigir uma participação mínima de aquecimento de água a partir da energia solar. Mas, em 2006, a Espanha assumiu postura semelhante e passou a exigir níveis mínimos de energia solar tanto para o aquecimento de água quanto para a geração de eletricidade em novas construções como prédios residenciais, hotéis e hospitais. Em 2007, a iniciativa foi acompanhada por países como Índia, Coréia, China e Alemanha. Os percentuais exigidos variam de 30% a 70%, dependendo do clima, nível de consumo e disponibilidade de outras fontes de energia. No Brasil, também, embora não haja nenhuma compulsoriedade, a tendência começa a se disseminar nos grandes centros urbanos como a cidade de São Paulo.

### O que é a energia solar

A energia solar chega à Terra nas formas térmica e luminosa. Segundo o estudo sobre Outras Fontes constante do Plano Nacional de Energia 2030, produzido pela Empresa de Pesquisa Energética, sua irradiação por ano na superfície da Terra é suficiente para atender milhares de vezes o consumo anual de energia do mundo. Essa radiação, porém, não atinge de maneira uniforme toda a crosta terrestre. Depende da latitude, da estação do ano e de condições atmosféricas como nebulosidade e umidade relativa do ar.

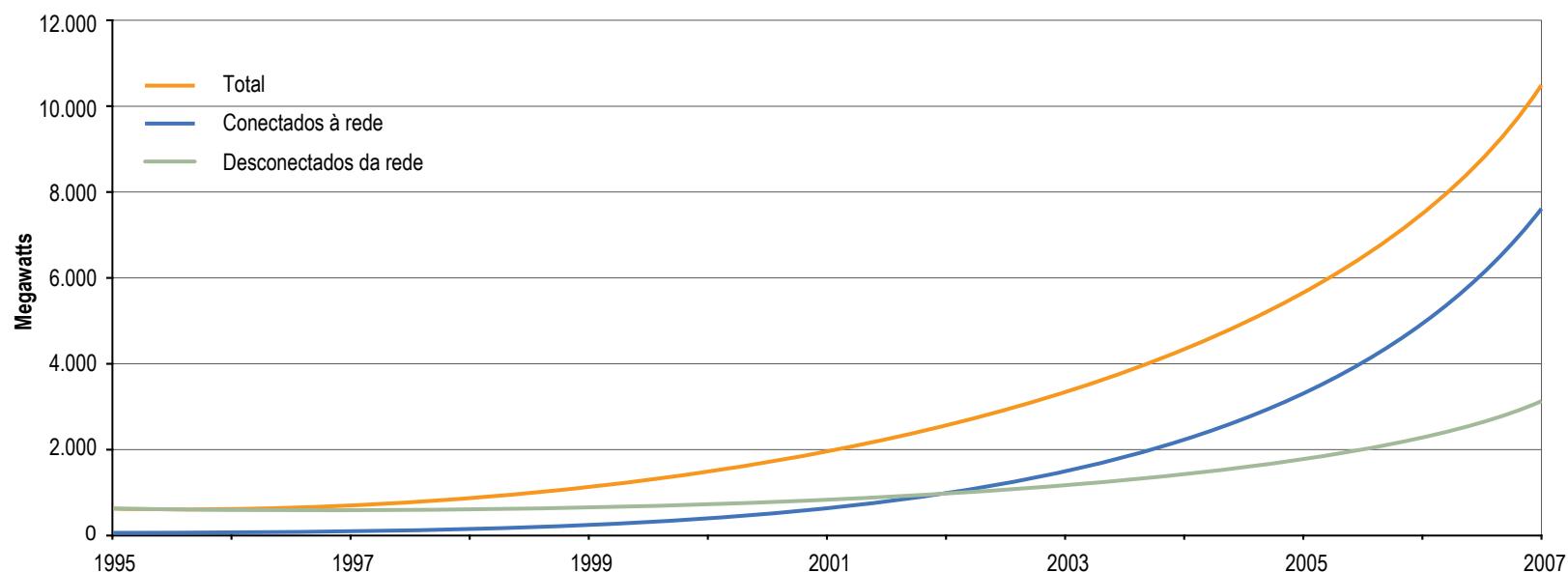
Ao passar pela atmosfera terrestre, a maior parte da energia solar manifesta-se sob a forma de luz visível de raios infravermelhos e de raios ultravioleta. É possível captar essa luz e transformá-la em alguma forma de energia utilizada pelo homem: térmica ou elétrica. São os equipamentos utilizados nessa captação que determinam qual será o tipo de energia a ser obtida.

Se for utilizada uma superfície escura para a captação, a energia solar será transformada em calor. Se utilizadas células fotovoltaicas (painéis fotovoltaicos), o resultado será a eletricidade. Os equipamentos necessários à produção do calor são chamados de coletores e concentradores – pois, além de coletar, às vezes é necessário concentrar a radiação em um só ponto. Este é o princípio de muitos aquecedores solares de água.

Para a produção de energia elétrica existem dois sistemas: o heliotérmico e o fotovoltaico. No primeiro, a irradiação solar é convertida em calor que é utilizado em usinas termelétricas para a produção de eletricidade. O processo completo compreende quatro fases: coleta da irradiação, conversão em calor, transporte e armazenamento e, finalmente, conversão em eletricidade. Para o aproveitamento da energia heliotérmica é necessário um local com alta incidência de irradiação solar direta, o que implica em pouca intensidade de nuvens e baixos índices pluviométricos, como ocorre no semi-árido brasileiro.

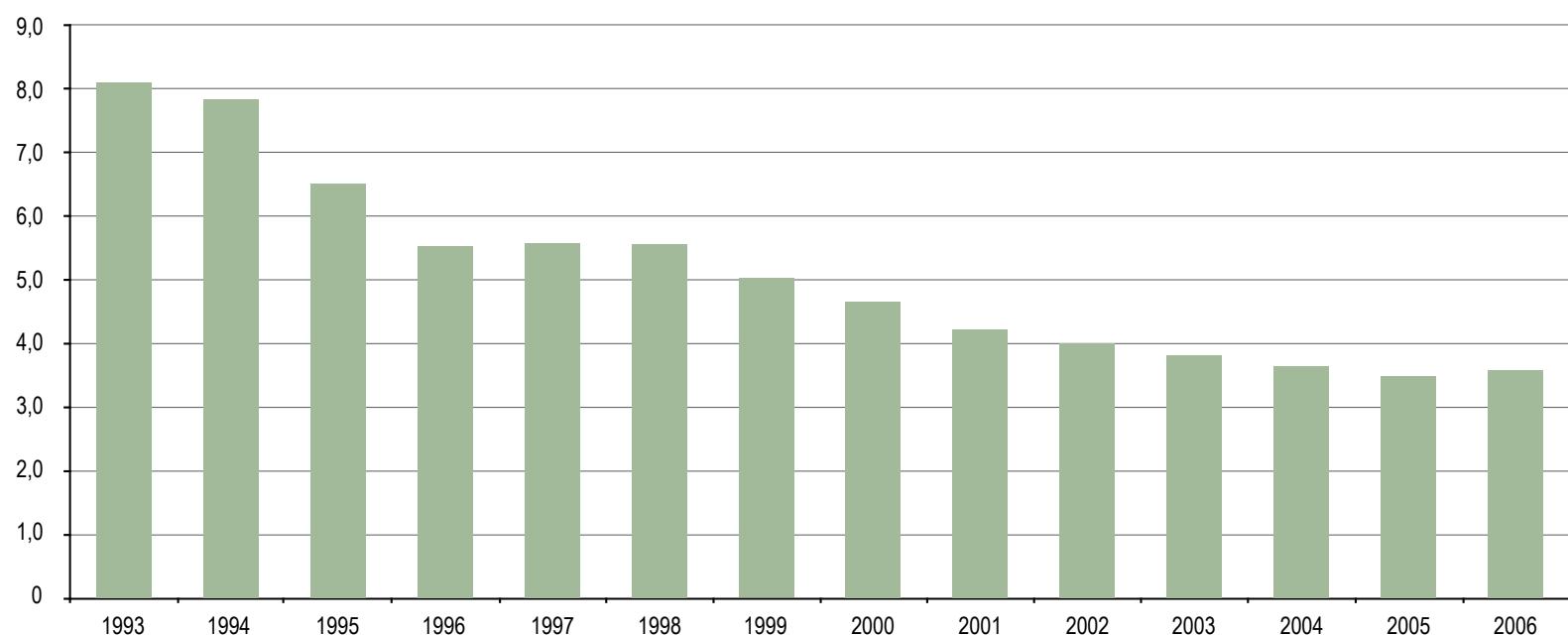
Já no sistema fotovoltaico, a transformação da radiação solar em eletricidade é direta. Para tanto, é necessário adaptar um material semicondutor (geralmente o silício) para que, na medida em que é estimulado pela radiação, permita o fluxo eletrônico (partículas positivas e negativas). Segundo o Plano Nacional 2030, todas as células fotovoltaicas têm, pelo menos, duas camadas de semicondutores: uma positivamente carregada e outra negativamente carregada, formando uma junção eletrônica. Quando a luz do sol atinge o semicondutor na região dessa junção, o campo elétrico existente permite o estabelecimento do fluxo eletrônico, antes bloqueado, e dá início ao fluxo de energia na forma de corrente contínua. Quanto maior a intensidade de luz, maior o fluxo de energia elétrica. Um sistema fotovoltaico não precisa do brilho do sol para operar. Ele também pode gerar eletricidade em dias nublados.

Segundo a REN21, os sistemas fotovoltaicos conectados à rede continuaram a ser, em 2006 e 2007, a tecnologia de geração com maior crescimento no mundo. Conforme mostra o Gráfico 5.3 abaixo, boa parte das unidades construídas têm sido conectadas à rede de distribuição de eletricidade, um fenômeno diferente do tradicional, quando os empreendimentos eram destinados, na maioria das vezes, ao atendimento em regiões isoladas. Finalmente, à medida que sua aplicação é mais disseminada, o custo é menor. Este comportamento pode ser observado no Gráfico 5.4 na página seguinte.



**Gráfico 5.3 – Capacidade mundial existente de PV Solar, 1995-2007.**

Fonte: REN21, 2007.



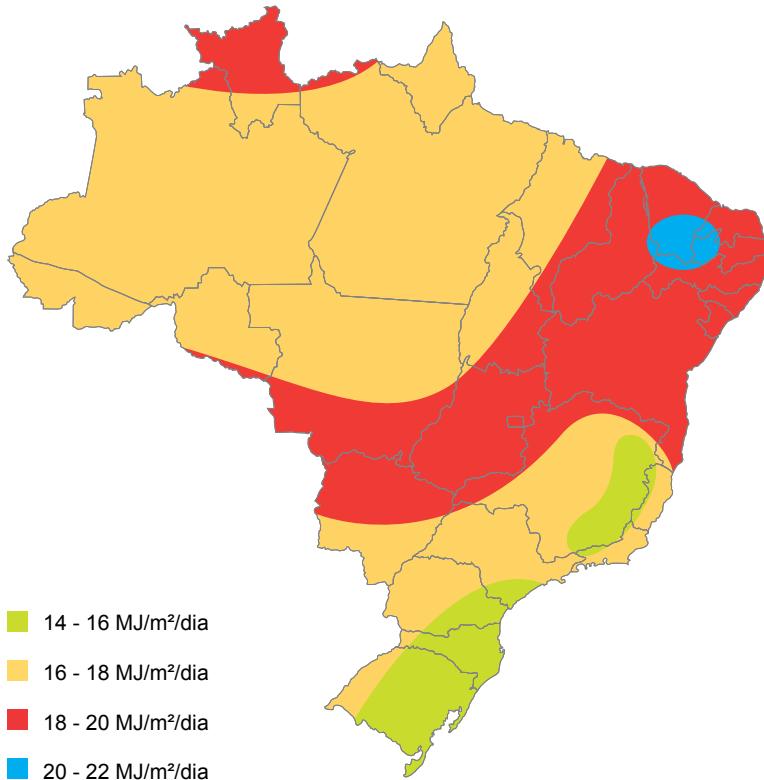
**Gráfico 5.4 – Preço dos painéis solares no Japão (em US\$/W).**

Fonte: IEA, 2008.

### Potencial e produção de energia solar no Brasil

Assim como ocorre com os ventos, o Brasil é privilegiado em termos de radiação solar. O Plano Nacional de Energia 2030 reproduz dados do Atlas Solarimétrico do Brasil e registra que essa radiação varia de 8 a 22 MJ (megajoules)<sup>1</sup> por metro quadrado ( $m^2$ ) durante o dia, sendo que as menores variações ocorrem nos meses de maio a julho, variando de 8 a 18 MJ/ $m^2$ . Além disso, complementa o estudo, o Nordeste possui radiação comparável às melhores regiões do mundo nessa variável, como a cidade de Dongola, no deserto do Sudão, e a região de Dagget, no Deserto de Mojave, Califórnia. O que, porém, não ocorre com outras localidades mais distantes da linha do Equador, como as regiões Sul e Sudeste, onde está concentrada a maior parte da atividade econômica. A Figura 6.2 ao lado ilustra esta variação.

Apesar deste potencial e de o uso de aquecedores solares estar bastante difundido em cidades do interior e na zona rural, a participação do sol na matriz energética nacional é bastante reduzida. Tanto que a energia solar não chega a ser citada na relação de fontes que integram o Balanço Energético Nacional, edição de 2008. Também no Banco de Informações de Geração (BIG), da Aneel, consta apenas uma usina fotovoltaica – Araras, no município de Nova Mamoré,



**Figura 5.2 – Variação da radiação solar no Brasil.**

Fonte: EPE, 2007.

<sup>1</sup> Joule: unidade de energia, trabalho ou quantidade de calor. Um MJ equivale a  $10^6$  J.

no Estado de Rondônia, com potência instalada de 20,48 kW. O BIG não registra qualquer outro empreendimento fotovoltaico em construção ou já outorgado. O que existe no país são pesquisas e implantação de projetos pilotos da tecnologia. Um deles é o projeto Sistemas Fotovoltaicos Domiciliares, da Universidade de São Paulo (USP), que instalou 19 sistemas fotovoltaicos na comunidade de São Francisco de Aiucá, localizada na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamiruá, no Amazonas, com produção de 13 kWh (quilowatts-hora) mensais.

A expectativa é que a expansão do número de usinas solares ocorra exatamente na zona rural, como integrante de projetos de universalização do atendimento focados em comunidades mais pobres e localizadas a grande distância das redes de distribuição. O Programa Luz para Todos, lançado em 2003 pelo Ministério de Minas e Energia, instalou diversos sistemas fotovoltaicos no Estado da Bahia. Com o objetivo de levar energia elétrica a uma população superior a 10 milhões de pessoas que residem no interior do país, ele contempla o atendimento das demandas do meio rural através de três tipos de iniciativas: extensão da rede das distribuidoras, sistemas de geração descentralizada com redes isoladas e sistemas de geração individuais.

#### 5.4 BIOGÁS

Das fontes para produção de energia, o biogás é uma das mais favoráveis ao meio ambiente. Sua aplicação permite a redução dos gases causadores do efeito estufa e contribui com o combate à poluição do solo e dos lençóis freáticos. Isto porque o biogás é obtido da biomassa contida em dejetos (urbanos, industriais e agropecuários) e em esgotos.

Essa biomassa passa naturalmente do estado sólido para o gasoso por meio da ação de microorganismos que decompõem a matéria orgânica em um ambiente anaeróbico (sem ar). Neste caso, o biogás também é lançado à atmosfera e passa a contribuir para o aquecimento global, uma vez que é composto por metano ( $\text{CH}_4$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), nitrogênio ( $\text{N}_2$ ), hidrogênio ( $\text{H}_2$ ), oxigênio ( $\text{O}_2$ ) e gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ). A utilização do lixo para produção de energia permite o direcionamento e utilização deste gás e a redução do volume dos dejetos em estado sólido.

Segundo o Key World Energy Statistics 2008 da IEA, a biomassa e o lixo (urbano e industrial) responderam por 10,1% da produção energética mundial em 2006. Na matriz da

geração mundial de eletricidade, o biogás é incluído no grupo "Outras Fontes", cuja participação foi de 2,3% da produção total em 2006 (verificar Tabela 6.1 deste capítulo).

Já o estudo Renewables 2007 Global Status Report, da REN21, informa que, apesar de pequena, a aplicação comercial de usinas a biogás nos últimos anos tem apresentado significativo crescimento nos países em desenvolvimento, particularmente na China e Índia. Países desenvolvidos, como Estados Unidos, também têm utilizado o lixo urbano e industrial para a produção de energia.

Na verdade, existem três rotas tecnológicas para a utilização do lixo como energético. Uma delas, a mais simples e disseminada, é a combustão direta dos resíduos sólidos. Outra é a gaseificação por meio da termoquímica (produção de calor por meio de reações químicas). Finalmente, a terceira (mais utilizada para a produção do biogás) é a reprodução artificial do processo natural em que a ação de microorganismos em um ambiente anaeróbico produz a decomposição da matéria orgânica e, em consequência, a emissão do biogás.

De acordo com dados da IEA, em 2005 o lixo urbano deu origem a uma produção mundial de 870.578 terajoules (TJ), o industrial a 428.645 TJ e o biogás a 520.918 TJ. Na produção de energia elétrica, a participação de cada um deles foi de, respectivamente, 50,9 TWh, 13,3 TWh e 21,8 TWh. Estes volumes só não foram inferiores ao da energia produzida por outras novas fontes renováveis, como solar e dos oceanos.



**Aterro sanitário Bandeirantes, na cidade de São Paulo.**

Fonte: Google Earth.

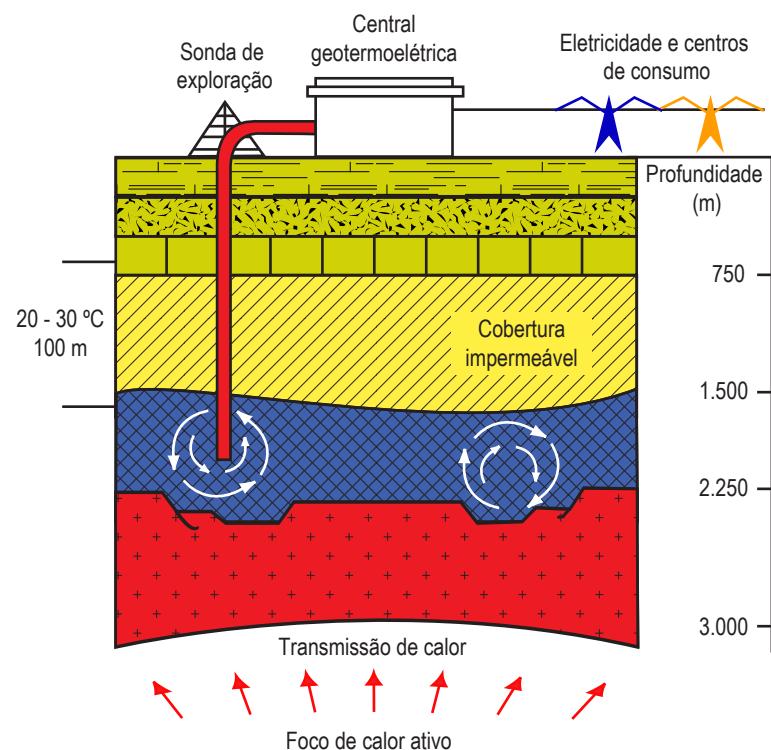
No Brasil, além de um projeto piloto (ver Box 5) segundo o Banco de Informações de Geração (BIG), da Aneel, em novembro de 2008 existiam três usinas termelétricas de pequeno porte movidas a biogás em operação. A primeira delas, inaugurada em 2003, dentro do aterro sanitário Bandeirantes, na cidade de São Paulo, com capacidade instalada de 20 MW, foi anunciada, à época, como a maior usina a biogás do mundo. As demais são: São João, também em aterro sanitário da cidade de São Paulo, com potência instalada de 24,6 MW, e Energ Biog, com 30 kW de potência, na cidade de Barueri, região da Grande São Paulo. Além dessas, havia mais sete empreendimentos outorgados, totalizando 109 MW de potência nos Estados de São Paulo, Bahia, Rio de Janeiro, Pernambuco e Santa Catarina.

Em 2008, a Aneel autorizou a Companhia Paranaense de Energia Elétrica (Copel) a implantar projeto-piloto para a compra da energia excedente produzida em pequenas propriedades rurais do Paraná a partir de dejetos de animais. Chamado Programa de Geração Distribuída com Saneamento Ambiental, ele permitirá a utilização do material orgânico resultante da criação de suínos, evitando o seu lançamento em rios e em reservatórios como o da usina hidrelétrica de Itaipu. Os resíduos serão transformados, por meio de biodigestores, em biogás, combustível usado na produção de energia elétrica. Por decisão da Aneel, a potência instalada máxima dos empreendimentos incluídos no programa será de 300 kVA (quilovolt-ampere), que equivale a 270 quilowatts (kW). Esta potência é suficiente para abastecer 60 unidades consumidoras residenciais com consumo mensal médio de 150 kW.

## 5.5 GEOTÉRMICA

A energia geotérmica é aquela obtida pelo calor que existe no interior da Terra. Neste caso, os principais recursos são os gêiseres (fontes de vapor no interior da Terra que apresentam erupções periódicas) e, em localidades onde eles não estão presentes, o calor existente no interior das rochas para o aquecimento da água. A partir desta água aquecida é produzido o vapor utilizado em usinas termelétricas, como ilustrado pela Figura 5.3 a seguir. Outra possibilidade é a utilização de vapor quente seco para movimentar as turbinas. Esta última tecnologia é pouco aplicada, mas pode ser encontrada na Itália e no México.

Embora conhecida desde 1904 – ano da construção da primeira usina, logo depois destruída por um acidente –, a evolução deste segmento foi lenta e se caracterizou pela construção de pequeno número de unidades em poucos países. No Brasil, por exemplo, não há nenhuma unidade em operação, nem sob a



**Figura 5.3 - Reservatório geotérmico de alta temperatura.**

Fonte: Adaptado de [www.educ.ar](http://www.educ.ar).

forma experimental. O porte dos empreendimentos atuais, porém, é significativo. A potência instalada no campo de gêiseres da Califórnia é de 500 MW.

Nos últimos anos, no esforço para diversificar a matriz, alguns países, como México, Japão, Filipinas, Quênia e Islândia procuraram expandir o parque geotérmico. Nos Estados Unidos também há iniciativas neste sentido. De acordo com os dados sobre energias renováveis constantes do BP Statistical Review of World Energy de 2008, a capacidade mundial total instalada em 2007 era de 9.720 MW. A maior parte dessa potência concentrava-se nos Estados Unidos (2.936 MW), Filipinas (1.978 MW) e México (959 MW) que, juntos, respondiam por 60% da capacidade instalada total, como mostra a Tabela 5.6 na página seguinte.

Ao contrário do que ocorreu com outras fontes renováveis, como eólica, solar, biomassa (incluindo biogás), o parque instalado não passou por expansão significativa entre os anos de 2006 e 2007. Apenas na Islândia e Estados Unidos registrou índices de crescimento de, respectivamente, 8,1% (atingindo 456 MW) e 3,7%. Na Austrália recuou 46,7% para 0,1 MW.

**Tabela 5.6 - Capacidade geotérmica mundial instalada (2007)**

| País           | Potência (MW)  | % em relação ao total |
|----------------|----------------|-----------------------|
| Estados Unidos | 2.936,5        | 30,2                  |
| Filipinas      | 1.978,0        | 20,3                  |
| México         | 959,5          | 9,9                   |
| Itália         | 810,5          | 8,3                   |
| Indonésia      | 807,0          | 8,3                   |
| Japão          | 537,3          | 5,5                   |
| Islândia       | 456,0          | 4,7                   |
| Nova Zelândia  | 434,0          | 4,5                   |
| El Salvador    | 204,0          | 2,1                   |
| Costa Rica     | 162,5          | 1,7                   |
| Quênia         | 127,0          | 1,3                   |
| <b>Total</b>   | <b>9.720,4</b> | <b>100,0</b>          |

Fonte: BP, 2008.

## 5.6 MAR

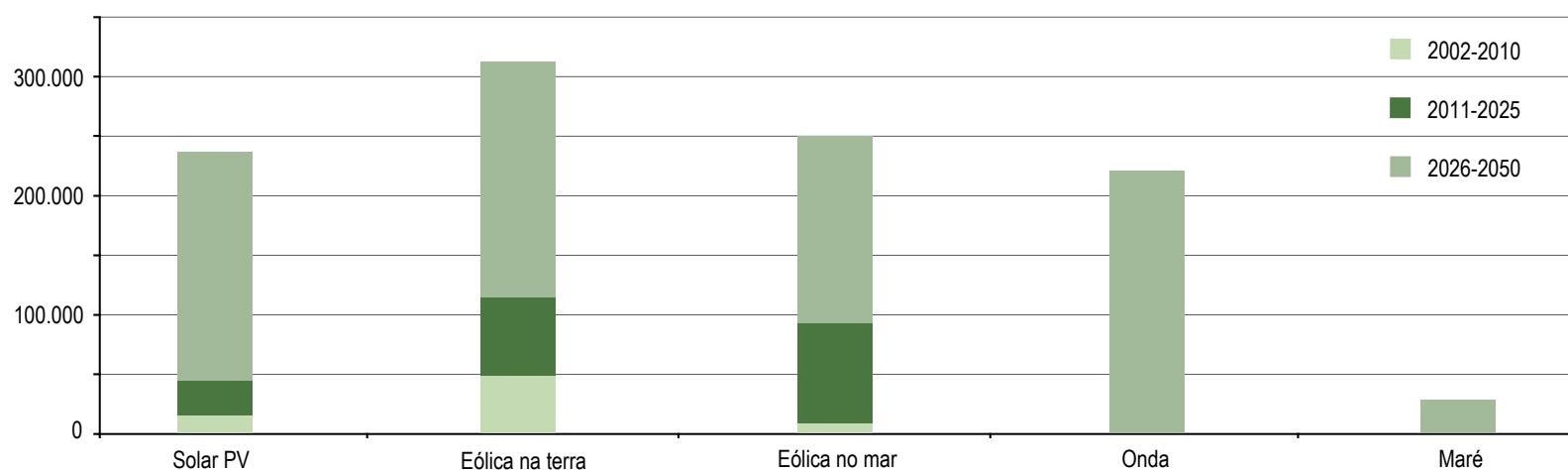
O potencial de geração de energia elétrica a partir do mar inclui o aproveitamento das marés, correntes marítimas, ondas, energia térmica e gradientes de salinidade, segundo o estudo sobre Fontes Alternativas inserido no Plano Nacional de Energia 2030. A eletricidade pode ser obtida a partir da energia cinética (do movimento) produzida pelo movimento das águas (Figura 5.4 na página seguinte) ou pela energia derivada da diferença do nível do mar entre as marés alta e baixa.

Ainda segundo o estudo, produzido em 2008, todas as tecnologias estão em fase de desenvolvimento, com exceção do aproveitamento da energia potencial em usina maremotriz (contida no movimento das águas). Nenhuma, portanto, apresenta custos

competitivos frente às demais fontes. Um dos países que se destaca nestas pesquisas é Portugal, que tem diversos projetos pilotos.

Segundo registra a EPE, o total estimado para a energia potencial da maré é de 22 mil TWh por ano, dos quais 200 TWh seriam aproveitáveis. Em 2008, menos de 0,6 TWh, ou 0,3%, eram convertidos em energia elétrica.

Baseado em estimativas de organismos internacionais, o trabalho informa que não haverá aplicação em escala das tecnologias marítimas para produção de energia no curto e médio prazos. Mas, a partir de 2025, a expansão poderá ocorrer de forma acentuada, como mostra o Gráfico 5.5 abaixo.

**Gráfico 5.5 – Projeção da capacidade instalada (MW).**

Fonte: EPE, 2007.

Os principais locais para aproveitamento das marés são Argentina, Austrália, Canadá, Índia, Coréia do Sul, México, Reino Unido, Estados Unidos e Rússia. Entre os países com projetos piloto para aproveitamento das marés ou das ondas estão Estados Unidos, Canadá, França e Rússia.

No Brasil, estudos realizados pela Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia (Coppe) da Universidade Federal do Rio de Janeiro apontam para um potencial de 40 GW (gigawatts). A Coppe, por sinal, está em fase de implantação de um projeto piloto para geração de energia a partir das ondas no litoral do Ceará. Realizado em parceria com o governo local e financiado pela Eletrobrás e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e



**Figura 5.4 – Geração de energia em usina maremotriz.**

Fonte: Adaptado de [www.treehugger.com](http://www.treehugger.com).

Tecnológico (CNPq), a proposta é construir uma usina composta por 20 módulos, com capacidade de geração de 500 kW (quilowatts).

## REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) – disponível em [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)

BP Global – disponível em [www.bp.com](http://www.bp.com)

Empresa de Pesquisa Energética (EPE) – disponível em [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)

International Energy Agency (IEA) – disponível em [www.iea.org](http://www.iea.org)

Ministério de Minas e Energia (MME) – disponível em [www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br)

REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century). Renewables 2007 – Global Status Report, disponível em [www.ren21.net](http://www.ren21.net)

World Wind Energy Association (WWEA) – disponível em [www.wwea.org](http://www.wwea.org)





# Parte III

## *Fontes não-renováveis*

6

*Gás Natural*

## Box 6

# A produção de energia elétrica e a co-geração

A aplicação do gás natural na produção de energia elétrica pode ser dividida em duas modalidades. Uma delas é a geração exclusiva da eletricidade. Outra é a co-geração, da qual se extrai, também, o calor e o vapor utilizados em processos industriais.

Nas usinas termelétricas, a primeira etapa do processo consiste na mistura de ar comprimido com o gás natural a fim de se obter a combustão. O resultado é a emissão de gases em alta temperatura, que provocam o movimento das turbinas conectadas aos geradores de eletricidade. A energia térmica, portanto, transforma-se em mecânica e, em seguida, em elétrica.

O destino dado ao gás natural após esta aplicação determina se o ciclo da termelétrica será simples (ou aberto) ou combinado (fechado). No primeiro caso – o mais tradicional – os gases são resfriados e liberados na atmosfera por meio de uma chaminé. No ciclo combinado, ainda em alta temperatura, os gases são transformados em vapor que, direcionado às turbinas, novamente provoca o seu movimento. Assim, a característica básica de termelétricas a ciclo combinado é a operação conjunta de turbinas movidas a gás e a vapor.

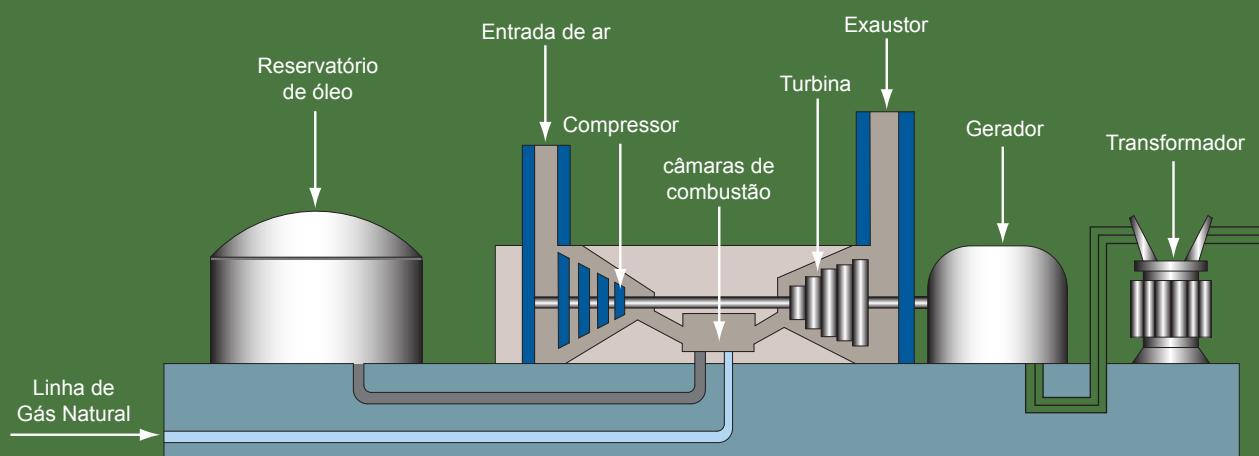
A tecnologia do ciclo combinado é recente (década de 80) e passa por processo de expansão em todo o mundo, inclusive no Brasil. Embora exija maiores investimentos que aqueles aplicados nas usinas de ciclo simples, aumenta a eficiência do processo de geração. Em outras palavras: com a mesma quantidade de gás natural é possível obter maior produção de energia elétrica. No ciclo simples, o grau de eficiência é de 38,7%,

segundo análise sobre o gás natural constante do Plano Nacional de Energia 2030. Na termelétrica a ciclo combinado, o grau de eficiência fica em torno de 50%.

A co-geração pode ser realizada com todos os combustíveis usados em usinas termelétricas – por exemplo, óleos, biomassa e carvão, além do gás natural. A opção por um ou por outro depende, em última instância, da disponibilidade de suprimento e das características do consumidor.

Em síntese, o processo de co-geração permite a produção simultânea de energia elétrica, energia térmica e vapor. No caso do gás natural, os dois últimos são produzidos a partir do calor gerado na produção da eletricidade por usinas em ciclo simples e que, se não utilizado, seria liberado na atmosfera. Este calor é recuperado antes da emissão dos gases e destinado à produção de vapor, do ar quente ou da refrigeração.

Um dos argumentos favoráveis à co-geração é a possibilidade de utilização da energia que naturalmente se perde no processo de geração da eletricidade nas termelétricas. Outro é a independência em relação ao suprimento fornecido por terceiros – no caso brasileiro, pelas distribuidoras ou comercializadoras de energia elétrica. Finalmente, um terceiro é a redução do volume de gases lançados na atmosfera, o que pode ser um fator de competitividade no momento atual, em que os consumidores estão cada vez mais exigentes com relação ao impacto ambiental provocado pelos produtos que adquirem.



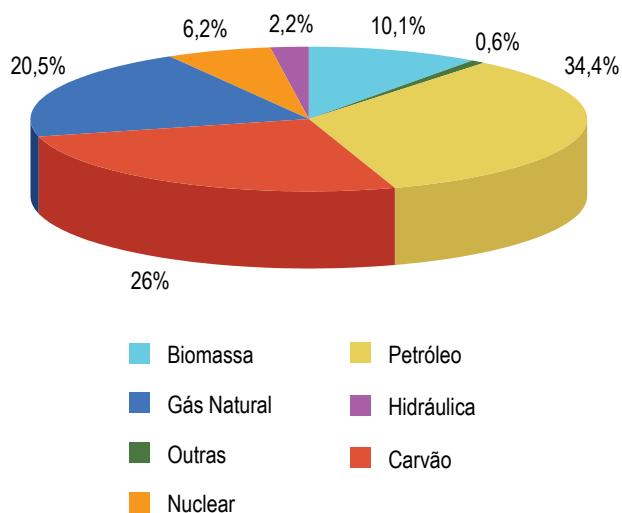
Perfil esquemático do processo de produção de energia elétrica a partir do gás natural



# Gás Natural

## 6.1 INFORMAÇÕES GERAIS

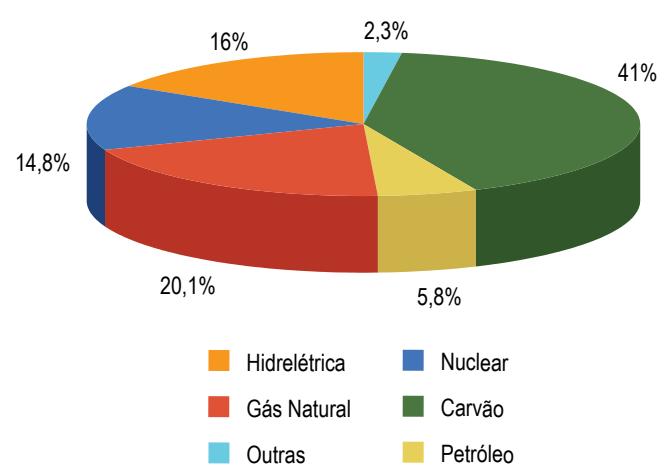
O gás natural transformou-se de sapo em príncipe na matriz energética mundial. No século XIX, nos Estados Unidos, era considerado um estorvo ao ser encontrado junto com o petróleo, pois exigia uma série de procedimentos de segurança que encareciam e complicavam as atividades de prospecção. No século XX, a partir dos anos 80, o consumo entrou em franca expansão e o gás natural transformou-se na fonte de energia de origem fóssil a registrar maior crescimento no mundo. Uma posição que detém até hoje e que deverá manter no médio prazo.



**Gráfico 6.1 – Participação do gás natural na oferta primária de energia no mundo em 2006.**

Fonte: IEA, 2008.

Apenas como exemplo: entre 1973 e 2007, a produção mundial mais que dobrou, ao passar de 1,227 bilhões de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) para 3,031 bilhões de m<sup>3</sup>, segundo o estudo Key World Energy Statistics, publicado pela International Energy Agency (IEA) em 2008. Ainda assim, o gás natural manteve a terceira posição na matriz energética mundial (abaixo de carvão e derivados de petróleo). No entanto, saltou do quarto para o segundo lugar dentre as principais fontes produtoras da energia elétrica, sendo superado apenas pelo carvão (Gráficos 6.1 e 6.2 abaixo).

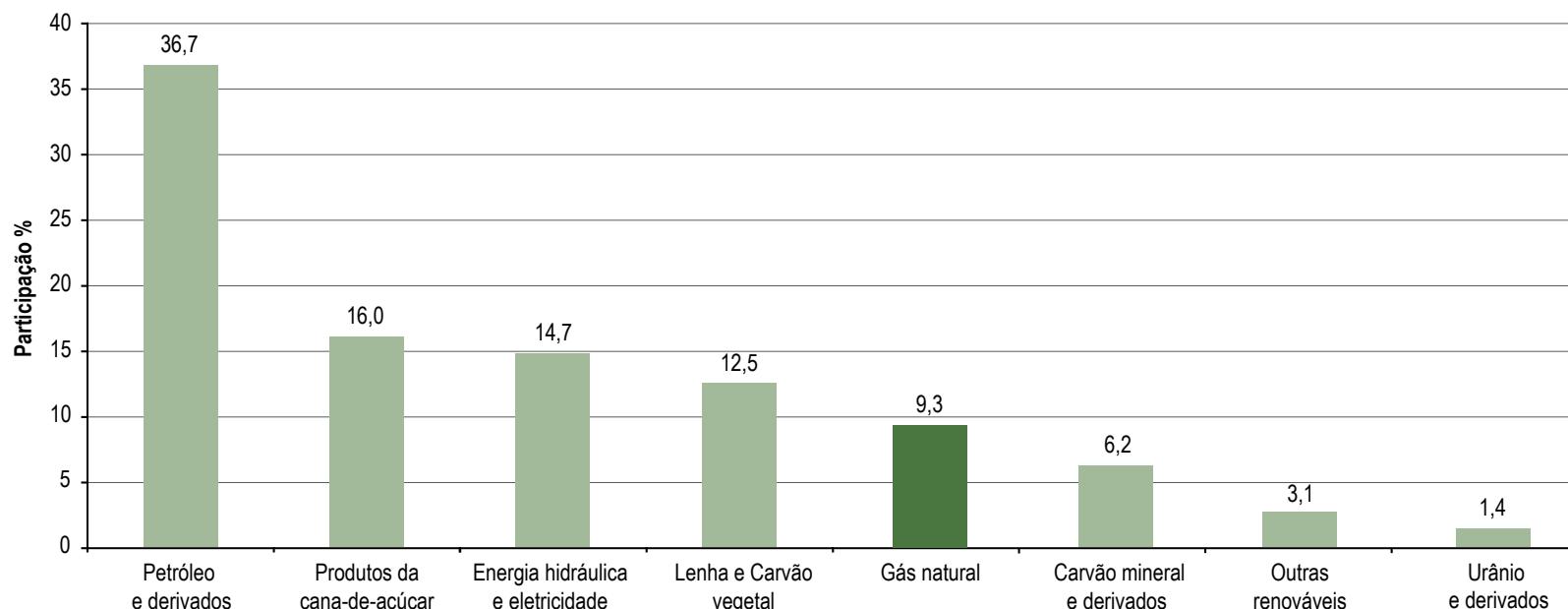


**Gráfico 6.2 – Participação do gás natural na produção mundial de energia elétrica em 2006.**

Fonte: IEA, 2008.

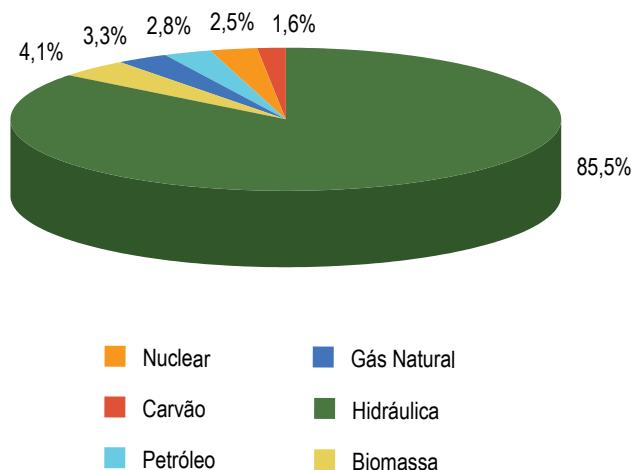
No Brasil, a evolução no mesmo período foi ainda mais expressiva: 5650%, ao passar de 0,2 bilhões de m<sup>3</sup> para 11,3 bilhões de m<sup>3</sup>, como registra o estudo BP Statistical Review of World Energy 2008. Ainda assim, a participação atual, de 9,3%, coloca o gás natural na quinta posição na matriz energética nacional.

Superado por lenha e carvão vegetal; energia hidráulica e eletricidade; produtos da cana-de-açúcar e petróleo e derivados, como mostra o Gráfico 6.3 abaixo. Na produção de energia elétrica, a participação é de 3,3%. Neste caso, o gás natural fica atrás da hidráulica e biomassa (Gráfico 6.4 em seguida).



**Gráfico 6.3 – Participação do gás natural na oferta primária de energia no Brasil em 2007.**

Fonte: MME, 2008.

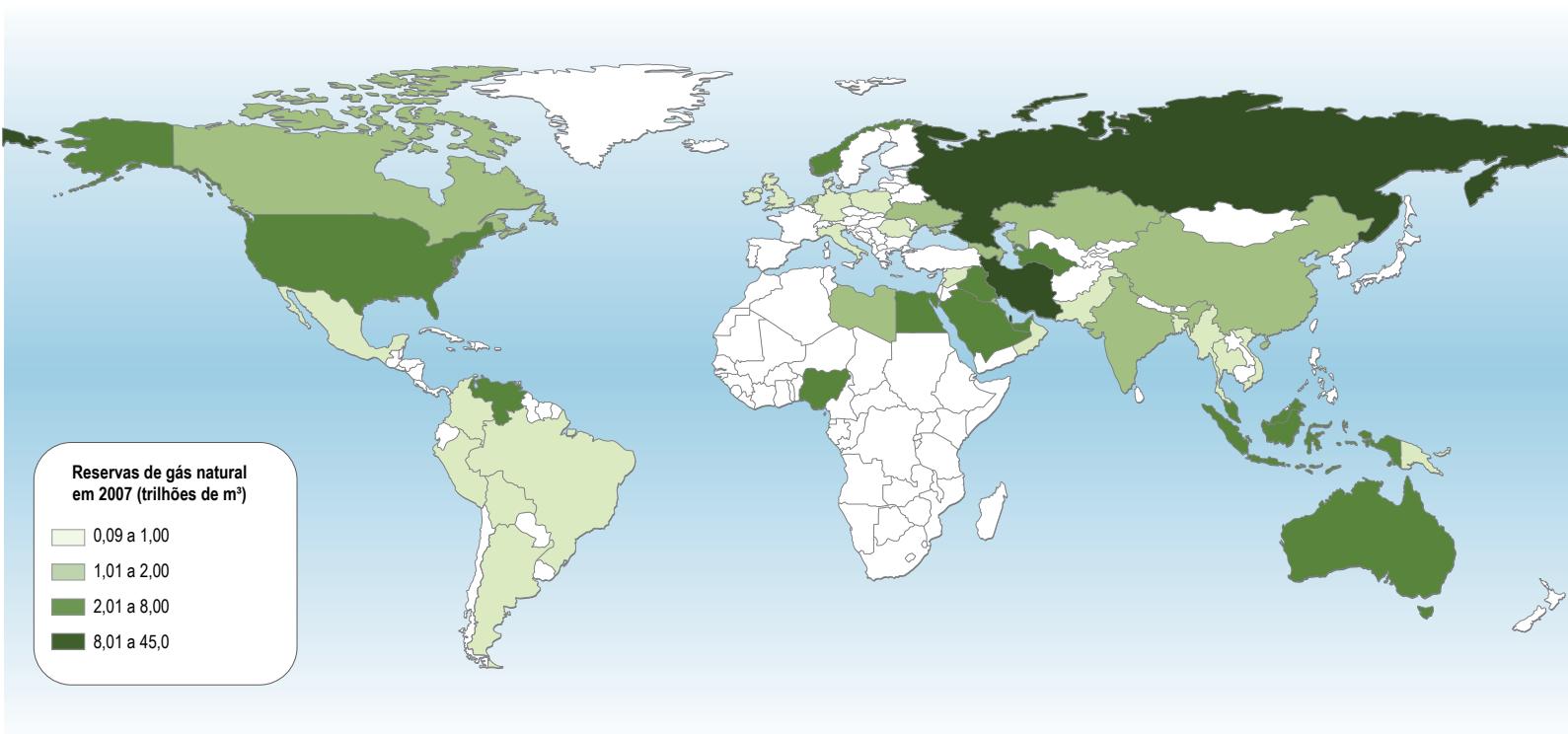


**Gráfico 6.4 – Participação do gás natural na produção de energia elétrica no Brasil em 2007.**

Fonte: MME, 2008 (adaptado).

O interesse pelo gás natural está diretamente relacionado à busca de alternativas ao petróleo e de fontes menos agressivas ao meio ambiente. Este comportamento resultou na intensificação das atividades de prospecção e exploração, particularmente entre os países em desenvolvimento. O resultado foi não só o aumento do volume, mas também a expansão geográfica das reservas provadas (são reservas cujos reservatórios estão em produção ou os fluidos nele contidos têm sua existência e capacidade de produzir comprovadas por testes). Até a década de 70, essas reservas concentravam-se em poucas regiões, como América do Norte e antiga União Soviética.

A nova distribuição geográfica também favoreceu o transporte, conforme Figura 6.1 a seguir. Historicamente, este é o maior entrave à disseminação do energético, visto necessitar de elevados investimentos, tanto na construção de dutos especiais quanto no processo de produção do GNL (gás natural liquefeito). Afinal, quanto mais pulverizadas as reservas, mais próximas dos centros consumidores elas se encontram.



**Figura 6.1 - Reservas de gás natural no mundo em trilhões de m<sup>3</sup>.**

Fonte: BP, 2008 (adaptado).

Um exemplo é o próprio Brasil, cuja expansão acelerada do consumo está diretamente relacionada às importações da Bolívia – que, desde os anos 80, está entre os países com maiores reservas da América Latina, junto à Argentina e Venezuela. Essa importação foi proporcionada pelo início de operação do gasoduto Bolívia/Brasil em 1999.

Um caso de aumento da comercialização com base no GNL é o Oriente Médio, particularmente o Irã. A região possui uma das maiores reservas mundiais, mas encontra-se distante dos centros consumidores. Assim, apenas a partir do desenvolvimento da tecnologia do GNL passou a exportar para América do Norte, Europa e Ásia, transformando-se em um dos maiores fornecedores mundiais.

De acordo com o BP Statistical Review of World Energy 2008, as reservas provadas mundiais no final de 2007 eram suficientes para o abastecimento mundial durante os próximos 60 anos. Isto representa um decréscimo em relação às projeções com base na conjuntura de 2005, que apontavam para 66 anos. A configuração deste cenário, porém, depende de inúmeras variáveis. Entre elas, a continuidade das atividades de exploração, o comportamento do consumo e a expansão das fontes renováveis de energia, o que preserva a utilização dos combustíveis fósseis.

### O que é o gás natural

A versatilidade é a principal característica do gás natural. Este energético pode ser utilizado tanto na geração de energia elétrica, quanto em motores de combustão do setor de transportes, na produção de chamas (como substituto ao gás liquefeito de petróleo, GLP), calor e vapor. Por isso, a aplicação é possível em todos os setores da economia: indústria, comércio, serviços e residências.

Este recurso natural também pode passar por um processo de transformação para dar origem a derivados similares aos do petróleo, porém menos agressivos ao meio ambiente. Essa tecnologia, denominada *gas-to-liquid* (GTL), é recente, tem custos elevados e é dominada por poucas empresas. Outros elementos positivos são a capacidade de dispersão em casos de vazamento e a pequena emissão de poluentes em toda a cadeia produtiva se comparado aos demais combustíveis fósseis.

O gás natural é um hidrocarboneto resultante da decomposição da matéria orgânica durante milhões de anos. É encontrado no subsolo, em rochas porosas isoladas do meio ambiente por uma camada impermeável. Em suas primeiras etapas de decomposição, esta matéria orgânica de origem animal

produz o petróleo. Em seus últimos estágios de degradação, o gás natural. Por isso, é comum a descoberta do gás natural tanto associado ao petróleo quanto em campos isolados (gás natural não associado).

Assim como ocorre no petróleo, a composição básica do gás natural são as moléculas de hidrocarbonetos (átomos de hidrogênio e carbono) encontradas em estado volátil e de baixa densidade. O elemento predominante é o gás metano, mas também há, em proporções variadas, etano, propano, butano, gás carbônico, nitrogênio, água, ácido clorídrico e metanol, além de outros. A proporção de cada um na composição final depende de uma série de variáveis naturais, como processo de formação e condições de acumulação no reservatório. Em seu estado bruto, o gás natural não tem cheiro e é mais leve que o ar. Assim, deve ser odorizado para que eventuais casos de vazamento sejam detectados.

A cadeia produtiva do gás natural envolve seis etapas. A primeira é exploração, na qual o foco é a possibilidade de ocorrência ou não do gás natural. A segunda é a exploração, que consiste na instalação da infra-estrutura necessária à operação do poço e nas atividades de perfuração, completação e recompletação de poços (colocação das cabeças de vedação, válvulas, comandos remotos e demais acessórios que permitirão a produção). A terceira é a produção, processamento em campo (para separação do petróleo em caso de o gás ser associado) e o transporte até a base de armazenamento. A quarta é o processamento, na qual se retiram as frações pesadas e se realiza a compressão do gás para a terra ou para a estação de tratamento. A quinta é o transporte e armazenamento (esta última não existe no Brasil, mas é comum em países de clima frio, de modo a formar um estoque regulador para o inverno). E, finalmente, há a distribuição, que é a entrega do gás natural para o consumidor final.

O transporte do poço às unidades de consumo exige a construção de uma rede de gasodutos de capacidade e pressão variáveis. O ramal principal, que liga o poço às instalações de distribuição, é dimensionado para transporte de grandes volumes a elevada pressão. Os ramais secundários, que chegam ao consumidor final, são menores, mais pulverizados e, no geral, subterrâneos. Para o caso de grandes consumidores, há uma estação intermediária chamada *city gate*.

No caso de não ser possível construir o gasoduto, o gás passa por um processo de liquefação, no qual atinge 160 graus abaixo de zero. Esse processo reduz o volume 600 vezes, o que favorece o transporte por navios chamados “metaneiros”. No porto

receptor, esse material é encaminhado a plantas ou terminais de armazenamento e regaseificação para posterior distribuição.

No Brasil, a única companhia a operar na exploração e transporte de gás natural é a Petrobras, sozinha ou em parceria com a iniciativa privada (como é o caso do gasoduto Bolívia/Brasil). Já para a distribuição, o país tem 27 empresas, das quais a maioria conta com participação da Petrobras no capital acionário. Essas empresas detêm o monopólio de atuação em suas regiões de concessão. De acordo com o balanço anual da Petrobras referente a 2007, o país contava com uma malha total de 6.511 quilômetros de dutos conforme mostra o Mapa 6.1 ao lado.

## 6.2 RESERVAS, PRODUÇÃO E CONSUMO NO MUNDO

As reservas totais provadas no mundo eram, ao final de 2007, de 177,36 trilhões de m<sup>3</sup>. O Oriente Médio liderava o ranking mundial, com 73,2 trilhões de m<sup>3</sup>, correspondentes a 41,3% do total. Beneficiado pelos recursos existentes no Irã e pela intensificação das atividades de exploração nos últimos 20 anos, a região superou a tradicional Europa e antiga União Soviética, que hoje detém 33,5% de participação, diante dos 42,2% de 1987, conforme registra o BP Statistical Review of World Energy 2008. A América do Norte, outra região tradicional entre as maiores do ranking, também reduziu sua participação no período: de 9,5% para 4,5%. A Tabela 6.1 abaixo mostra os países com maiores reservas de gás natural.

**Tabela 6.1 - Reservas de gás natural no mundo**

|    | Paises          | Trilhões m <sup>3</sup> | %     |
|----|-----------------|-------------------------|-------|
| 1  | Rússia          | 44,65                   | 25,20 |
| 2  | Irã             | 27,8                    | 15,70 |
| 3  | Catar           | 25,6                    | 14,40 |
| 4  | Arábia Saudita  | 7,17                    | 4,00  |
| 5  | Emirados Árabes | 6,09                    | 3,40  |
| 6  | Estados Unidos  | 5,98                    | 3,40  |
| 7  | Nigéria         | 5,3                     | 3,00  |
| 8  | Venezuela       | 5,15                    | 2,90  |
| 9  | Argélia         | 4,52                    | 2,50  |
| 10 | Iraque          | 3,17                    | 1,80  |
| 40 | Brasil          | 0,36                    | 0,20  |
|    | Outros          | 41,57                   | 23,50 |
|    | Total           | 177,36                  | 100   |

Fonte: BP, 2008.



Fonte: ANP, 2007.

ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL - 3ª EDIÇÃO

Escala Gráfica: 0 250 500 km

MAPA 6.1 - Estrutura de produção e movimentação de gás natural - 2007

As duas regiões continuam, no entanto, a ser as maiores produtoras mundiais, beneficiadas pelas atividades da Rússia (20,7% do total) e Estados Unidos (18,6%). Ambas são também as maiores consumidoras mundiais e contam, como elemento favorável às atividades, com a rede de gasodutos já existente, erguida ao longo do século XX. Com consumo de 652,9 bilhões de m<sup>3</sup> em 2007, os Estados Unidos não apenas

absorvem toda a produção interna (545,9 bilhões de m<sup>3</sup> em 2007) como importam parte do gás natural do Canadá e do México. Já a Rússia, que em 2007 produziu 607,4 bilhões de m<sup>3</sup> para um consumo de 438,8 bilhões de m<sup>3</sup>, exporta parte da produção – tanto para os países que compunham a antiga União Soviética quanto, por meio deles, para os mercados europeus (Tabelas 6.2 e 6.3 abaixo).

**Tabela 6.2 - Produção de gás natural em 2007**

| País              | Bilhões de m <sup>3</sup> | %          |
|-------------------|---------------------------|------------|
| 1º Rússia         | 607,4                     | 20,7       |
| 2º Estados Unidos | 545,9                     | 18,6       |
| 3º Canadá         | 183,7                     | 6,2        |
| 4º Irã            | 111,9                     | 3,8        |
| 5º Noruega        | 89,7                      | 3,1        |
| 6º Argélia        | 83,0                      | 2,8        |
| 7º Arábia Saudita | 75,9                      | 2,6        |
| 8º Reino Unido    | 72,4                      | 2,5        |
| 9º China          | 69,3                      | 2,4        |
| 10º Turcomenistão | 67,4                      | 2,3        |
| <b>40º Brasil</b> | <b>11,3</b>               | <b>0,4</b> |
| <b>Total</b>      | <b>2940,0</b>             | <b>100</b> |

Fonte: BP, 2008.

**Tabela 6.3 - Consumo de gás natural em 2007**

| País              | Bilhões de m <sup>3</sup> | %          |
|-------------------|---------------------------|------------|
| 1º Estados Unidos | 652,9                     | 22,3       |
| 2º Rússia         | 438,8                     | 15,0       |
| 3º Irã            | 111,8                     | 3,8        |
| 4º Canadá         | 94,0                      | 3,2        |
| 5º Reino Unido    | 91,4                      | 3,1        |
| 6º Japão          | 90,2                      | 3,1        |
| 7º Alemanha       | 82,7                      | 2,8        |
| 8º Itália         | 77,8                      | 2,7        |
| 9º Arábia Saudita | 75,9                      | 2,6        |
| 10º China         | 67,3                      | 2,3        |
| <b>30º Brasil</b> | <b>22,0</b>               | <b>0,8</b> |
| <b>Total</b>      | <b>2921,9</b>             | <b>100</b> |

Fonte: BP, 2008.

Uma característica do mercado do gás natural é o aquecido comércio internacional. Mas, se, de um lado, ela favorece a expansão do consumo, de outro subordina-se à política externa do país fornecedor e às relações bilaterais entre fornecedor e comprador – o que causa uma certa insegurança com relação ao suprimento. A redução dos volumes de gás natural enviados ao Brasil por Bolívia e Argentina a partir de 2007, por exemplo, comprometeram a operação de várias termelétricas abastecidas pelo combustível em um período de seca – quando, portanto, era crucial preservar a água dos reservatórios. Em 2006, a Rússia também interrompeu o fornecimento à Ucrânia – totalmente dependente do energético e fornecedora da Europa – alegando a necessidade de aumento de preços.

Nas Américas Central e do Sul, as reservas não são significativas: respondem por apenas 4,4% do total mundial e se mantiveram praticamente inalteradas ao longo dos últimos 20 anos. No entanto, considerando o volume produzido (relação reserva/produção, ou R/P) ao longo dos últimos anos, os recursos existentes são suficientes para cerca de 50 anos. Pela ordem,

os maiores produtores são Argentina (44,8 bilhões de m<sup>3</sup> em 2007), Trinidad & Tobago (39 bilhões de m<sup>3</sup>), Venezuela (28,5 bilhões de m<sup>3</sup>) e Bolívia (13,5 bilhões de m<sup>3</sup>).

A participação individual de cada um desses países na oferta mundial de gás natural é pouco expressiva: oscila em torno de 1%. A importância da produção, portanto, é regional. Um exemplo é a relação Bolívia-Brasil-Argentina, países que, por meio de uma rede de gasodutos, podem intercambiar o gás natural. Bolívia, cuja produção aumentou 6,5% em 2007, é a maior fornecedora para os dois países. Para o Brasil, enviou 9,8 bilhões de m<sup>3</sup> em 2007, o que representou a quase totalidade do gás natural importado pelo Brasil. Para a Argentina, vendeu 1,85 bilhão de m<sup>3</sup>. A Argentina, embora tenha reservas significativas, produz basicamente para o mercado interno, altamente dependente do gás natural. Em 2007, enviou apenas 0,12 bilhão de m<sup>3</sup> para o Brasil e, em ocasiões de escassez no fornecimento de energia elétrica, como tem ocorrido nos últimos anos, suspende as exportações em benefício do consumo interno.

No Brasil, o gás natural é encontrado, em geral, associado ao petróleo. Tanto que a maior parte das reservas localiza-se no mar e não em terra, principalmente no litoral do Rio de Janeiro e Espírito Santo, como mostra abaixo a Tabela 6.4. No total, em 2007, as reservas nacionais corresponderam a 360 bilhões de m<sup>3</sup>, menos de 0,2% do total mundial e, de acordo com a BP,

suficientes para abastecer o país durante 32,3 anos considerando o volume produzido no período, de 11,3 bilhões de m<sup>3</sup>. Segundo estudo sobre gás natural constante do Plano Nacional de Energia 2030, as perspectivas de maior oferta futura de gás natural no Brasil localizam-se no Espírito Santo, Bacia de Campos e, principalmente, na Bacia de Santos.

**Tabela 6.4 - Reservas provadas<sup>1</sup> de gás natural, por localização (terra e mar), segundo Unidades da Federação**

| Unidades da Federação | Localização | Reservas provadas de gás natural (milhões m <sup>3</sup> ) |                |                |                |                |                |                |                |                |                | 07/06 %     |
|-----------------------|-------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
|                       |             | 1998   | 1999           | 2000           | 2001           | 2002           | 2003           | 2004           | 2005           | 2006           | 2007           |             |
| CE                    | Terra       | 1  | 1              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | ..          |
|                       | Mar         | 1.438  | 1.808          | 1.595          | 1.186          | 1.462          | 1.139          | 1.066          | 995            | 825            | 825            | -0,08       |
| RN                    | Terra       | 3.770  | 6.171          | 3.837          | 3.918          | 3.585          | 3.151          | 2.870          | 2.558          | 2.397          | 1.942          | -19,00      |
|                       | Mar         | 13.206   | 17.520         | 16.841         | 15.930         | 17.221         | 17.289         | 18.337         | 15.059         | 14.047         | 11.755         | -16,32      |
| AL                    | Terra       | 8.181  | 7.268          | 5.961          | 5.766          | 4.719          | 4.286          | 3.929          | 3.525          | 3.241          | 3.042          | -6,14       |
|                       | Mar         | 980  | 1.563          | 1.272          | 1.154          | 1.118          | 980            | 1.198          | 1.084          | 815            | 850            | 4,28        |
| SE                    | Terra       | 901  | 925            | 789            | 864            | 820            | 861            | 829            | 768            | 814            | 761            | -6,45       |
|                       | Mar         | 4.165  | 5.385          | 4.861          | 4.132          | 3.860          | 2.525          | 3.286          | 2.751          | 2.978          | 2.842          | -4,58       |
| BA                    | Terra       | 22.261   | 23.705         | 20.786         | 19.774         | 17.244         | 16.987         | 15.636         | 12.379         | 11.474         | 8.470          | -26,18      |
|                       | Mar         | 2.554  | 4.183          | 4.126          | 3.083          | 10.101         | 8.681          | 9.625          | 9.388          | 14.269         | 26.423         | 85,18       |
| ES                    | Terra       | 2.312  | 2.510          | 2.826          | 2.288          | 1.809          | 2.237          | 1.018          | 1.057          | 3.364          | 1.140          | -66,11      |
|                       | Mar         | 3.496  | 5.453          | 5.477          | 9.499          | 14.467         | 15.258         | 21.286         | 31.271         | 37.385         | 37.594         | 0,56        |
| PR <sup>3</sup>       | Terra       | 800  | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | 1              | ..          |
|                       | Mar         | 1.836  | -              | 43             | 68             | 34             | 61             | 26             | 15             | 9              | 568            | 6.375,45    |
| SC <sup>4</sup>       | Mar         | -  | -              | -              | -              | -              | 44             | 11             | 7              | 7              | 206            | 2.716,77    |
| AM                    | Terra       | 59.960   | 44.897         | 44.402         | 44.549         | 47.893         | 49.075         | 49.448         | 51.465         | 53.232         | 52.774         | -0,86       |
| MA                    | Terra       | -  | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | ..          |
| RJ <sup>2</sup>       | Mar         | 94.419   | 104.904        | 103.515        | 106.246        | 116.339        | 119.257        | 119.049        | 145.378        | 164.503        | 167.917        | 2,08        |
| SP                    | Mar         | 5.664  | 4.940          | 4.669          | 4.273          | 3.875          | 3.508          | 78.471         | 28.696         | 38.543         | 47.881         | 24,23       |
| Subtotal              | Terra       | 98.185   | 85.477         | 78.601         | 77.159         | 76.070         | 76.597         | 73.730         | 71.752         | 74.522         | 68.131         | -8,58       |
|                       | Mar         | 127.758  | 145.756        | 142.398        | 145.572        | 168.477        | 168.743        | 252.354        | 234.643        | 273.381        | 296.860        | 8,59        |
| <b>Total</b>          |             | <b>225.944</b>   | <b>231.233</b> | <b>220.999</b> | <b>222.731</b> | <b>244.547</b> | <b>245.340</b> | <b>326.084</b> | <b>306.395</b> | <b>347.903</b> | <b>364.991</b> | <b>4,91</b> |

Fontes: Adaptada de ANP/SDP, conforme a Portaria ANP nº 9/2000 a partir de 1999; Petrobras/Serplan para os anos anteriores.

Notas:

- Reservas em 31/12 dos anos de referência.

- Inclui condensado.

1- Incluindo as reservas dos campos cujos Planos de Desenvolvimento estão em análise.

2- As reservas do campo de Roncador e Frade estão apropriadas totalmente no estado do Rio de Janeiro por simplificação.

3- As reservas do campo de Caravela estão apropriadas totalmente no estado do Paraná por simplificação.

4- As reservas do campo de Tubarão estão apropriadas totalmente no estado de Santa Catarina por simplificação.

A exploração do recurso no país começou timidamente nos anos 40, com descobertas de gás associado a petróleo na Bahia. Inicialmente, a produção atendeu apenas às indústrias do Recôncavo Baiano. Após alguns anos, a exploração e produção estenderam-se também às bacias de Sergipe e Alagoas. O grande salto das reservas ocorreu nos anos 80, com a descoberta na Bacia de Campos. Finalmente, o início de operação do gasoduto Bolívia/Brasil, em 1999, com capacidade para transportar 30 milhões de m<sup>3</sup> por dia, aumentou significativamente a oferta do gás natural no país. Com um total de 2.593 quilômetros de extensão, o gasoduto parte de Rio Grande (Bolívia) e chega a Porto Alegre (RS), passando por cinco estados brasileiros (Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul).

De acordo com dados do Balanço Energético Nacional (BEN), da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), que são ligeiramente diferentes dos dados da BP, em 2007 o país consumiu 22,9 bilhões de m<sup>3</sup>, ou 4% a mais que no ano anterior. A produção local foi de 18,15 bilhões de m<sup>3</sup> e as importações ficaram em 10,33 bilhões de m<sup>3</sup>. Assim, o país contou com a oferta total de 28,486 bilhões de m<sup>3</sup> (a diferença entre a oferta total e consumo corresponde às perdas do processo), a maior parte destinada ao setor industrial (9,196 bilhões de m<sup>3</sup>) e para usinas termelétricas (4,013 bilhões de m<sup>3</sup>), como mostra o BEN, ainda que o consumo no setor residencial e de transporte rodoviário também tenha aumentado – com destaque a este último, que registrou uma variação de 10% em relação a 2006 e de 5.444% se comparado a 1997, como mostra a Tabela 6.5 ao lado.

Em 2008, o Brasil, portanto, era dependente das importações da Bolívia. A descoberta do campo de Júpiter, rico em gás natural e localizado na camada pré-sal da Bacia de Santos, poderá lhe conferir, no médio prazo, a auto-suficiência. A estimativa de reservas ainda está em fase de levantamento mas, segundo a Petrobras, as dimensões do campo de Júpiter são similares ao campo de Tupi, descoberto em 2007 também na Bacia de Santos, cujas reservas são estimadas entre 176 bilhões e 256 bilhões de m<sup>3</sup>.

Até 2010 deve entrar em operação, também, o campo de Mexilhão, primeiro empreendimento da Petrobras de gás natural não associado ao petróleo. Descoberto em 2003 na Bacia de Santos, o campo tem capacidade estimada para produzir 15 milhões de m<sup>3</sup> por dia.

O Brasil também dispõe de importantes reservas no estado do Amazonas. Na bacia de Urucu, elas são estimadas em 52,8 bilhões de m<sup>3</sup>. No local, a Petrobras constrói o gasoduto Urucu-

**Tabela 6.5 - Produção de gás natural no Brasil**

| Gás Natural                         | milhões m <sup>3</sup> |               |
|-------------------------------------|------------------------|---------------|
| Identificação                       | 1997                   | 2007          |
| <b>Produção</b>                     | <b>9.825</b>           | <b>18.152</b> |
| <b>Importação</b>                   | <b>0</b>               | <b>10.334</b> |
| <b>Var.Est.Perdas e Ajustes (*)</b> | <b>-3.592</b>          | <b>-5.573</b> |
| <b>Consumo total</b>                | <b>6.233</b>           | <b>22.913</b> |
| Transformação                       | 825                    | 5.627         |
| Produção de derivados petróleo      | 561                    | 2.109         |
| Geração elétrica                    | 264                    | 3.518         |
| Consumo final                       | 5.408                  | 17.286        |
| Consumo final não-energético        | 768                    | 877           |
| Consumo final energético            | 4.640                  | 16.409        |
| Setor energético                    | 1.226                  | 4.013         |
| Residencial                         | 81                     | 251           |
| Comercial/Público                   | 92                     | 377           |
| Transportes                         | 47                     | 2.559         |
| Rodoviário                          | 47                     | 2.559         |
| Industrial                          | 3.194                  | 9.196         |
| Cimento                             | 37                     | 28            |
| Ferro-gusa e aço                    | 804                    | 1.379         |
| Ferro-ligas                         | 0                      | 33            |
| Mineração e pelotização             | 175                    | 264           |
| Não-ferrosos e outros meta          | 41                     | 718           |
| Química                             | 1.085                  | 2.567         |
| Alimentos e bebidas                 | 168                    | 667           |
| Têxtil                              | 81                     | 423           |
| Papel e celulose                    | 162                    | 678           |
| Cerâmica                            | 116                    | 1.091         |
| Outros                              | 525                    | 1.348         |

(\*) Inclusive não-aproveitada e reinjeção.

Fonte: MME, 2008.

Coari-Manaus, que visa transportar gás natural para geração de energia elétrica em Manaus, atendida em 2008 por termelétricas movidas a óleo combustível e óleo diesel. O gasoduto, porém, enfrenta críticas principalmente de ambientalistas, que apontam para o seu alto impacto ambiental e social, uma vez que o seu trajeto passa próximo a reservas indígenas.

### 6.3 GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL E NO MUNDO

A IEA estima que a demanda por gás natural para produção de energia elétrica irá manter-se em expansão mundial até 2020, particularmente em regiões como Ásia e África. O movimento será estimulado, principalmente, pela substituição de outros

combustíveis fósseis, como carvão e derivados de petróleo. Após a crise do petróleo dos anos 70, vários países menos desenvolvidos passaram a avaliar a aplicação do gás natural para a produção de energia elétrica, a exemplo do que ocorria com os países industrializados. Simultaneamente, as tecnologias de geração termelétrica avançaram, embora as empresas de eletricidade ainda estivessem concentradas no carvão e na energia nuclear. No Brasil, a matriz da energia elétrica é predominantemente hidráulica e esta característica não deverá se alterar no médio prazo. No entanto, de acordo com o Plano Nacional de Energia 2030 produzido pela EPE, a participação das termelétricas movidas a gás natural deverá aumentar, no curto e médio prazos. Essas usinas operariam de maneira complementar às hidrelétricas. Em outras palavras, seriam colocadas em operação em momentos de acentuado aumento de demanda ou

redução da oferta hidráulica – por exemplo, nos períodos de estiagem, onde é necessário preservar os reservatórios.

Em novembro de 2008, segundo o Banco de Informações de Geração da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), existem 85 usinas termelétricas abastecidas a gás natural em operação no país, com um total instalado de 11 mil MW (megawatts) – ou pouco mais de 10% da potência total instalada no país, de 103 mil MW, como mostra a Tabela 6.6 abaixo. Duas características se destacam neste conjunto. A primeira é a concentração dos empreendimentos nas regiões em que já existem gasodutos em operação – o que favorece o acesso ao suprimento por parte dos operadores. Outra é que boa parte dessas usinas é propriedade de companhias representantes do setor industrial, comercial ou de serviços.

**Tabela 6.6 - Centrais termelétricas a gás natural em operação no Brasil em novembro de 2008**

| Usina  | Potência (kW) | Destino da Energia | Município                   | Proprietário  |
|--|---------------|--------------------|-----------------------------|---|
| Aeroporto de Maceió                                  | 790           | PIE                | Maceió - AL                 | Petrobras Distribuidora S/A.                                  |
| Ahlstrom   | 1.300         | COM                | Louveira - SP               | Iqara Energy Services Ltda.                                   |
| Alto do Rodrigues                                    | 11.800        | APE                | Alto do Rodrigues - RN      | Petróleo Brasileiro S/A.                                      |
| Araucária  | 484.150       | PIE                | Araucária - PR              | Petróleo Brasileiro S/A.                                      |
| Asfor  | 3.350         | APE                | Fortaleza - CE              | Lubrificantes e Derivados de Petróleo do Nordeste - PETROBRÁS |
| Atalaia  | 4.600         | APE                | Aracaju - SE                | Petróleo Brasileiro S/A.                                      |
| Aureliano Chaves (Ex-Ibirité)                        | 226.000       | PIE                | Ibirité - MG                | Petróleo Brasileiro S/A.                                      |
| Barbosa Lima Sobrinho (Ex-Eletrobolt)                | 385.900       | PIE                | Seropédica - RJ             | Sociedade Fluminense de Energia Ltda.                         |
| Bayer  | 3.840         | APE                | São Paulo - SP              | Bayer S/A.  |
| Brahma   | 13.080        | PIE                | Rio de Janeiro - RJ         | Energyworks do Brasil Ltda.                                   |
| Camaçari   | 250.400       | PIE                | Camaçari - BA               | Braskem S/A.  |
| Camaçari   | 346.803       | SP                 | Dias d'Ávila - BA           | Companhia Hidro Elétrica do São Francisco                     |
| Campos (Roberto Silveira)                            | 114.150       | SP                 | Campos dos Goytacazes - RJ  | Furnas Centrais Elétricas S/A.                                |
| Carioca Shopping                                     | 3.200         | APE-COM            | Rio de Janeiro - RJ         | Administradora Carioca de Shopping Centers S/C Ltda.          |
| Casa de Geradores de Energia Elétrica F-242          | 9.000         | PIE                | São José dos Campos - SP    | Empresa Brasileira de Aeronáutica S/A.                        |
| Celpav IV  | 138.680       | APE-COM            | Jacareí - SP                | Votorantim Celulose e Papel S/A.                              |
| Celso Furtado (Ex-Termobahia Fase I)                 | 185.891       | PIE                | São Francisco do Conde - BA | Termobahia S/A.   |
| Central de Co-geração Shopping - Aracaju             | 2.600         | APE                | Aracaju - SE                | Condomínio do Shopping Center Jardins S/A.                    |
| Centro Operacional Região Metropolitana de São Paulo | 334           | APE                | São Paulo - SP              | Companhia de Gás de São Paulo                                 |
| Cenu   | 4.000         | APE                | São Paulo - SP              | Condomínio Centro Empresarial Nações Unidas S/C               |

Continua

Continuação

|  |           |         |                              |  |
|--|-----------|---------|------------------------------|--|
| Cesar Park Business Hotel/Globenergy                 | 2.100     | APE     | Guarulhos - SP               | Inpar Construções e Empreendimentos Imobiliários Ltda. |
| Cinal/Trikem   | 3.187,5   | APE     | Marechal Deodoro - AL        | Trikem S/A.  |
| Condominio World Trade Center                        | 5.250     | APE     | São Paulo - SP               | Condominio World Trade Center de São Paulo             |
| Contagem   | 19.299    | APE     | Contagem - MG                | Magnesita S/A.   |
| Crylor   | 8.000     | APE     | São José dos Campos - SP     | Radicifibras Indústria e Comércio Ltda.                |
| CTE Fibra  | 8.812     | APE     | Americana - SP               | Vicunha Textil S/A.                                    |
| CTE II   | 235.200   | APE-COM | Volta Redonda - RJ           | Companhia Siderúrgica Nacional                         |
| CTS-Central Termelétrica Sul (Ex Rhodia Santo André) | 11.000    | APE     | Santo André - SP             | Rhodia - Poliamida e Especialidades Ltda.              |
| Cuiabá   | 529.200   |         | Cuiabá - MT                  | Empresa Produtora de Energia                           |
| Energy Works Kaiser Jacareí                          | 8.592     | PIE     | Jacareí - SP                 | Energyworks do Brasil Ltda.                            |
| Energy Works Kaiser Pacatuba                         | 5.552     | PIE     | Pacatuba - CE                | Energyworks do Brasil Ltda.                            |
| EnergyWorks Corn Products Balsa                      | 9.119     | PIE     | Balsa Nova - PR              | Energyworks do Brasil Ltda.                            |
| EnergyWorks Corn Products Mogi                       | 30.775    | PIE     | Mogi Guaçu - SP              | Energyworks do Brasil Ltda.                            |
| Eucatex  | 9.800     | PIE     | Salto - SP                   | Eucatex S/A. Indústria e Comércio                      |
| Fernando Gasparian (Ex-Nova Piratininga)             | 386.080   | PIE     | São Paulo - SP               | Petróleo Brasileiro S/A.                               |
| Fortaleza  | 346.630   | PIE     | Caucaia - CE                 | Central Geradora Termelétrica Fortaleza S/A.           |
| GE Celma Ltda.                                       | 1.063     | APE     | Petrópolis - RJ              | GE Celma Ltda.   |
| Globo  | 5.160     | APE-COM | Duque de Caxias - RJ         | Infoglobo Comunicações Ltda.                           |
| Governador Leonel Brizola (Ex TermoRio)              | 1.058.300 | PIE     | Duque de Caxias - RJ         | TermoRio S/A.  |
| Iguatemi Bahia                                       | 8.316     | APE     | Salvador - BA                | Condomínio Shopping Center Iguatemi Bahia              |
| Iguatemi Fortaleza                                   | 4.794     | APE     | Fortaleza - CE               | Condomínio Civil Shopping Center Iguatemi              |
| IGW/Service Energy                                   | 2.825     | APE     | São Paulo - SP               | Telecomunicações de São Paulo S/A.                     |
| Imcopa   | 7.000     | APE     | Araucária - PR               | Importação, Exportação e Indústria de Óleos Ltda.      |
| Inapel   | 1.120     | COM     | Guarulhos - SP               | Iqara Energy Services Ltda.                            |
| Juiz de Fora   | 87.048    | PIE     | Juiz de Fora - MG            | Usina Termelétrica Juiz de Fora S/A.                   |
| Latasa   | 5.088     | APE-COM | Cabo de Santo Agostinho - PE | Rexam Beverage Can South América S/A.                  |
| Luiz Carlos Prestes (Ex-Três Lagoas)                 | 258.319   | PIE     | Três Lagoas - MS             | Petróleo Brasileiro S/A.                               |
| Macaíba (Ex Termo Toalia)                            | 5.680     | PIE     | Macaíba - RN                 | Coteminas S.A.   |
| Mário Lago (Ex. Macaé Merchant)                      | 922.615   | PIE     | Macaé - RJ                   | Termomacaé Ltda.                                       |
| Metalurgia Caraíba                                   | 18.000    | APE     | Dias d'Ávila - BA            | Caraíba Metais S/A.                                    |
| Millennium   | 4.781     | APE     | Camaçari - BA                | Millennium Inorganic Chemicals do Brasil S/A.          |
| Modular de Campo Grande (Willian Arjona)             | 206.350   | PIE     | Campo Grande - MS            | Tractebel Energia S/A.                                 |
| Norte Fluminense                                     | 868.925   | PIE     | Macaé - RJ                   | Usina Termelétrica Norte Fluminense S/A.               |
| Norte Shopping                                       | 3.750     | APE     | Rio de Janeiro - RJ          | Condomínio Geral NorteShopping                         |
| Operadora São Paulo Renaissance                      | 1.600     | APE     | São Paulo - SP               | Fundação dos Economiários Federais                     |
| Pamesa   | 4.072     | APE-COM | Cabo de Santo Agostinho - PE | Pamesa do Brasil S/A.                                  |
| Paraibuna  | 2.000     | APE     | Juiz de Fora - MG            | Indústria de Papéis Sudeste S/A.                       |
| Petroflex  | 25.000    | APE     | Duque de Caxias - RJ         | Petroflex Indústria e Comércio S/A.                    |

Continua

*Continuação*

|  |                     |         |                              |  |
|--|---------------------|---------|------------------------------|--|
| Policam  | 4.000               | -       | Campos dos Goytacases - RJ   | -  |
| Ponta do Costa   | 4.000               | APE     | Cabo Frio - RJ               | Refinaria Nacional de Sal S/A.   |
| Porto do Pecém   | 5.250               | APE     | São Gonçalo do Amarante - CE | Companhia de Integração Portuária do Ceará                                 |
| PROJAC Central Globo de Produção   | 4.950               | APE     | Rio de Janeiro - RJ          | TV Globo Ltda.   |
| Rhodia Paulínia  | 12.098              | APE     | Paulínia - SP                | Rhodia - Poliamida e Especialidades Ltda.                                  |
| Rômulo Almeida Unidade I (EX: Usina de Cogeração Camaçari - FAFEN Energia) | 138.020             | PIE     | Camaçari - BA                | FAFEN Energia S/A.   |
| Santa Cruz   | 1.000.000           | SP      | Rio de Janeiro - RJ          | Furnas Centrais Elétricas S/A.   |
| Sepé Tiaraju (Ex-Canoas)   | 563.473             | PIE     | Canoas - RS                  | Petróleo Brasileiro S/A.   |
| Sesc Senac-Cass  | 1.600               | APE     | Rio de Janeiro - RJ          | Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial                                 |
| Shopping Recife  | 6.000               | APE     | Recife - PE                  | Condomínio do Shopping Center Recife                                       |
| Shopping Taboão  | 2.855               | APE     | Taboão da Serra - SP         | TDS Centro Comercial Ltda.   |
| Solvay   | 12.600              | APE     | Santo André - SP             | Solvay Indupa do Brasil S/A.   |
| Souza Cruz Cachoeirinha  | 2.952               | APE     | Cachoeirinha - RS            | Souza Cruz S/A.  |
| Stepie Ulb   | 3.300               | PIE     | Canoas - RS                  | Stepie Ulb S/A.  |
| Suape, CGDc, Koblitz Energia Ltda.   | 4.000               | PIE     | Cabo de Santo Agostinho - PE | Suape,CGDe,Koblitz Energia Ltda.   |
| Suzano   | 39.900              | APE     | Suzano - SP                  | Suzano Bahia Sul Papel e Celulose S/A.                                     |
| Termo Norte II   | 426.530             | PIE     | Porto Velho - RO             | Termo Norte Energia Ltda.  |
| Termocabo  | 97.027              | PIE     | Cabo de Santo Agostinho - PE | Termocabo Ltda.  |
| Termoceará   | 220.000             | PIE     | Caucaia - CE                 | Termoceará Ltda.   |
| Termopernambuco  | 532.756             | PIE     | Ipojuca - PE                 | Termopernambuco S/A.   |
| UGPU (Messer)  | 7.700               | PIE     | Jundiaí - SP                 | Air Liquide Brasil Ltda.   |
| Unidade de Geração de Energia -Área II                                     | 6.000               | APE     | Limeira - SP                 | Cooperativa dos produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo |
| Uruguaiana   | 639.900             | PIE     | Uruguaiana - RS              | AES Uruguaiana Empreendimentos Ltda.                                       |
| Vitória Apart Hospital   | 2.100               | APE     | Serra - ES                   | Vitória Apart Hospital S/A.  |
| Vulcabrás  | 4.980               | APE-COM | Horizonte - CE               | Vulcabrás do Nordeste S/A.   |
| Weatherford  | 334                 | APE     | Caxias do Sul - RS           | Weatherford Indústria e Comércio Ltda.                                     |
| <b>Total</b>   | <b>11.570.315,5</b> |         |                              |  |

Fonte: Aneel, 2008.

Isto permite depreender que são instaladas em regime de auto-produção (de forma a tornar o consumidor independente do fornecimento de terceiros) ou co-geração (gerando energia elétrica e calor para os processos industriais) como mostra o Box 6.

Em novembro de 2008, a Aneel registra um total de 30 usinas termelétricas em fase de construção ou outorga. Segundo o estudo sobre gás natural que integra o Plano Nacional de Energia 2030,

a maior parte da capacidade instalada e o maior potencial de expansão, considerando as usinas em construção e as outorgadas, estão localizados na região Sudeste. O estudo também afirma que o caso brasileiro reflete o modelo presente na maior parte dos países desenvolvidos, onde o gás natural foi gradualmente abandonado durante a primeira metade do século XX para, somente após a crise energética dos anos 70 e, principalmente, ao longo dos anos 90, passar a ser considerado como uma fonte de energia privilegiada e estratégica a ser desenvolvida e utilizada.



**Construção do gasoduto Brasil-Bolívia.**

Fonte: Petrobras.

O estudo ainda enumera como condicionantes de suprimento de gás natural para geração termelétrica no Brasil a oferta total de gás disponível para atendimento do mercado brasileiro, o que inclui tanto o acesso a reservas domésticas de gás quanto a importação desse energético; a disponibilidade de infra-estrutura física para escoamento da oferta (produção e/ ou importação) até os mercados consumidores; e o uso do gás natural em outras aplicações, nos setores industrial, comércio e serviços de transporte.

#### 6.4 IMPACTOS AMBIENTAIS E TECNOLOGIAS LIMPAS

O gás natural apresenta uma vantagem ambiental significativa em relação a outros combustíveis fósseis, em função da menor emissão de gases poluentes que contribuem para o efeito estufa. Quantitativa e qualitativamente, o maior ou menor impacto ambiental da atividade está relacionado à composição do gás natural, ao processo utilizado na geração de energia elétrica e remoção pós-combustão e às condições de dispersão dos poluentes, como altura da chaminé, relevo e meteorologia. No entanto, uma restrição feita a essas usinas é a necessidade de captação de água para o resfriamento do vapor, característica que tem sido um dos entraves ao licenciamento ambiental.

Apenas como exemplo, o estudo sobre gás natural do Plano Nacional de Energia 2030 registra que o volume de CO<sub>2</sub> lançado na atmosfera pode ser entre 20% e 23% inferior àquele

produzido pela geração a partir do óleo combustível e entre 40% e 50% inferior aos casos de geração a partir de combustíveis sólidos, como o carvão. Os principais poluentes atmosféricos emitidos pelas usinas termelétricas a gás natural são dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e, em menor escala, monóxido de carbono e alguns hidrocarbonetos de baixo peso molecular, inclusive metano.

Na cadeia produtiva do gás natural, entre os impactos socioambientais positivos, há a geração de *royalties* para os municípios em que as usinas estão localizadas, incremento das atividades de comércio e serviços, principalmente na fase de exploração e produção do gás natural e da construção da usina, e geração local de empregos. Além disso, as termelétricas, por se tratarem de unidades de pequeno porte, não exigem a escolha de um terreno específico e podem ser construídas nas proximidades de centros de consumo. Isto elimina a necessidade de grandes linhas de transmissão para transporte da energia produzida às instalações de distribuição.

#### REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) – disponível em [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)

Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) – disponível em [www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br)

BP Global – disponível em [www.bp.com](http://www.bp.com)

Empresa de Pesquisa Energética (EPE) – disponível em [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)

Gasnet – disponível em [www.gasnet.com](http://www.gasnet.com)

International Energy Agency (IEA) – disponível em [www.iea.org](http://www.iea.org)

Petrobras – disponível em [www.petrobras.com.br](http://www.petrobras.com.br)

# Parte III

## *Fontes não-renováveis*

7

# *Derivados de Petróleo*

**Box 7**

## O processo de produção de energia elétrica a partir de derivados do petróleo

O processo de produção de energia elétrica é similar em todas as usinas que utilizam como matéria-prima os combustíveis fósseis em estado sólido ou líquido – o que inclui a maioria dos derivados de petróleo. De forma bastante simplificada, esse material é transportado até a usina, estocado e, posteriormente, queimado em uma câmara de combustão. O calor obtido nesse processo é usado para aquecer e aumentar a pressão da água, que se transforma em vapor. Este vapor movimenta as turbinas que transformam a energia térmica em energia mecânica. O gerador transforma a energia mecânica em energia elétrica.

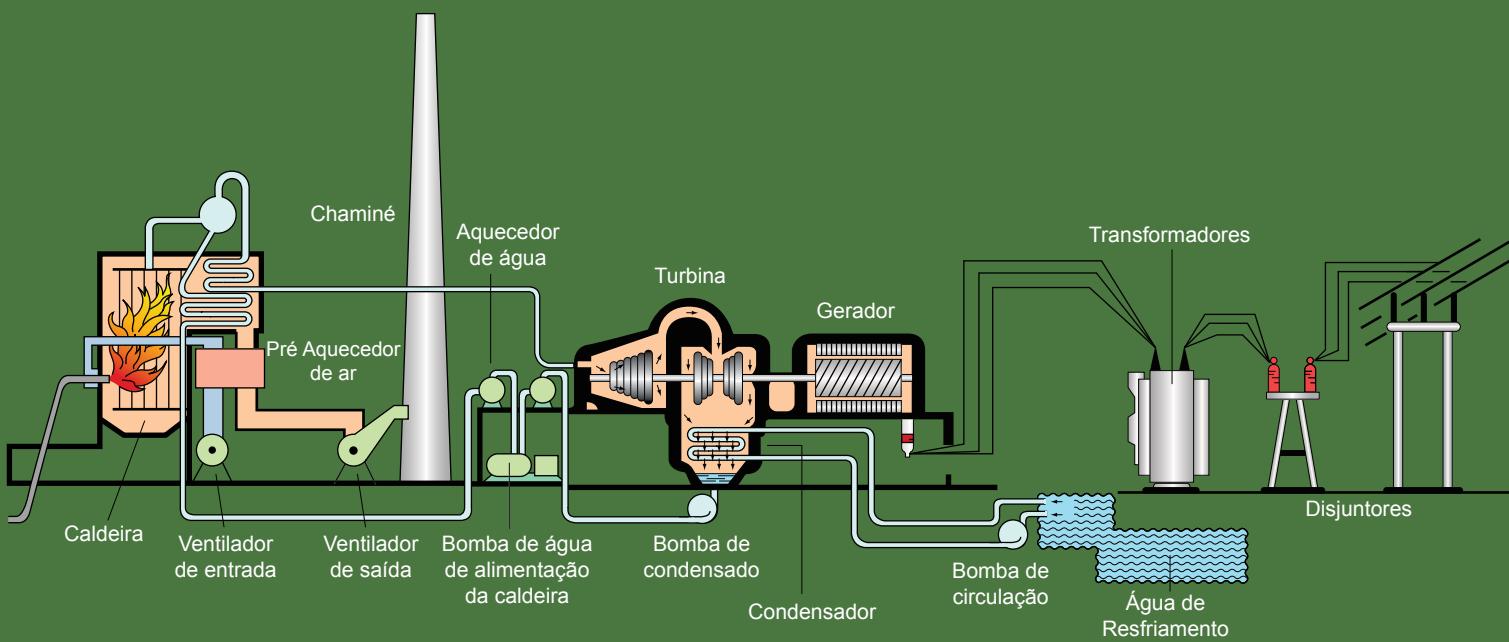
O sistema convencional das termelétricas – o ciclo Rankine – consiste basicamente de uma caldeira, uma turbina a vapor, um condensador e um sistema de bombas. Na caldeira, que recebe o calor liberado pela combustão, a água passa do estado líquido para o gasoso (vapor) a uma pressão bem maior que a atmosférica. Quanto maior a temperatura deste vapor, maior a eficiência das turbinas.

Após mover as turbinas, o vapor é direcionado ao condensador para retornar ao estado líquido. A água, que circula

dentro de serpentinhas conectadas ao equipamento, é o fluido de resfriamento. Este líquido, por sua vez, é direcionado, por meio do sistema de bombas, novamente para a caldeira, que repetirá o processo de produção da energia térmica que se transformará em mecânica para movimentar as turbinas.

As etapas de combustão e resfriamento (que também implica a remoção de gases incondensáveis do vapor) são aquelas em que os gases poluentes são liberados na atmosfera. O volume e o tipo de gás emitido variam conforme a composição do combustível a ser queimado, o processo de queima ou remoção pós-combustão e, ainda, as condições de dispersão dos poluentes (altura da chaminé, relevo e meteorologia).

Quanto mais denso o combustível utilizado, maior o potencial de emissões. Por isso, derivados de petróleo como os óleos combustível, diesel e ultraviscoso são rejeitados por ambientalistas como fontes de geração de energia elétrica. No entanto, os investimentos em pesquisa e desenvolvimento realizados nos últimos anos e a instalação de equipamentos auxiliares tornaram possível aumentar o nível de eficiência da combustão e reduzir o volume de gases poluentes emitidos.



Perfil esquemático do processo de produção de energia elétrica a partir do petróleo

# 7

# *Derivados de Petróleo*

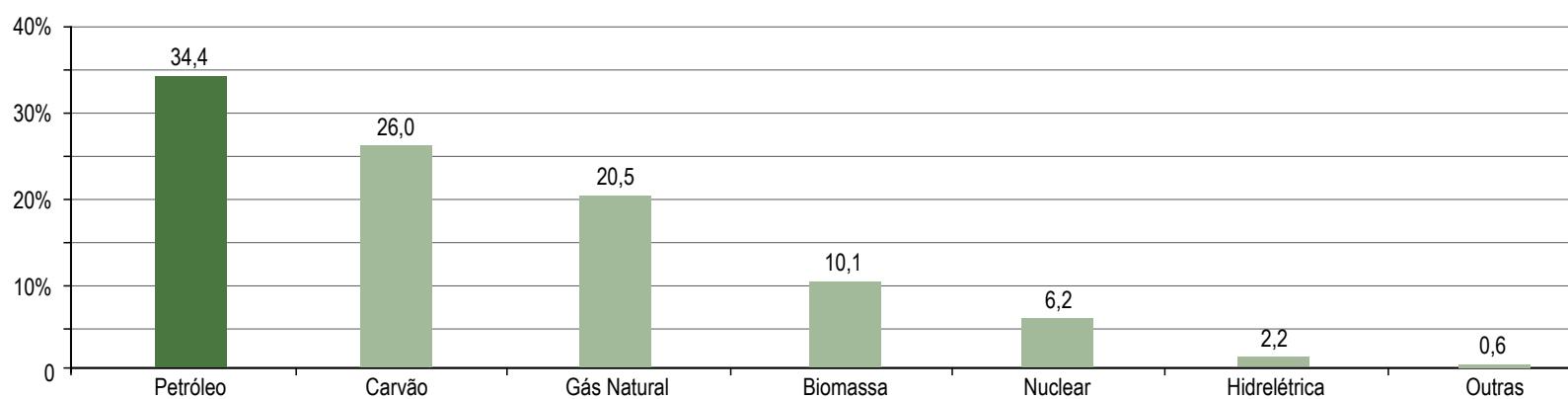
## 7.1 INFORMAÇÕES GERAIS

No primeiro semestre de 2008, a Petróleo Brasileiro S/A (Petrobras), controlada pelo Governo Federal, anunciou a descoberta de um campo de petróleo na camada pré-sal (abaixo da camada de sal) na Bacia de Santos, litoral brasileiro. O campo de Júpiter foi a segunda grande descoberta anunciada pela empresa e a estimativa de suas reservas ainda está em fase de cálculo. A primeira foi o Poço de Tupi, também na Bacia de Santos, com reservas estimadas entre 5 e 8 bilhões de barris. A expectativa é de que todo o pré-sal tenha mais de 30 bilhões de barris.

A exploração exigirá elevados investimentos, desenvolvimento tecnológico específico e não tem data marcada para ser iniciada. Mesmo assim, a descoberta provocou forte impacto positivo na opinião pública, pois tem potencial para fazer

com que o país aumente significativamente o volume de suas reservas, de 12,6 bilhões de barris. Além disso, as descobertas na camada pré-sal da Bacia de Santos colocam o Brasil, que durante anos buscou a auto-suficiência no recurso, no mesmo nível dos grandes produtores mundiais. Tanto que o país foi convidado pelo Irã para integrar a Organização dos Países Exportadores de Petróleo (Opep).

Descobertas como estas têm importância estratégica para qualquer país no mercado internacional. Isto porque o petróleo e seus derivados transformaram-se, ao longo do século XX, não só na principal fonte primária da matriz energética mundial, como mostra o Gráfico 7.1 abaixo, mas, também, em insufo para praticamente todos os setores industriais.



**Gráfico 7.1 Participação do petróleo na matriz energética mundial em 2006 (fontes primárias).**

Fonte: IEA, 2008.

Durante milhares de anos, esse óleo inflamável que brota naturalmente das rochas em algumas regiões do planeta foi utilizado por diferentes povos, como romanos, chineses e incas, para atividades específicas. A partir de meados do século XIX, porém, o petróleo começou a ser aplicado em maior escala, nos Estados Unidos, como substituto do óleo de baleia na iluminação e do carvão mineral na produção do vapor. O crescimento exponencial de sua aplicação veio em 1930, com a invenção do motor a explosão, que deu origem à chamada II Revolução Industrial.

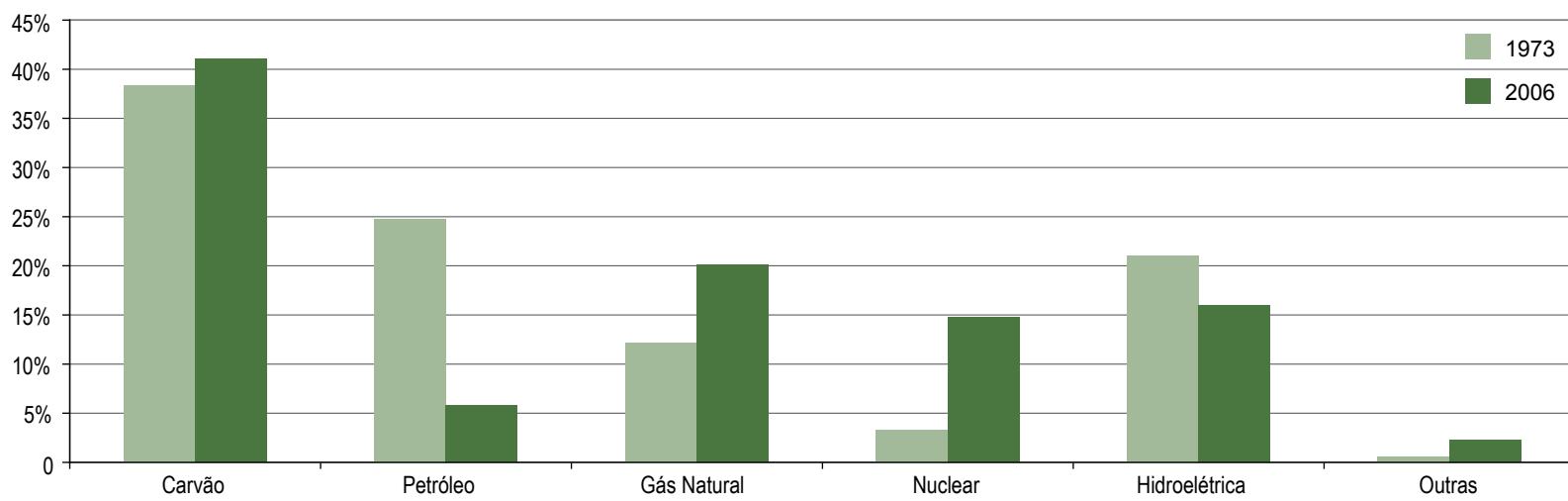
Derivados como gasolina e óleo diesel passaram a ser usados como combustível para os meios de transporte, o que fez com que a substância rapidamente se transformasse na principal fonte da matriz energética mundial. Outros derivados, como a nafta, passaram a ser aplicados como insumo industrial na fabricação de produtos bastante diversificados como materiais de construção, embalagens, tintas, fertilizantes, farmacêuticos, plásticos, tecidos sintéticos, gomas de mascar e batons.

Portanto, entre as vantagens estratégicas do país que detém e controla as reservas de petróleo e a estrutura de refino estão: importância geopolítica; segurança interna em setores vitais como transporte e produção de eletricidade; e aumento da participação no comércio internacional, seja por meio da exportação direta do óleo e seus derivados, seja pelo custo e, portanto, pela competitividade dos produtos industrializados. Em razão destes elementos, aliás, ao mesmo tempo em que provocou acentuado desenvolvimento econômico e social, o petróleo também gerou sucessivas guerras e crises internacionais ao longo do século XX.

Das guerras, uma das mais recentes foi a invasão do Iraque pelos Estados Unidos, em 2003<sup>1</sup>. Das crises, as mais representativas ocorreram na década de 70. Em 1973, os países produtores do Oriente Médio, reunidos na Opep, decidiram reduzir o volume produzido a fim de provocar uma alta do preço do barril (que passou de US\$ 2,70 para US\$ 11,20). Com isso, enfrentaram a pressão das grandes companhias petrolíferas, que dominavam as quatro fases da cadeia produtiva: extração, transporte, refino e distribuição. Em 1979, a deposição do xá do Irã, um dos maiores fornecedores mundiais do óleo, fez com que o preço do barril novamente desse um salto e superasse US\$ 40,00.

As duas crises provocaram problemas econômicos em vários países – inclusive um racionamento de derivados no Brasil – e sinalizaram para a necessidade de redução da dependência da substância. Se, em 1973, o petróleo representava 46,1% da matriz energética mundial, em 2006, após recuos graduais, chegava a 34,4%, segundo a International Energy Agency (IEA). Na produção de energia elétrica, a queda foi mais acentuada, como mostra o Gráfico 7.2 abaixo. Em 1973, o petróleo era a segunda principal fonte, superada apenas pelo carvão. Em 2006, dentre as principais fontes (carvão, água, gás natural e nuclear) era a menos utilizada, respondendo por 5,8% da matriz elétrica mundial.

Nos últimos anos, a busca de fontes alternativas tornou-se mais premente. Um dos motivos é ambiental: a cadeia produtiva do petróleo e seus derivados é extremamente agressiva ao meio ambiente, inclusive produzindo em várias etapas, como na



**Gráfico 7.2. Geração de energia elétrica no mundo por tipo de combustível nos anos de 1973 e 2006.**

Fonte: IEA, 2008.

<sup>1</sup> Invasão do Iraque pelos EUA - O objetivo oficial era lutar contra o terrorismo, achar armas de destruição em massa que possivelmente o governo iraquiano teria em estoque, o que representava uma ameaça aos Estados Unidos, abalado desde o ataque terrorista de 11 de setembro de 2001. O real motivo ainda causa discussões. Há uma corrente que defende a resposta aos citados atentados, outra sugere uma estratégia para se apoderar do petróleo da nação iraquiana.

geração de energia elétrica e no consumo de combustíveis, emissões de gases que contribuem para o efeito estufa. Outro motivo é a perspectiva de esgotamento, a médio prazo, das reservas hoje existentes.

Em relatório publicado em 2000, a IEA estimou que as reservas conhecidas seriam suficientes para o abastecimento mundial apenas por mais cerca de 40 anos, se mantidos o ritmo de produção e consumo da época: 74,916 milhões de barris por dia e 76,076 milhões de barris por dia, respectivamente. A alta e a volatilidade das cotações do petróleo – que chegaram a superar US\$ 124 por barril – provocaram o arrefecimento na evolução do consumo a partir de 2006, como mostra a Tabela 7.1 abaixo. Apesar de as cotações terem recuado bruscamente em 2008 – de mais de US\$ 140 para cerca US\$ 70 por barril – é possível que a tendência de contenção nos volumes absorvidos se acentue a partir de 2008, se a recessão mundial prevista de fato se configurar. Mesmo assim, as indefinições quanto à disponibilidade futura do petróleo continuam relevantes.

| <b>Tabela 7.1 - Produção e consumo de petróleo de 1998 a 2007</b> |  |   |
|---|--|---|
|   | <b>Produção de petróleo<br/>(mil barris/dia)</b> | <b>Consumo de petróleo<br/>(mil barris/dia)</b> |
| 1998  | 73.588   | 73.939  |
| 1999  | 72.377   | 75.573  |
| 2000  | 74.916   | 76.340  |
| 2001  | 74.847   | 76.904  |
| 2002  | 74.478   | 77.829  |
| 2003  | 77.031   | 79.296  |
| 2004  | 80.326   | 82.111  |
| 2005  | 81.255   | 83.317  |
| 2006  | 81.659   | 84.230  |
| 2007  | 81.533   | 85.220  |
| Relação 2007/2006 (%)   | 99,85%   | 101,17%   |

Fontes: BP, 2008.

## O que é o petróleo

O petróleo é um óleo inflamável, formado a partir da decomposição, durante milhões de anos, de matéria orgânica como plantas, animais marinhos e vegetação típica das regiões alagadiças, e encontrado apenas em terreno sedimentar. A base de sua composição é o hidrocarboneto, substância

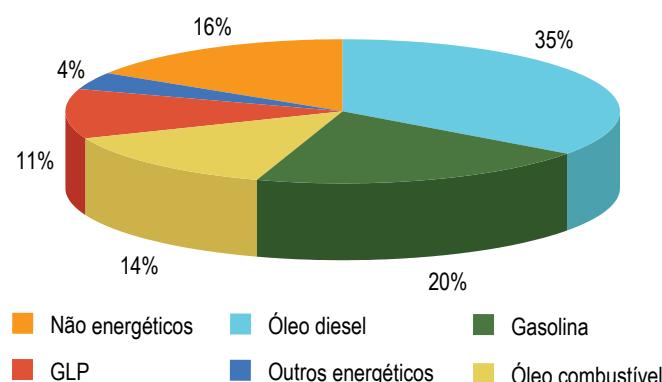
composta por carbono e hidrogênio, à qual podem se juntar átomos de oxigênio, nitrogênio e enxofre, além de íons metálicos, principalmente de níquel e vanádio.

Para encontrar e dimensionar o volume de reservas existentes (medidas em quantidades de barris, que correspondem a 159 litros), são realizados estudos exploratórios, que utilizam tanto a geologia quanto a geofísica. Depois disso, vem a fase da perfuração, que tem início com a abertura de um poço mediante o uso de uma sonda para comprovar a existência do petróleo. Em caso positivo, outros poços são perfurados a fim de se avaliar a extensão da jazida. Esta última informação técnica, confrontada com dados de mercado – tais como condições da oferta, do consumo e cotações presentes e previstas para o petróleo no mercado internacional – determina se é comercialmente viável produzir o petróleo descoberto. De uma maneira muito simplificada, quanto maior a perspectiva de escassez, pressão do consumo e aumento das cotações, maiores os investimentos que podem ser aplicados na extração – a primeira fase da cadeia produtiva do petróleo.

Esta tecnologia sofisticada foi desenvolvida principalmente ao longo do século XX quando, em função da exploração crescente, as jazidas mais próximas do solo se esgotaram. No final do século XIX, não era incomum o petróleo jorrar naturalmente, como ocorreu em algumas regiões dos Estados Unidos. Dessa época, há histórias de fortunas feitas da noite para o dia por obra do acaso. É dessa época, também, que data a constituição das maiores companhias petrolíferas multinacionais hoje em operação.

O petróleo cru não tem aplicação direta. A sua utilização exige o processo de refino, do qual se obtém os derivados que são distribuídos a um mercado consumidor pulverizado e diversificado. Assim, além da extração, a cadeia produtiva compreende mais três etapas: transporte do óleo cru (geralmente por oleodutos ou navios), refino e distribuição (entrega dos derivados ao consumidor final, geralmente por caminhões-tanques).

Nas refinarias, o petróleo é colocado em ebulação para fracionamento de seus componentes e consequente obtenção de derivados. Os derivados mais conhecidos são: gás liquefeito (GLP, ou gás de cozinha), gasolina, nafta, óleo diesel, querosene de aviação e de iluminação, óleo combustível, asfalto, lubrificante, combustível marítimo, solventes, parafinas e coque de petróleo, como mostra o Gráfico 7.3, na página seguinte. Para produção de energia elétrica, utiliza-se o óleo diesel e o óleo combustível e, em menor proporção, o óleo superviscoso.

**Gráfico 7.3 – Derivados de petróleo após o refino (2007).**

Fonte: ANP, 2008.

O tipo de derivado obtido depende da qualidade do petróleo: leve, médio ou pesado, de acordo com o tipo de solo do qual foi extraído e a composição química. O petróleo leve, como aquele produzido no Oriente Médio, dá origem a maior volume de gasolina, GLP e naftas. Por isso é, também, o mais valorizado no mercado. As densidades médias produzem principalmente óleo diesel e querosene. As mais pesadas, características da Venezuela e Brasil, produzem mais óleos combustíveis e asfaltos.

## 7.2 RESERVAS, PRODUÇÃO E CONSUMO NO MUNDO

Toda a atividade relacionada à cadeia produtiva do petróleo tem duas características básicas: o caráter estratégico em termos de segurança nacional e geopolítica e os investimentos intensivos exigidos desde a exploração até a distribuição. Por isso, a indústria mundial do petróleo tem algumas peculiaridades.

Uma delas é a tendência de controle, por parte do Estado, das atividades de exploração e prospecção. Em muitos países, as principais companhias petrolíferas são estatais ou, se controladas pelo capital privado, atuam em área concedida pelo governo (por meio da assinatura de contratos de exploração). No Brasil, o Estado exerceu o monopólio da extração, transporte e refino até 1995. Depois disso, foi permitido o ingresso da iniciativa privada em ambiente regulado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Mesmo assim, a descoberta de petróleo na camada pré-sal deu origem a uma grande controvérsia sobre se o Estado deveria ser o operador ou o poder concedente das atividades no local.

Outra característica é a presença de poucas e grandes empresas verticalizadas, detentoras de todo o processo produtivo e que dominam o mercado internacional. A constituição da Opep pelos países árabes, em 1960, aliás, foi uma resposta à ação das sete maiores – chamadas “Sete Irmãs” – que se uniram e dividiram o mundo em regiões de influência, para controle de toda a cadeia produtiva, inclusive do preço pago pelo barril de óleo cru.

A valorização das cotações do barril de petróleo, principalmente a partir da crise dos anos 70, fez com que novos produtores ingressem nesse mercado, uma vez que os valores recebidos com a venda compensavam os investimentos necessários à exploração e prospecção. Assim, ao longo do tempo, ocorreu maior pulverização da oferta, ao mesmo tempo em que novos e importantes campos foram descobertos. Tornaram-se produtores e exportadores países como a antiga União Soviética, México, Reino Unido, Venezuela, Noruega e Brasil. De acordo com a consultoria especializada PFC Energy, citada no relatório anual da Petrobras (exercício de 2007), a Petrobras é a sexta maior companhia petrolífera do mundo com base no valor de mercado.

Por região, o Oriente Médio lidera o ranking das maiores reservas (61% do total mundial) e dos maiores produtores. Na divisão por países, no entanto, logo após a Arábia Saudita, maior produtora mundial com 10,4 milhões de barris por dia, figuram a Rússia (9,98 milhões de barris por dia, apesar de ter apenas 6,4% das reservas mundiais) e os Estados Unidos (6,9 milhões de barris por dia), conforme mostra a Tabela 7.2 a seguir, elaborada com base na edição de 2008 do estudo BP Statistical Review of World Energy.

**Tabela 7.2 - Os dez maiores produtores de petróleo**

| País                      | mil barris por dia | %    |
|---------------------------|--------------------|------|
| 1º Arábia Saudita         | 10.413             | 12,8 |
| 2º Rússia                 | 9.978              | 12,2 |
| 3º Estados Unidos         | 6.879              | 8,4  |
| 4º Irã                    | 4.401              | 5,4  |
| 5º China                  | 3.743              | 4,6  |
| 6º México                 | 3.477              | 4,3  |
| 7º Canadá                 | 3.309              | 4,1  |
| 8º Emirados Árabes Unidos | 2.915              | 3,6  |
| 9º Kuwait                 | 2.626              | 3,2  |
| 10º Venezuela             | 2.613              | 3,2  |
| 16º Brasil                | 1.833              | 2,2  |
| Total                     | 81.533             | 100  |

Fonte: BP, 2008.

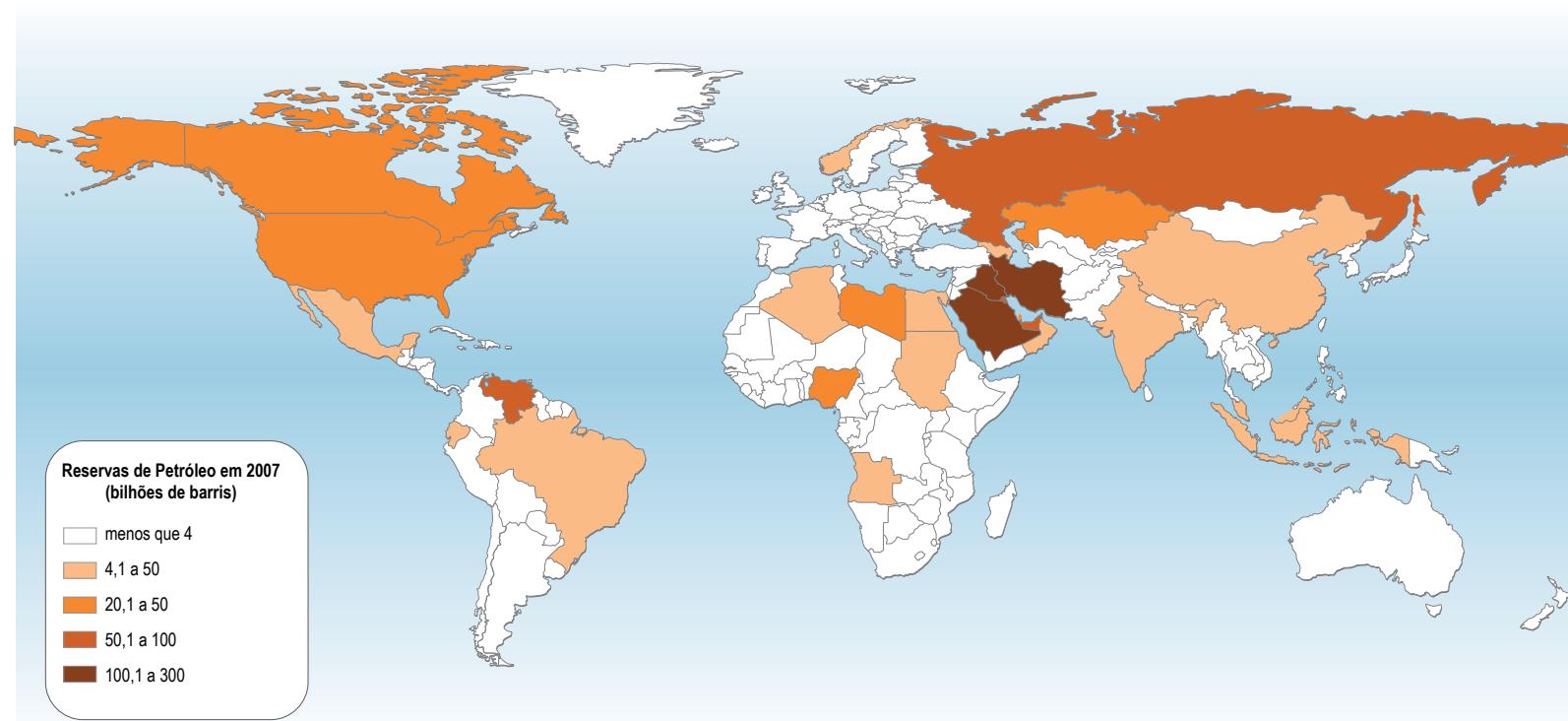
Nem sempre a participação na produção global, que depende da disponibilidade para realização de investimentos, corresponde ao volume das reservas. Como mostra a Tabela 7.3 e a Figura 7.1 abaixo, com reservas correspondentes a 138,4 bilhões de barris no final de 2007, o Irã detinha a segunda maior

reserva provada<sup>2</sup> mundial, mas era o quarto colocado em termos de produção (Tabela 7.2). Já o Brasil detinha o 16º lugar por produção, mas as reservas locais, de 12,6 bilhões de barris, correspondiam a pouco mais de 1% do total mundial e figuravam na 15ª posição.

**Tabela 7.3 - As dez maiores reservas de petróleo (2007)**

|    | País            | bilhões de barris | % das reservas totais |
|----|-----------------|-------------------|-----------------------|
| 1  | Arábia Saudita  | 264,2             | 21,3                  |
| 2  | Irã             | 138,4             | 11,2                  |
| 3  | Iraque          | 115,0             | 9,3                   |
| 4  | Kuwait          | 101,5             | 8,2                   |
| 5  | Emirados Árabes | 97,8              | 7,9                   |
| 6  | Venezuela       | 87,0              | 7,0                   |
| 7  | Rússia          | 79,4              | 6,4                   |
| 8  | Líbia           | 41,5              | 3,3                   |
| 9  | Cazaquistão     | 39,8              | 3,2                   |
| 10 | Nigéria         | 36,2              | 2,9                   |
| 15 | Brasil          | 12,6              | 1,0                   |
|    | Total           | 1.237,9           | 100                   |

Fonte: BP, 2008.



**Figura 7.1 Reservas provadas de petróleo em 2007 (milhões de toneladas).**

Fonte: BP, 2008.

<sup>2</sup> Reservas provadas são aquelas cujos reservatórios estão em produção ou os fluidos nele contidos têm sua existência e capacidade de produzir comprovadas por testes.

### 7.3 GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL E NO MUNDO

Como mostra a Tabela 7.4 abaixo, a produção é crescente no Brasil. As principais reservas provadas brasileiras encontram-se no mar. No final de 2007, segundo a ANP, concentravam 11,74 bilhões de

barris (principalmente no litoral do Rio de Janeiro e Espírito Santo), diante dos 886,5 milhões de barris das reservas terrestres (nos estados do Amazonas, Rio Grande do Norte, Sergipe e Bahia).

**Tabela 7.4 - Reservas totais<sup>1</sup> de petróleo, por localização (terra e mar), segundo Unidades da Federação - 1998-2007**

| Unidades da Federação | Localização | Reservas totais de petróleo (milhões barris) |         |         |         |         |          |          |          |          |          | 07/06 % |
|-----------------------|-------------|--|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
|                       |             | 1998   | 1999    | 2000    | 2001    | 2002    | 2003     | 2004     | 2005     | 2006     | 2007     |         |
| AM                    | Terra       | 127,6  | 110,8   | 128,8   | 131,8   | 114,5   | 110,6    | 100,0    | 91,9     | 96,7     | 102,7    | 6,18    |
| CE                    | Terra       | 5,3  | 5,6     | 2,6     | 6,6     | 6,2     | 5,7      | 6,8      | 6,3      | 5,5      | 8,4      | 54,00   |
|                       | Mar         | 65,0   | 114,9   | 90,7    | 64,7    | 70,0    | 67,1     | 70,1     | 71,3     | 69,5     | 57,5     | -17,21  |
| RN                    | Terra       | 234,1  | 260,9   | 283,2   | 270,8   | 259,2   | 260,3    | 250,2    | 259,4    | 263,0    | 264,6    | 0,61    |
|                       | Mar         | 59,3   | 66,8    | 65,4    | 68,7    | 69,8    | 71,6     | 67,4     | 80,7     | 79,6     | 98,1     | 23,19   |
| AL                    | Terra       | 12,6   | 12,0    | 9,3     | 12,8    | 12,1    | 11,4     | 10,9     | 11,8     | 11,3     | 8,7      | -23,06  |
|                       | Mar         | 2,8  | 3,7     | 2,1     | 1,4     | 1,3     | 1,4      | 1,6      | 1,2      | 0,9      | 0,7      | -19,16  |
| SE                    | Terra       | 190,2  | 174,7   | 178,8   | 210,1   | 204,8   | 220,0    | 223,3    | 230,0    | 226,6    | 231,8    | 2,32    |
|                       | Mar         | 31,4   | 27,9    | 36,7    | 27,9    | 27,9    | 21,1     | 36,1     | 37,8     | 38,1     | 34,6     | -9,14   |
| BA                    | Terra       | 181,9  | 183,3   | 190,9   | 208,1   | 212,3   | 211,6    | 214,8    | 228,6    | 241,1    | 216,1    | -10,37  |
|                       | Mar         | 10,9   | 6,4     | 19,7    | 12,0    | 2,9     | 2,2      | 2,3      | 2,3      | 3,5      | 37,8     | 995,44  |
| ES                    | Terra       | 32,3   | 52,1    | 60,6    | 68,8    | 118,0   | 114,9    | 58,4     | 54,6     | 60,7     | 54,1     | -10,84  |
|                       | Mar         | 0,5  | 0,6     | 3,4     | 6,2     | 499,8   | 609,7    | 1.205,6  | 1.126,1  | 1.286,5  | 1.277,1  | -0,73   |
| RJ <sup>2</sup>       | Mar         | 6.362,2                                      | 7.104,2 | 7.366,1 | 7.375,6 | 8.174,4 | 8.854,1  | 8.931,1  | 9.532,6  | 9.762,2  | 10.177,9 | 4,26    |
| SP                    | Mar         | 7,2  | 6,3     | 5,8     | 5,2     | 4,5     | 4,0      | 39,9     | 19,2     | 23,8     | 27,6     | 16,34   |
| PR <sup>3</sup>       | Mar         | 34,0   | 23,3    | 20,7    | 25,0    | 26,9    | 23,7     | 14,8     | 10,7     | 6,2      | 21,3     | 245,77  |
| SC <sup>4</sup>       | Mar         | -  | -       | -       | -       | -       | 12,5     | 9,9      | 8,2      | 6,6      | 4,8      | -28,40  |
|                       | Terra       | 783,9  | 799,3   | 854,2   | 909,0   | 927,0   | 934,5    | 864,5    | 882,7    | 904,9    | 886,5    | -2,03   |
|                       | Mar         | 6.573,4                                      | 7.354,1 | 7.610,5 | 7.586,8 | 8.877,6 | 9.667,4  | 10.378,8 | 10.890,0 | 11.276,8 | 11.737,5 | 4,09    |
| Total                 |             | 7.357,3                                      | 8.153,3 | 8.464,7 | 8.495,8 | 9.804,6 | 10.601,9 | 11.243,3 | 11.772,6 | 12.181,6 | 12.623,9 | 3,63    |

Fontes: Adaptado de ANP/SDP, conforme a Portaria ANP nº 9/2000 a partir de 1999; Petrobras/Serplan para os anos anteriores.

Notas:

- Reservas em 31/12 dos anos de referência.

- Inclui condensado.

1- Incluindo as reservas dos campos cujos Planos de Desenvolvimento estão em análise.

2- As reservas do campo de Roncador e Frade estão apropriadas totalmente no estado do Rio de Janeiro por simplificação.

3- As reservas do campo de Caravela estão apropriadas totalmente no estado do Paraná por simplificação.

4- As reservas do campo de Tubarão estão apropriadas totalmente no estado de Santa Catarina por simplificação.

Com relação ao consumo, os países industrializados estão, tradicionalmente, entre os líderes do *ranking* mundial. Mas, nos últimos anos, os países em fase de crescimento econômico acelerado começaram a figurar em posição de destaque. Em 2007, os Estados Unidos mantiveram a liderança do *ranking* dos maiores consumidores, com um total de 20,7 milhões de barris por dia. Logo abaixo, vieram países em desenvolvimento econômico acelerado, que fazem parte do chamado BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China). A China ocupou o segundo lugar; a Índia, o quarto; e a Federação Russa, o quinto. O Brasil ficou na 9ª posição, como mostra a Tabela 7.5 abaixo.

| <b>Tabela 7.5 - Os dez maiores consumidores de petróleo</b> |                 |                    |
|---|-----------------|--------------------|
|   | País            | mil barris por dia |
| 1º  | Estados Unidos  | 20.698             |
| 2º  | China           | 7.855              |
| 3º  | Japão           | 5.051              |
| 4º  | Índia           | 2.748              |
| 5º  | Federação Russa | 2.699              |
| 6º  | Alemanha        | 2.393              |
| 7º  | Coréia do Sul   | 2.371              |
| 8º  | Canadá          | 2.303              |
| 9º  | <b>Brasil</b>   | <b>2.192</b>       |
| 10º   | Arábia Saudita  | 2.154              |
| <b>Total</b>  |                 | <b>85.220</b>      |
| 100,0   |                 |                    |

Fonte: BP, 2008.

A participação do petróleo na produção mundial de energia elétrica é pouco expressiva e tem recuado nos últimos anos, em decorrência dos investimentos realizados na utilização de outras fontes – menos agressivas ao meio ambiente e com preços menores e mais estáveis. Os derivados mais utilizados são óleo diesel, óleo combustível, gás de refinaria e, com menor freqüência, o óleo ultraviscoso, cuja combustão produz o vapor necessário à movimentação das turbinas.

Estudo sobre petróleo que integra o Plano Nacional de Energia 2030, produzido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), relata que o petróleo só tem papel relevante na geração de eletricidade em países que não dispõem de muitas outras alternativas, como México, Itália, Portugal e Japão. Segundo o mesmo documento, projeções do Departamento de Energia norte-americano apontam que a sua participação

deverá reduzir-se um pouco mais nos próximos anos, uma vez que os derivados apresentam maior valor agregado se utilizados em transportes ou geração distribuída (pequenas unidades próximas aos centros de consumo). A única exceção seria o Oriente Médio.

Dentre os países da União Européia, os derivados são utilizados principalmente em usinas termelétricas complementares (acionadas em horários de pico ou em quadros de interrupção no fornecimento) àquelas movidas por outras fontes. Ou, então, para fornecer energia a sistemas isolados ou em áreas remotas.

No Brasil, as termelétricas movidas a derivados de petróleo têm função semelhante. Por isso, sua participação na matriz da energia elétrica é pequena. Em novembro de 2008, o país contava com um total de 626 unidades em operação, abastecidas por óleo diesel, óleo combustível ou gás de refinaria, como mostra o Mapa 7.1 na página seguinte. Essas unidades responderam, em 2007, pela geração de 13,4 TWh (terawatts-hora) ou 2,8% do total de energia elétrica produzida.

As usinas abastecidas por óleo diesel estão instaladas principalmente na região Norte para atender os Sistemas Isolados – que ainda não são conectados ao Sistema Interligado Nacional (SIN), rede composta por linhas de transmissão e usinas que operam de forma integrada e que abrange a maior parte do território do país. Os maiores são Acre-Rondônia, Manaus e Macapá. No médio prazo, eles serão conectados ao SIN por meio da construção de linhas de transmissão. Essas termelétricas, em consequência, poderão vir a ser desativadas, principalmente as de menor porte ou de baixa eficiência. Os custos do óleo utilizado são repassados a todos os consumidores de energia elétrica do país por meio do encargo Conta de Consumo de Combustíveis (CCC) embutido na tarifa final.

A maior parte das demais usinas opera com óleo combustível ou gás de refinaria e está distribuída por todo o território nacional, com ênfase para a região Sudeste. Todas são complementares ao sistema hidrelétrico. Ou seja, são colocadas em operação para garantir o atendimento em momentos de pico de demanda ou para complementar a oferta proveniente das hidrelétricas em períodos de estiagem, como aconteceu no início de 2008.

Em novembro de 2008, o país também contava com 69 novos empreendimentos já outorgados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) ou em fase de construção. No total, eles representam 3,1 mil MW (megawatts) de potência instalada.



O maior é Suape II (PE), movido a óleo combustível e com potência instalada de 355,7 MW, cuja construção ainda não foi iniciada. As quatro unidades em construção eram: Goiânia II (Goiás, 140 MW), Pau Ferro I (Pernambuco, 102,6 MW), Potiguar III (Rio Grande do Norte, 66,4 MW) e Termo Manaus (Amazonas, 156,2 MW).

#### 7.4 IMPACTOS AMBIENTAIS E TECNOLOGIAS LIMPAS

A descoberta de um campo de petróleo tem poder para mudar as características socioeconômicas da região. No Brasil, um dos casos mais evidentes é a cidade de Macaé, no litoral norte do Rio de Janeiro, que se transformou em base da produção do petróleo em alto mar. Nos últimos 10 anos, a economia do município aumentou 600%; a população, de 60 mil habitantes em 1980, saltou para 170 mil habitantes em 2008 e a cidade transformou-se em pólo regional. Foi o resultado tanto do pagamento de *royalties* pelas petrolíferas quanto do aquecimento de atividades decorrentes da prospecção do petróleo – valorização imobiliária, aumento de vendas do comércio, investimentos públicos municipais, entre outras.

No entanto, tão acentuado quanto os efeitos socioeconômicos é o impacto ambiental. Em terra, a exploração, prospecção e produção podem provocar alterações e degradação do solo. No mar, além da interferência no ambiente, há a possibilidade da ocorrência de vazamentos do óleo, o que coloca em risco a fauna e a flora aquática. Por isso, a cadeia produtiva do petróleo tende a ser submetida a uma forte legislação ambiental.

Na etapa de combustão dos derivados – seja para a geração de energia elétrica, seja para utilização nos motores – o maior fator de agressão é a emissão de gases poluentes, responsáveis pelo efeito estufa. Assim, desde a assinatura do Protocolo de Kyoto, nos anos 90, os grandes consumidores vêm sendo pressionados a reduzir a dependência do petróleo e, em consequência, o volume de emissões. No entanto, países como Estados Unidos, que assinaram o protocolo, mas não ratificaram, evitam se comprometer com metas mensuráveis.

Atualmente, essas questões ambientais estão entre os principais limitadores da expansão de usinas termelétricas movidas a derivados de petróleo. De outro lado, se constituem no impulso para o desenvolvimento de mecanismos e tecnologias que atenuem ou compensem o volume de emissões.

Um dos mecanismos em fase de consolidação mundial é o mercado de crédito de carbono (ou MDL, Mecanismo de Desenvolvimento Limpo) pelo qual o volume de emissões é compensado pela aquisição de títulos de projetos ambientais realizados por terceiros. Outro é o desenvolvimento de tecnologias específicas para redução das emissões.

Neste caso, um dos mais modernos e principais sistemas é o de dessulfurização (eliminação do enxofre) de gases. No entanto, dado o elevado custo de sua implantação, ainda não é utilizado nos países que concentram 90% da capacidade mundial de produção de energia elétrica a partir de derivados, conforme registra o Plano Nacional de Energia 2030. Esses países são Japão, Estados Unidos, Itália, Reino Unido, França, Espanha, Canadá e Alemanha.

#### REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) – disponível em [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)

Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) – disponível em [www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br)

BP Global – disponível em [www.bp.com](http://www.bp.com)

Empresa de Pesquisa Energética (EPE) – disponível em [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)

International Energy Agency (IEA) – disponível em [www.iea.org](http://www.iea.org)

Petrobras – disponível em [www.petrobras.com.br](http://www.petrobras.com.br)



# Parte III

## *Fontes não-renováveis*



8

# *Energia Nuclear*

## Box 8

# O ciclo do combustível nuclear

O valor do minério urânio está na característica do átomo que o compõe: o átomo de urânio (U), primeiro elemento químico da natureza em que se descobriu a capacidade de radiação (ou emissão e propagação da energia de um ponto a outro). Essa radiação, se descontrolada, pode provocar os acidentes nucleares. Se bem utilizada, é aplicada em atividades importantes e até mesmo vitais, como a medicina.

A maior aplicação do átomo de urânio é em usinas térmicas para a geração de energia elétrica – as chamadas usinas termonucleares. De uma maneira muito simplificada, neste caso o núcleo do átomo é submetido a um processo de fissão (divisão) para gerar a energia. Se a energia é liberada lentamente, manifesta-se sob a forma de calor. Se é liberada rapidamente, manifesta-se como luz. Nas usinas termonucleares ela é liberada lentamente e aquece a água existente no interior dos reatores a fim de produzir o vapor que move as turbinas.

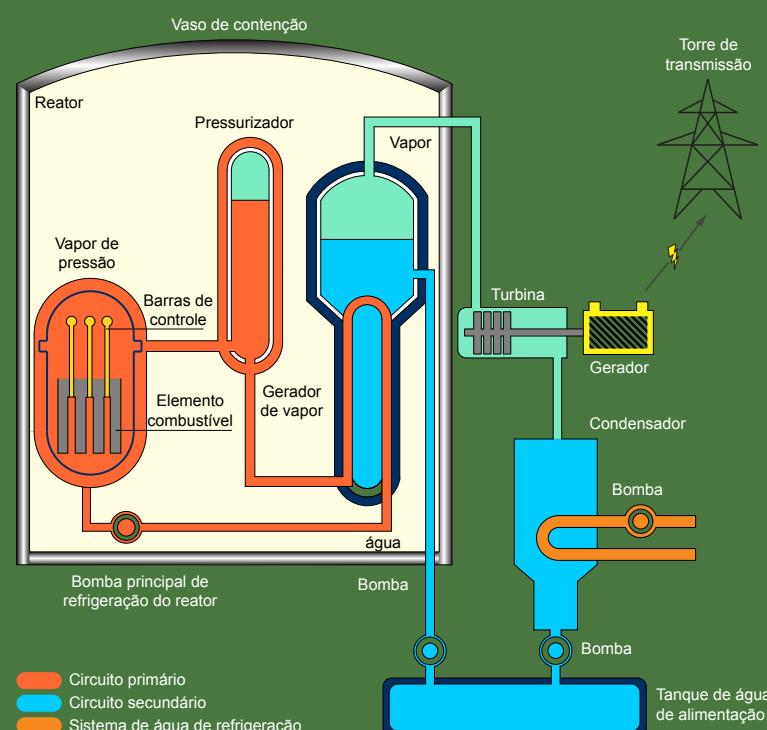
As usinas termonucleares são dotadas de uma estrutura chamada vaso de pressão, que contém a água de refrigeração do núcleo do reator (onde fica o combustível nuclear). Essa água, altamente radioativa, circula quente por um gerador de vapor, em circuito fechado, chamado de circuito primário. Esse circuito primário aquece uma outra corrente de água que passa pelo gerador (círculo secundário) e se transforma em vapor, acionando a turbina para a geração de energia elétrica. Os dois circuitos não têm comunicação entre si.

Pesquisadores buscam obter energia também a partir da fusão do núcleo de vários átomos. Até agora, porém, essa tecnologia não é usada em escala comercial.

O urânio extraído não chega à usina em estado puro. Pelo contrário: passa por um processo bastante complexo de processamento que, em resumo, pode ser dividido em três etapas principais. A primeira delas é a mineração e beneficiamento, na qual o minério é extraído da natureza e enviado a uma unidade de beneficiamento, onde é purificado e concentrado, dando origem a uma espécie de sal de cor amarela, conhecido como *yellowcake* e cuja fórmula química é  $U_3O_8$ .

A segunda etapa é a conversão. Nela, o *yellowcake* é dissolvido, purificado e convertido para o estado gasoso (gás  $UF_6$ ). A terceira fase, de enriquecimento, caracteriza-se pelo aumento da concentração de átomos de urânio 235, dos naturais 0,7% para algo como 4%. O urânio 235 é o combustível das usinas nucleares. Para obter um quilo de produto são necessários cerca de oito quilos de *yellowcake*.

O processo completo de utilização do urânio, também chamado “ciclo do combustível nuclear”, abrange, ainda, a destinação do material utilizado. Há dois ciclos básicos: um aberto e um fechado. O primeiro envolve a deposição final do combustível utilizado. No segundo, o urânio residual e o plutônio produzidos voltam a ser utilizados na geração de energia, como óxido misto ( $MO_x$ ). Explicações detalhadas de todo o ciclo do urânio podem ser encontradas no site da World Nuclear Association ([www.world-nuclear.org](http://www.world-nuclear.org)) ou no site da Indústrias Nucleares do Brasil ([www.inb.gov.br](http://www.inb.gov.br)).



Perfil esquemático de uma usina nuclear

# 8

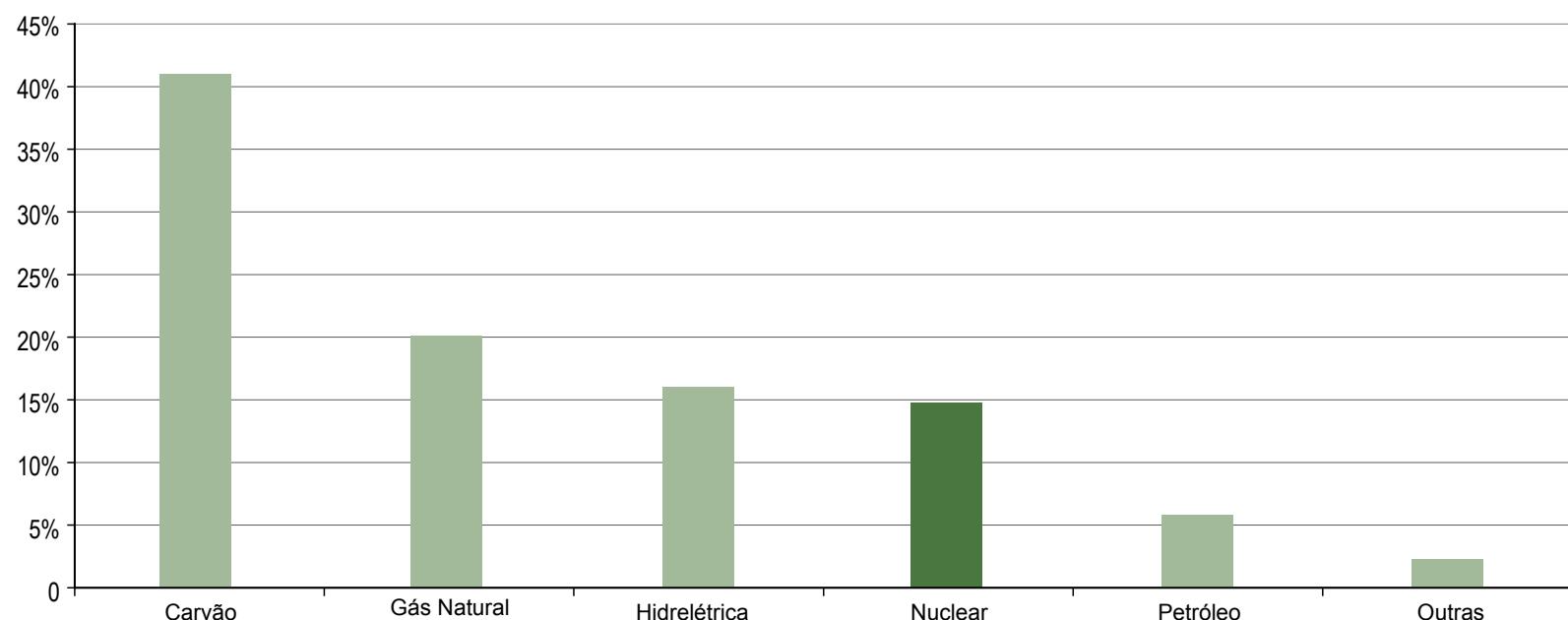
# Energia Nuclear

## 8.1 INFORMAÇÕES GERAIS

A energia nuclear, produzida a partir do átomo de urânio, voltou à agenda internacional da produção de eletricidade como alternativa importante aos combustíveis fósseis. Conhecida desde a década de 40, nos últimos anos passou a ser considerada uma fonte limpa, uma vez que sua operação acarreta a emissão de baixos volumes de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), principal responsável pelo efeito estufa e, em consequência, pelo aquecimento global. Além da característica ambiental, contribui para a tendência à expansão a

existência de abundantes reservas de urânio no planeta – o que, a médio e longo prazos, garante a segurança no suprimento.

Em 2006, a energia nuclear ocupou o penúltimo lugar entre as principais formas para produção de energia elétrica do mundo, segundo a International Energy Agency (IEA). Como mostra o Gráfico 8.1 abaixo, foi superada por hidrelétrica, gás natural e carvão e superou apenas o petróleo.



**Gráfico 8.1 Geração de energia elétrica por tipo de combustível (2006).**

Fonte: IEA, 2008.

Ainda assim, as usinas nucleares têm participação importante na matriz da energia elétrica. De acordo com as últimas estatísticas da IEA, em 2006 responderam por 14,8% da produção total, conforme destacado na Tabela 8.1 a seguir. Como a energia nuclear é usada quase que exclusivamente para a

produção de energia elétrica, sua participação no ranking global de fontes de energia primária (que também considera outros usos da energia) é menor: 6,2% ou 727,94 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep), segundo a IEA (Tabela 8.2 e Gráfico 8.2 a seguir).

**Tabela 8.1 - Energia elétrica no mundo (2006)**

| País         | %            | TWh*          |
|--------------|--------------|---------------|
| Carvão       | 41,0         | 7.761,3       |
| Petróleo     | 5,8          | 1.097,94      |
| Gás Natural  | 20,1         | 3.804,93      |
| Nuclear      | 14,8         | 2.801,64      |
| Hidrelétrica | 16,0         | 3.028,8       |
| Outras       | 2,3          | 435,39        |
| <b>Total</b> | <b>100,0</b> | <b>18.930</b> |

(\*) Um terawatt-hora equivale a um milhão de gigawatts-hora.

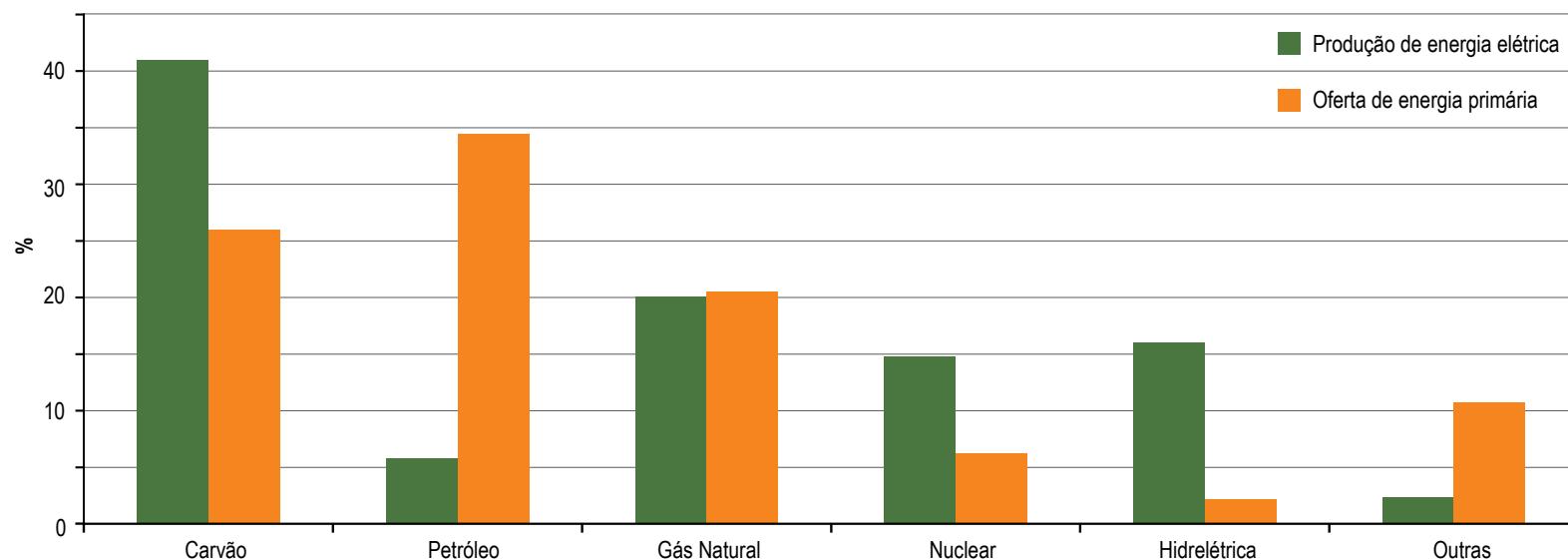
Fonte: IEA, 2008.

**Tabela 8.2 - Oferta de energia primária (2006)**

| País         | %            | Mtep*            |
|--------------|--------------|------------------|
| Carvão       | 26,0         | 3.052,66         |
| Petróleo     | 34,4         | 4.038,90         |
| Gás Natural  | 20,5         | 2.406,91         |
| Nuclear      | 6,2          | 727,94           |
| Hidrelétrica | 2,2          | 258,30           |
| Outras       | 10,7         | 1.256,29         |
| <b>Total</b> | <b>100,0</b> | <b>11.741,00</b> |

(\*) Cada Mtep é aproximadamente igual a 12 terawatts-hora. Considerando que o rendimento de uma usina térmica é da ordem de 30%, são necessárias três vezes mais combustível para produzir a mesma energia gerada por uma hidrelétrica.

Fonte: Adaptado de IEA, 2008.



**Gráfico 8.2 Produção de energia elétrica e oferta de energia primária no mundo.**

Fonte: Adaptado de IEA, 2008.

O urânio figura como fonte primária da matriz energética mundial desde meados dos anos 60. Entre este período e o final dos anos 70, o mercado das usinas nucleares viveu um vigoroso ciclo de crescimento. A interrupção ocorreu em função de elementos negativos que coincidiram no tempo: a ocorrência de dois acidentes (Three Mile Island e Chernobyl) e os elevados investimentos necessários à instalação de uma central. Durante

quase trinta anos, os novos investimentos foram praticamente paralisados e a produção de energia nuclear sofreu forte oposição, principalmente por parte dos ambientalistas.

Além da ocorrência dos acidentes, outro fator que motivou a oposição às nucleares foi o fato de que o processo de fissão do átomo de urânio é o mesmo que dá origem à bomba

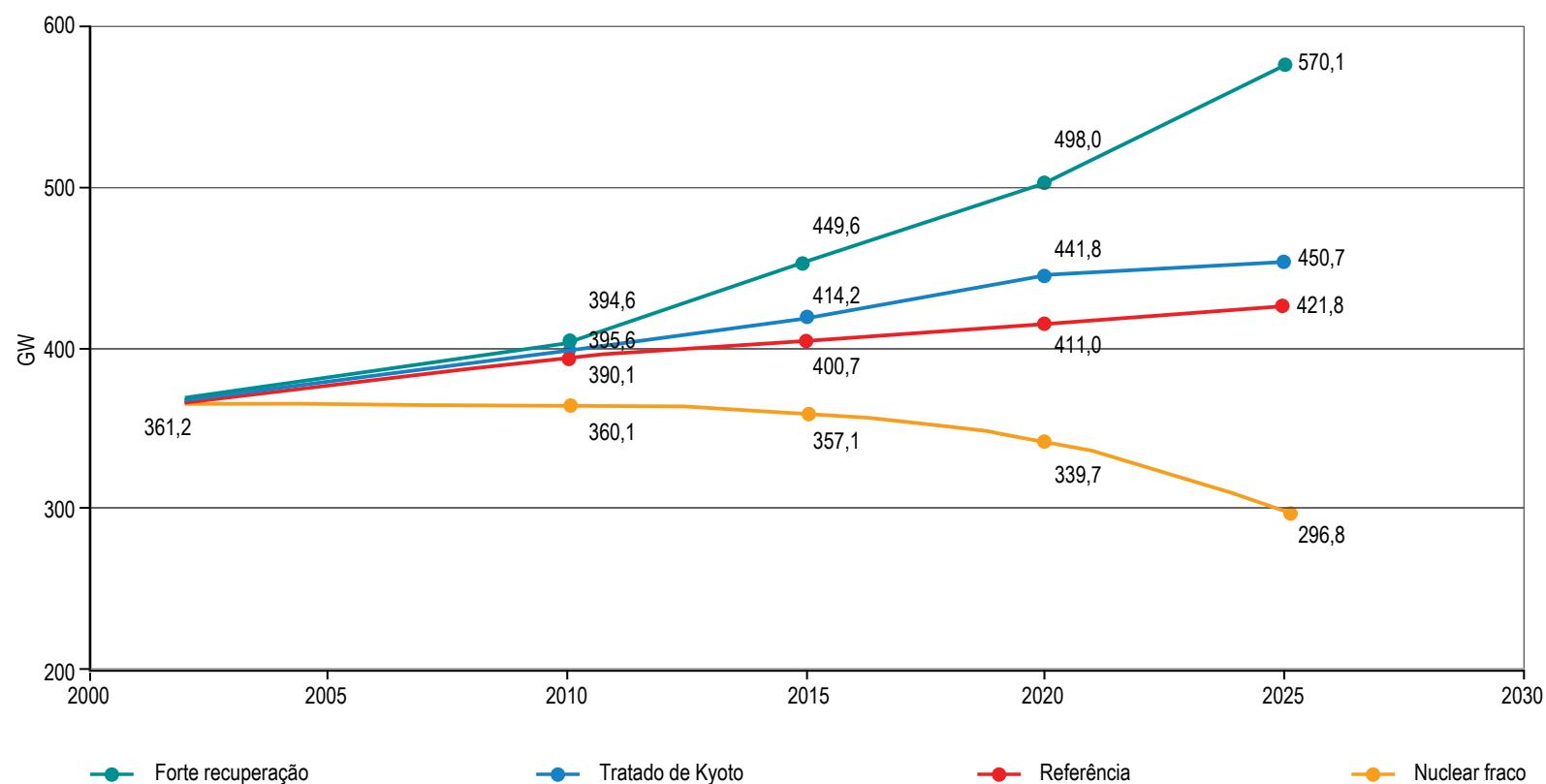
atômica. Assim, o país que domina a tecnologia de processamento e transformação do minério pode utilizá-la tanto para a produção de energia elétrica quanto para fins bélicos.

Nos últimos anos, porém, essa oposição tornou-se mais moderada. Lado a lado com os riscos, passaram a ser enumерados os pontos favoráveis à instalação de novas centrais. Entre eles, a disponibilidade de combustível (urânio) e a baixa emissão de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) ou qualquer outro gás que contribua para o efeito estufa – o que transforma a energia nuclear em energia limpa. Além disso, investimentos em desenvolvimento tecnológico buscam aumentar a segurança das unidades, embora ainda não exista uma solução definitiva para os rejeitos produzidos – o elemento mais perigoso do processo nuclear.

Finalmente, no âmbito da geopolítica internacional, países como a Rússia, após o final da Guerra Fria, comprometeram-se formalmente a desativar os artefatos bélicos e a utilizar o urânio decorrente dessa iniciativa na produção de energia elétrica. Além disso, a Agência Internacional de Energia

Atômica (AIEA, organização autônoma constituída em 1957 no âmbito das Nações Unidas) ampliou a sua esfera de atuação. Inicialmente se propunha a garantir o uso pacífico da energia nuclear e contribuir com as pesquisas científicas. Atualmente, com 137 países-membros, passou a inspecionar e investigar suspeitas de violações do Tratado de Não-Proliferação Nuclear das Nações Unidas.

O futuro da energia nuclear é difuso. A IEA projeta quatro cenários até 2025 (Gráfico 8.3 abaixo): referência, forte recuperação, fraca recuperação e Tratado de Kyoto. No mais otimista, de forte recuperação, a potência instalada passaria dos 361,2 GW (gigawatts) existentes no início dos anos 2000 para 570,1 GW. No nuclear fraco, o mais pessimista, recuaría para 296,8 GW. Conforme registra o estudo sobre geração termonuclear, do Plano Nacional de Energia 2030 produzido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a configuração de qualquer um desses cenários dependerá de vários fatores. Entre eles: competitividade do custo de geração, disponibilidade de urânio, segurança no fornecimento de outros combustíveis e aceitação pela sociedade da segurança das unidades nucleares.



**Gráfico 8.3 Cenários IEA para energia nuclear no mundo.**

Fonte: EPE, 2006.

## 8.2 RESERVAS, PRODUÇÃO E CONSUMO NO MUNDO

A matéria-prima para a produção da energia nuclear é o minério de urânio, um metal pouco menos duro que o aço, encontrado em estado natural nas rochas da crosta terrestre. Desse minério é extraído o átomo de urânio utilizado na geração nuclear. Como mostra a Tabela 8.3 abaixo, em 2007 essas reservas totalizaram 4,6 milhões de toneladas distribuídas por 14 países, com destaque para a Austrália, Cazaquistão e Canadá que, juntos, respondem por mais de 50% do volume total.

No Brasil, apenas 25% do território foi prospectado em busca do minério. Ainda assim, o país ocupa o 7º lugar do ranking, com 278,7 mil toneladas em reservas conhecidas e correspondentes a cerca de 6% do volume total mundial. As jazidas estão localizadas principalmente na Bahia, Ceará, Paraná e Minas Gerais, conforme informações da Indústrias Nucleares do Brasil (INB). A principal delas, em Caetité, Bahia, possui 100 mil toneladas, volume suficiente para abastecer o complexo nuclear de Angra I, II e III por 100 anos.

A distribuição mundial do consumo, porém, não acompanha a localização ou a capacidade das reservas, mas a disposição

do país para investir na geração nuclear de energia elétrica. Segundo a International Energy Agency, os três maiores consumidores são Estados Unidos, França e Japão. Em 2007, eles foram também os maiores produtores, com participação de, respectivamente, 30,9%, 16% e 10,1% no ranking mundial, como mostra a Tabela 8.4 abaixo e a Figura 8.1 na página seguinte.

**Tabela 8.4 - Maiores consumidores mundiais de energia nuclear (2007)**

| País           | TWh            | %            |
|----------------|----------------|--------------|
| Estados Unidos | 848,9          | 30,9         |
| França         | 440,4          | 16,0         |
| Japão          | 279,0          | 10,1         |
| Rússia         | 159,8          | 5,8          |
| Coréia do Sul  | 142,9          | 5,2          |
| Alemanha       | 140,5          | 5,1          |
| Canadá         | 93,3           | 3,4          |
| Ucrânia        | 92,5           | 3,4          |
| Suécia         | 67,4           | 2,5          |
| China          | 62,9           | 2,3          |
| <b>Brasil</b>  | <b>12,4</b>    | <b>0,4</b>   |
| <b>Total</b>   | <b>2.748,9</b> | <b>100,0</b> |

Fonte: BP, 2008.

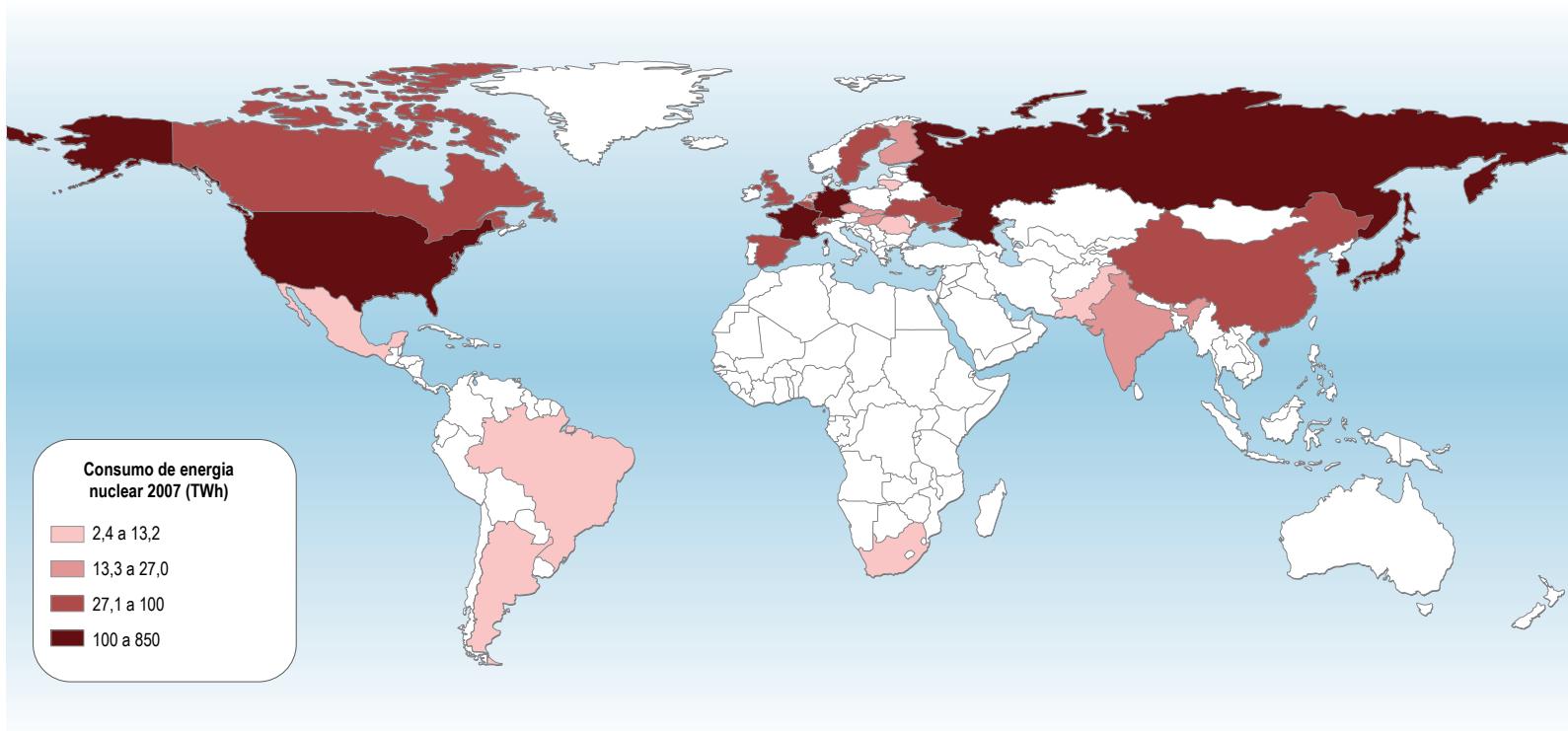
**Tabela 8.3 - Reservas mundiais de urânio (2007)\***

| País           | tU               |
|----------------|------------------|
| Austrália      | 1.143.000        |
| Cazaquistão    | 816.099          |
| Canadá         | 443.800          |
| Estados Unidos | 342.000          |
| África do Sul  | 340.596          |
| Namíbia        | 282.359          |
| <b>Brasil</b>  | <b>278.700</b>   |
| Nigéria        | 225.459          |
| Rússia         | 172.402          |
| Ubequistão     | 89.836           |
| Jordânia       | 78.975           |
| Índia          | 64.840           |
| Mongólia       | 61.950           |
| China          | 59.723           |
| Outros Países  | 227.588          |
| <b>Total</b>   | <b>4.627.327</b> |

(\* ) tU: toneladas de urânio.  
Fonte: WEC, 2008.

A extração do urânio não é a única forma para obtenção do combustível utilizado nas centrais nucleares. Existem também as fontes secundárias, compostas por: material obtido com a desativação de artefatos bélicos; estoques civis e militares; reprocessamento do urânio já utilizado e sobra do material usado no processo de enriquecimento. Em 2006, segundo a IEA, o urânio extraído das reservas respondeu por 54% da energia nuclear produzida no mundo. O restante veio de fontes secundárias.

O urânio é comercializado sob a forma de *yellowcake* (espécie de sal amarelo, o  $U_3O_8$ ), gás  $UF_6$  e urânio 235 (sob a forma de barras), produtos derivados das três principais etapas de processamento do material bruto (ver Box 8). Seu comércio é rigidamente controlado tanto pelos governos nacionais quanto pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), uma vez que se trata de material radioativo.

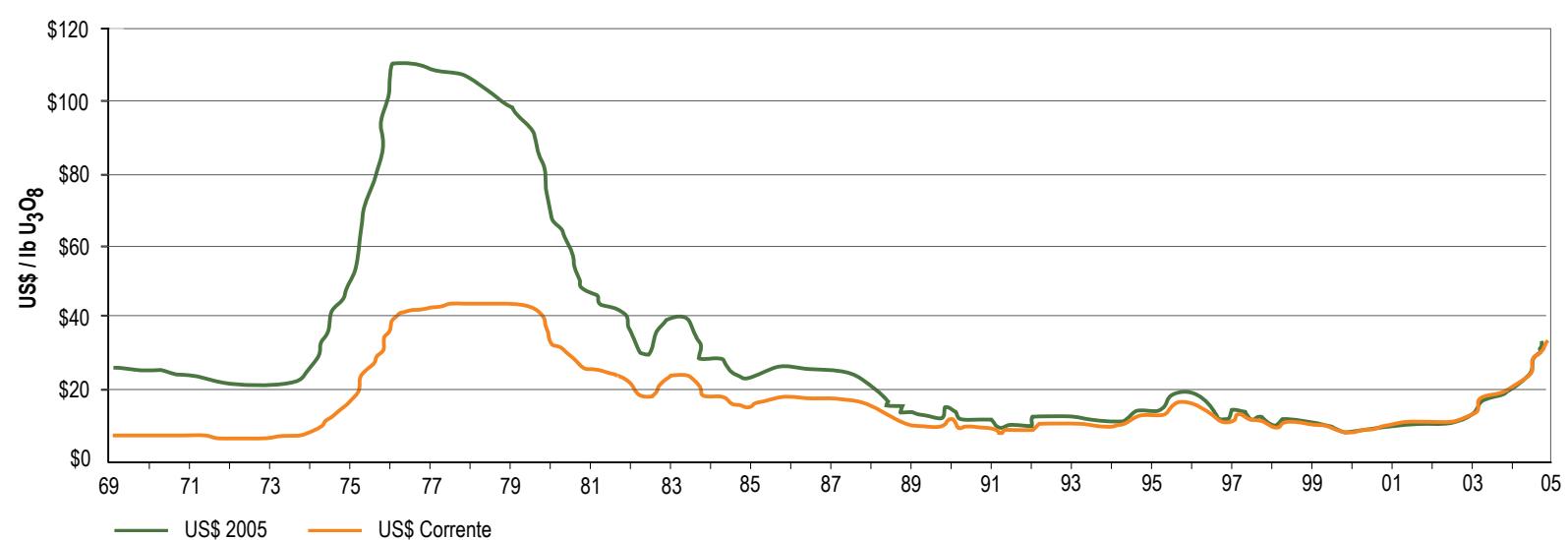


**Figura 8.1 Consumo de energia nuclear no mundo em 2007.**

Fonte: BP, 2008.

O comportamento dos preços reflete a relação oferta/consumo, como demonstra o Gráfico 8.4 a seguir, referente ao *yellowcake*. Os preços subiram de maneira acentuada durante a fase de expansão da construção de usinas nucleares, recuaram bruscamente

na década de 80 e se mantiveram em baixa durante quase 20 anos, para registrar ligeira recuperação após o ano 2000 – período em que se nota um aumento no número de unidades instaladas e de MWh (megawatts-hora) produzidos.



**Gráfico 8.4 Evolução histórica do preço<sup>1</sup> do óxido de urânio ( $\text{U}_3\text{O}_8$ ).**

1 Preço da libra (453,59237 gramas) de óxido de urânio em dólares.

Fonte: EPE, 2006.

Projeções da AIEA indicam que os estoques de urânio resultante da conversão de armas atômicas devem acabar entre 2020 e 2030, o que poderá implicar em aumento dos preços. Outro fator de alta poderá ser a entrada em operação de novos geradores, com licenciamento em curso nos Estados Unidos, que expandirá o consumo.

A tendência, no entanto, poderá ser atenuada por outras variáveis, como a configuração do cenário de fraca recuperação da IEA (ver Tópico 8.1), a exploração de novas reservas ou o aumento da eficiência das usinas (produção de maior quantidade de energia com a mesma quantidade de combustível) proporcionada por investimentos em tecnologia realizados atualmente.

No Brasil, apenas a Indústrias Nucleares Brasileiras (INB) é autorizada pelo Governo Federal a extraír e processar o urânio e demais minerais radioativos. A companhia é vinculada à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), uma autarquia federal subordinada ao Ministério da Ciência e Tecnologia e constituída para, em nome da União, exercer o monopólio da mineração de elementos radioativos e da produção e comércio de materiais nucleares.

A INB também domina a tecnologia dos três principais ciclos de processamento do átomo de urânio. No entanto, o enriquecimento ainda é realizado em países como Holanda e Alemanha. Ao chegar ao Brasil em contêineres, o urânio 235 é enviado à Fábrica de Combustível Nuclear (FCN), em Resende (RJ), e, em seguida, às usinas nucleares Angra I e Angra II, em Angra dos Reis (RJ). O projeto de expansão das linhas de enriquecimento de urânio da INB está em andamento e tem conclusão da primeira fase prevista para 2009. Nesse ano, a capacidade instalada da companhia deverá suprir 60% do combustível consumido em Angra I e II.

### 8.3 GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL E NO MUNDO

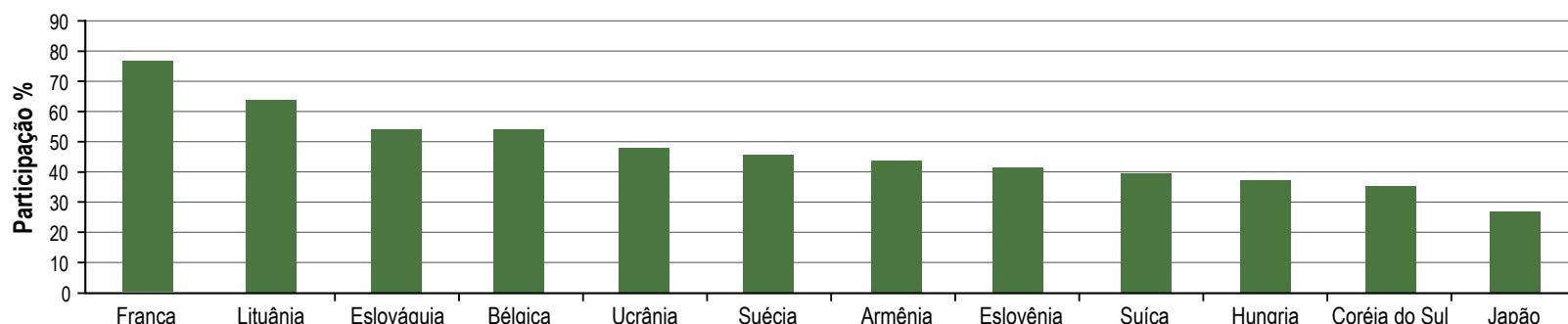
A geração nuclear de energia elétrica vive um novo ciclo de expansão. Além de novas unidades em construção, aumenta o número de países que buscam aderir a essa tecnologia ou expandir o parque já instalado.

Em 2007, um total de 439 reatores nucleares, distribuídos por 31 países, estava em operação em todo o mundo, segundo dados da AIEA reproduzidos no trabalho Panorama da Energia Nuclear da Eletronuclear, empresa de economia mista subsidiária da Eletrobrás e responsável pela construção de usinas e geração de energia nuclear no Brasil. Os Estados Unidos concentravam o maior número de unidades (104), mas foi a França, com 59 reatores, que demonstrou maior dependência da produção nuclear: 76,85% da energia total produzida, conforme mostram a Tabela 8.5 e o Gráfico 8.5 a seguir.

**Tabela 8.5 - Os dez países com maior número de centrais nucleares e potência instalada em 2007**

|              | País           | Unidades   | MW             |
|--------------|----------------|------------|----------------|
| 1º           | Estados Unidos | 104        | 100.582        |
| 2º           | França         | 59         | 63.260         |
| 2º           | Japão          | 55         | 47.587         |
| 4º           | Rússia         | 31         | 21.743         |
| 5º           | Alemanha       | 17         | 20.470         |
| 6º           | Coréia         | 20         | 17.451         |
| 7º           | Ucrânia        | 15         | 13.107         |
| 8º           | Canadá         | 18         | 12.621         |
| 9º           | Reino Unido    | 19         | 10.222         |
| 10º          | Suécia         | 10         | 9.014          |
| 23º          | Brasil         | 2          | 2.007          |
| <b>Total</b> |                | <b>439</b> | <b>372.100</b> |

Fonte: AIEA (Adaptado), 2008.



**Gráfico 8.5 - Participação da energia nuclear na energia total produzida.**

Fonte: AIEA, 2008.

No mesmo período, também, um total de 37 reatores encontravam-se em construção em 14 países (Tabela 8.6 abaixo), enquanto as obras de seis usinas tinham início na Coréia do Sul, Rússia, França e China. Além disso, três usinas entraram em operação na Índia, China e Romênia. Os Estados Unidos reativaram outras duas unidades, paralisadas há vários anos.

**Tabela 8.6 - Energia nuclear: unidades e potência em construção (2007)**

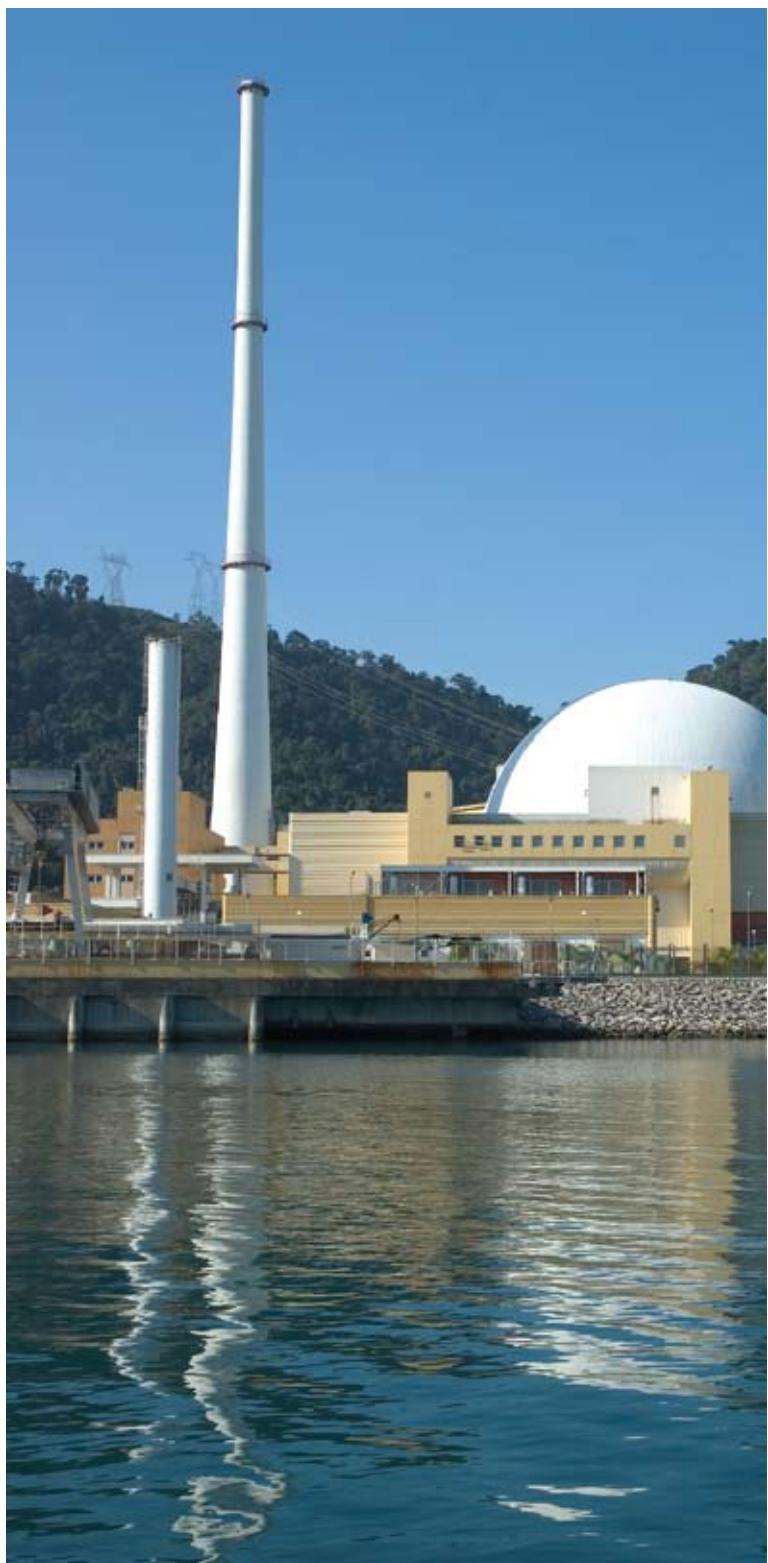
| País           | Unidades  | MW            |
|----------------|-----------|---------------|
| Argentina      | 1         | 692           |
| Bulgária       | 2         | 1.906         |
| China          | 6         | 5.220         |
| Finlândia      | 1         | 1.600         |
| França         | 1         | 1.600         |
| Índia          | 6         | 2.910         |
| Irã            | 1         | 915           |
| Japão          | 2         | 2.191         |
| Coréia         | 4         | 3.840         |
| Paquistão      | 1         | 300           |
| Rússia         | 7         | 4.724         |
| Taiwan         | 2         | 2.600         |
| Ucrânia        | 2         | 1.900         |
| Estados Unidos | 1         | 1.165         |
| <b>Total</b>   | <b>37</b> | <b>31.563</b> |

Fonte: AIEA, 2008.

Esse fenômeno é resultado da conjunção de diversas variáveis. Algumas são de ordem tecnológica, como as pesquisas para aumentar a segurança das instalações, eficiência e vida útil das unidades (cujo padrão é de 30 anos). Estes avanços reduzem o risco de acidentes nucleares e aumentam a viabilidade econômica do empreendimento.

O principal fator de impulso à tendência tem, porém, caráter ambiental. Trata-se da necessidade de diversificação da matriz energética. A energia nuclear vem sendo apontada como uma alternativa para expansão e diversificação dessa matriz, de forma a atender ao consumo crescente de energia, poupar os combustíveis fósseis e enfrentar o aquecimento global. Isto porque, de um lado, as reservas de urânio existentes no planeta são abundantes. De outro, porque o nível de emissão de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono ou gás carbônico)

ou qualquer outro gás que contribua para o efeito estufa é muito baixo em toda a cadeia produtiva da energia nuclear (da extração do urânio à geração de energia elétrica).



**Usina nuclear Angra II.**

Fonte: Eletronuclear.



**Sala de controle - Central de operação.**

Fonte: Banco de imagens de Angra 2.

## Brasil

No Brasil, a expansão do parque nuclear faz parte do Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica (2006/2015). O país apresenta duas vantagens competitivas nesse segmento: as boas reservas do mineral e o domínio da tecnologia de enriquecimento do urânio – que, no entanto, ainda não é aplicada em escala comercial.

A instalação de usinas nucleares em território nacional foi decidida no final da década de 60. Com elas, o Governo Federal pretendia adquirir conhecimento sobre a nova tecnologia que se expandia rapidamente pelo mundo e, ao mesmo tempo, resolver um problema localizado: a necessidade de complementação térmica para o suprimento de eletricidade ao Rio de Janeiro.

A construção de Angra I teve início em 1972, com tecnologia da norte-americana Westinghouse adquirida em sistema *turn key* (sem transferência tecnológica). Três anos depois, em 1975, o país assinou com a República Federal da Alemanha o Acordo de Cooperação para o Uso Pacífico da Energia Nuclear. Em julho do mesmo ano, adquiriu as usinas de Angra II e Angra III da empresa Kraftwerk Union A.G. – KWU, subsidiária da Siemens, também alemã. O contrato previa transferência parcial de tecnologia.

Angra I, com potência instalada de 657 MW, entrou em operação comercial em 1985. Angra II, com potência instalada de 1.350 MW, em 2000. A construção de Angra III, também com 1.350 MW, por uma série de razões foi paralisada durante muitos anos. A construção foi inserida no Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica (2006/2015) e, em julho de 2008, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais (Ibama) expediu licença prévia autorizando a retomada das obras. Em setembro de 2008, o ministro de Minas e Energia, Edison Lobão, anunciou a intenção do governo de construir uma usina nuclear por ano ao longo dos próximos 50 anos, o que resultaria em uma capacidade instalada total de 60 mil MW.

A operação de Angra III está prevista para ter início em 2014. Com isto, a participação da capacidade nuclear instalada no Brasil deve passar de 1,98% (2,007 GW) para 2,5% (3,357 GW) da capacidade instalada total, considerando que esta última terá um crescimento anual de 4% passando de 103 GW (2008) para 130 GW em 2014.

Em 2007, Angra I e Angra II responderam por 2,5% da produção total de energia elétrica no país, que foi de 12,3 terawatts-hora (TWh).

## 8.4 IMPACTOS AMBIENTAIS E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Das formas de produção de eletricidade, a usina nuclear é uma das menos agressivas ao meio ambiente. Ainda assim, a possibilidade de a unidade provocar grande impacto socioambiental é um dos aspectos mais controversos de sua construção e operação. Isto porque toda a cadeia produtiva do urânio – da extração à destinação dos dejetos derivados da operação da usina – é permeada pela radioatividade.

Durante a fase de extração e processamento do minério e de operação da usina, os níveis de radioatividade são permanentemente monitorados e controlados, de forma a não superar os limites previstos pelos órgãos reguladores. No entanto, ainda não se conseguiu encontrar uma solução definitiva para os dejetos radioativos que, lado a lado com o risco de acidentes nas usinas, se constituem nos elementos mais perigosos do processo de produção da energia nuclear.

Estes dejetos são classificados de baixa, média e alta atividade. Para os dois primeiros, há o processamento e armazenagem. Segundo o Plano Nacional de Energia 2030, no Brasil os dejetos de alta atividade ficam, temporariamente, estocados em piscinas de resfriamento cheias de água. Depois, parte deles é misturada

a outros materiais e solidificada, resultando em barras de vidro, também classificadas como de alta radioatividade. A vitrificação facilita o transporte e a estocagem, mas apenas diminui – não extingue – os impactos potenciais sobre o meio ambiente.

Alternativas para depósito desses dejetos estão em estudo no exterior. Uma das mais aceitas, atualmente, é o armazenamento em uma estrutura geológica estável. Os Estados Unidos têm um projeto pioneiro nesta opção. Além disso, ganha espaço no mercado mundial a preferência pela adoção do ciclo aberto do urânio em detrimento do fechado que, ao reprocessar o material, produz novos dejetos radioativos. Finalmente, a evolução tecnológica das máquinas também aponta para a redução no volume de dejetos de alta atividade produzido: seja porque embutem ganhos de eficiência (exigindo menor volume de combustível para a produção da mesma qualidade de energia), seja porque conseguem reduzir o tempo de decaimento (redução da radioatividade) dos dejetos.

Outra alternativa é um projeto inédito de armazenamento desses dejetos em cápsulas de aço, sugestão apresentada pela Eletronuclear quando obteve a licença prévia para a retomada



**Central nuclear.**

Fonte: Eletronuclear.

das obras de Angra III. O destino dos dejetos era uma das condicionantes do licenciamento ambiental. Segundo a Eletro-nuclear, essas cápsulas garantiriam a segurança dos dejetos por 500 anos.

A tecnologia hoje existente apenas atenua, mas não acaba com os riscos de acidentes ambientais provocados pelas usinas nucleares. De qualquer maneira, o aumento da segurança dessas instalações é uma das principais vertentes das pesquisas tecnológicas realizadas nos últimos anos.

## REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) – disponível em [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)

BP Global – disponível em [www.bp.com](http://www.bp.com)

Eletronuclear – disponível em [www.eletronuclear.gov.br](http://www.eletronuclear.gov.br)

Empresa de Pesquisa Energética (EPE) – disponível em [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)

Indústrias Nucleares do Brasil (INB) – disponível em [www.inb.com.br](http://www.inb.com.br)

International Energy Agency (IEA) – disponível em [www.iea.org](http://www.iea.org)

World Energy Council (WEC) – disponível em [www.worldenergy.org](http://www.worldenergy.org)



Stock Xchng

# Parte III

## *Fontes não-renováveis*

9

# *Carvão Mineral*

## Box 9

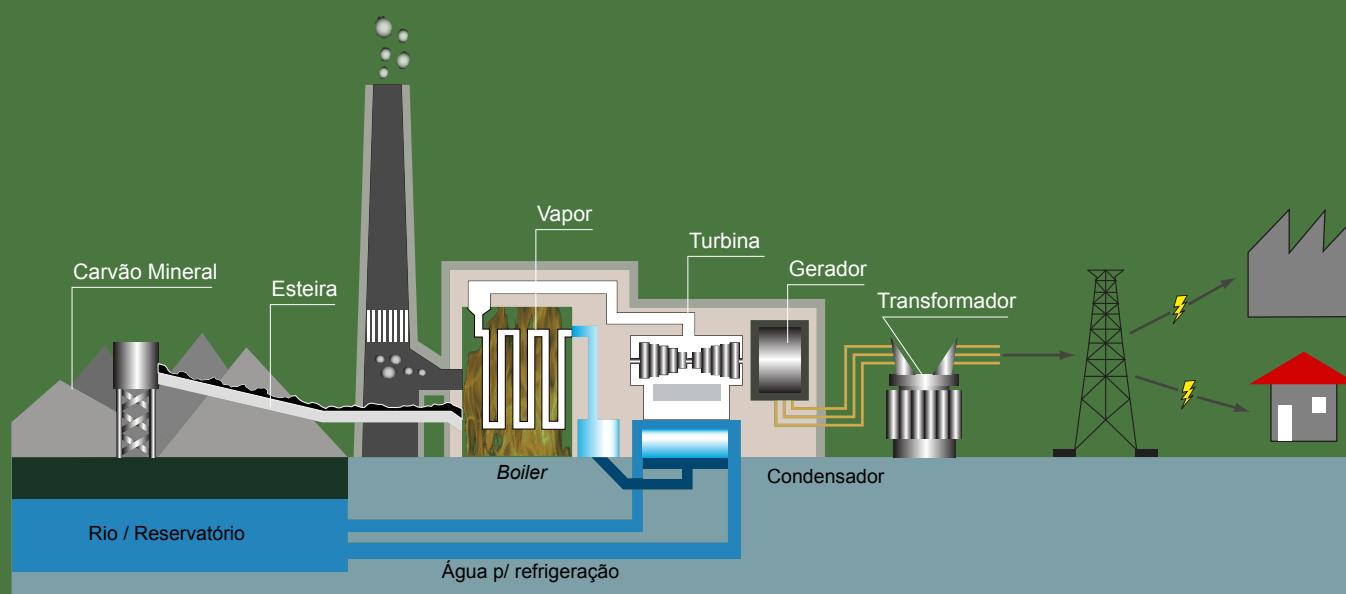
# O processo de produção de energia elétrica a partir do carvão mineral

Atualmente, a principal aplicação do carvão mineral no mundo é a geração de energia elétrica por meio de usinas térmicas. Em segundo lugar vem a aplicação industrial para a geração de calor (energia térmica) necessário aos processos de produção, tais como secagem de produtos, cerâmicas e fabricação de vidros. Um desdobramento natural dessa atividade – e que também tem se expandido – é a co-geração ou utilização do vapor aplicado no processo industrial também para a produção de energia elétrica.

Pesquisas envolvendo processos tecnológicos que permitam um maior aproveitamento do poder calorífico do carvão (como a gaseificação) – e simultaneamente a preservação do meio ambiente – têm sido desenvolvidas no mercado internacional (ver Tópico 10.4). No entanto, o método tradicional, de queima para produção do vapor, continua sendo o mais utilizado.

Considerando-se também a preparação e queima do carvão, este processo se dá, em resumo, da seguinte maneira: o carvão é extraído do solo, fragmentado e armazenado em silos para, posteriormente, ser transportado à usina, onde novamente será armazenado. Em seguida, é transformado em pó, o que permitirá melhor aproveitamento térmico ao ser colocado para queima nas fornalhas de caldeiras. O calor liberado por esta queima é transformado em vapor ao ser transferido para a água que circula nos tubos que envolvem a fornalha. A energia térmica (ou calor) contida no vapor é transformada em energia mecânica (ou cinética), que movimentará a turbina do gerador de energia elétrica.

Este movimento dá origem à energia elétrica. No caso da co-geração, o processo é similar, porém o vapor, além de gerar energia elétrica, também é extraído para ser utilizado no processo industrial.



Perfil esquemático do processo de produção de energia elétrica a partir do carvão mineral

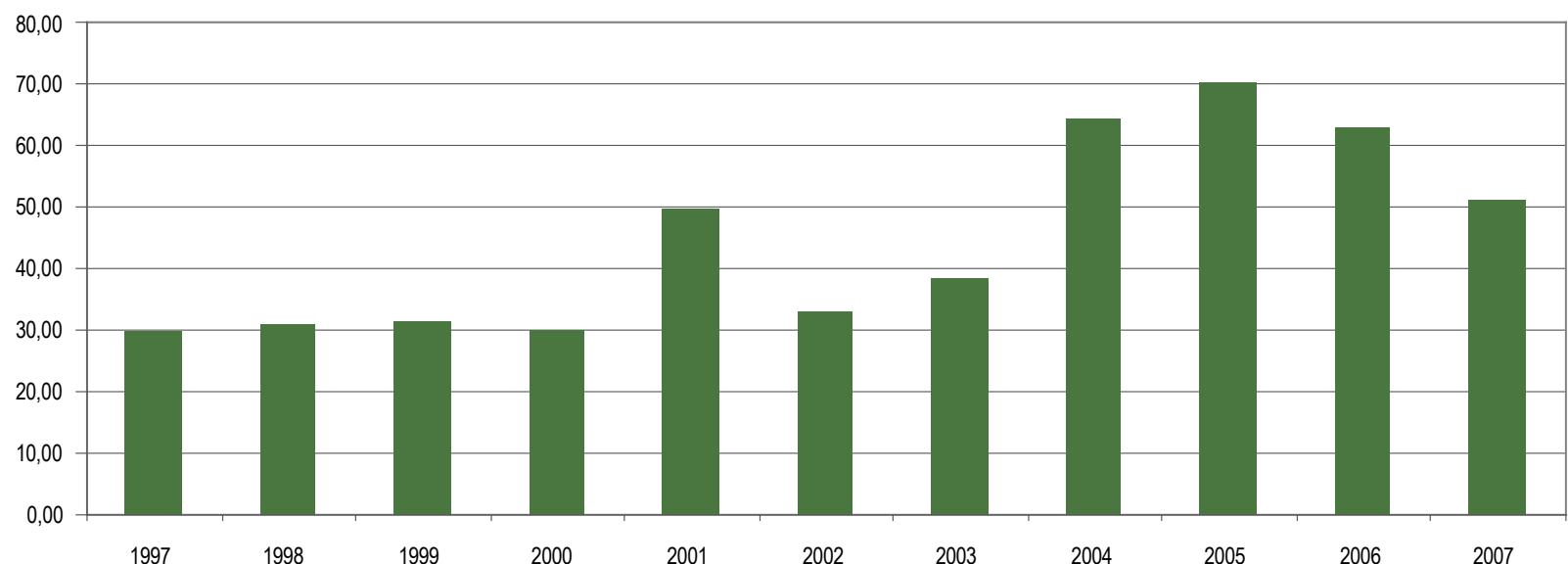


# Carvão Mineral

## 9.1 INFORMAÇÕES GERAIS

O carvão mineral, de origem fóssil, foi uma das primeiras fontes de energia utilizadas em larga escala pelo homem. Sua aplicação na geração de vapor para movimentar as máquinas foi um dos pilares da Primeira Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra no século XVIII. Já no fim do século XIX, o vapor foi aproveitado na produção de energia elétrica. Ao longo do tempo, contudo, o carvão perdeu espaço na matriz energética mundial para o petróleo e o gás natural, com o desenvolvimento dos motores a explosão.

O interesse reacendeu-se na década de 70, em consequência, sobretudo, do choque do petróleo, e se mantém em alta até hoje. Além da oferta farta e pulverizada, o comportamento dos preços é outra vantagem competitiva. As cotações do petróleo e derivados têm se caracterizado pela tendência de alta e extrema volatilidade. No caso da *commodity* carvão, no entanto, registraram movimentos suaves ao longo dos últimos dez anos, ingressando em um ciclo de baixa em 2005, conforme o Gráfico 9.1 a seguir.

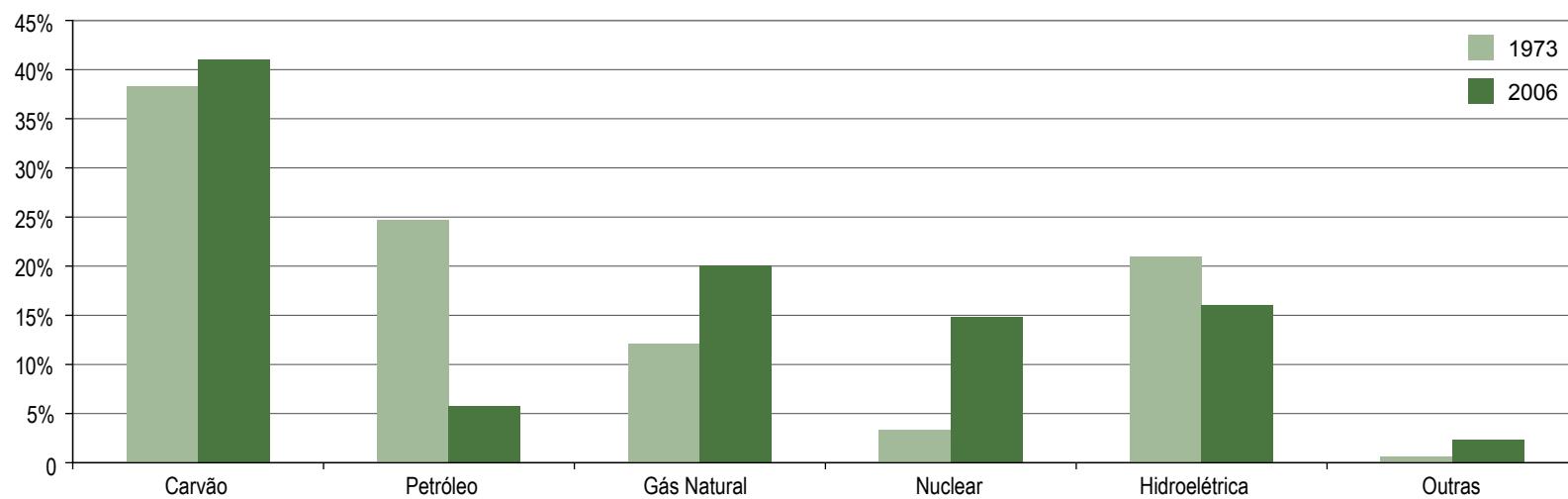


**Gráfico 9.1 Preço da tonelada de carvão nos Estados Unidos em US\$ nos últimos anos.**

Fonte: BP, 2008.

De acordo com dados da International Energy Agency (IEA), o carvão é a fonte mais utilizada para geração de energia elétrica no mundo, respondendo por 41% da produção total (Gráfico 9.2 abaixo). Sua participação na produção global de energia primária, que considera outros usos além da produção de energia elétrica, é de 26%. A IEA também projeta que o minério manterá posição semelhante nos próximos 30 anos.

A principal restrição à utilização do carvão é o forte impacto socioambiental provocado em todas as etapas do processo de produção e também no consumo. A extração, por exemplo, provoca a degradação das áreas de mineração. A combustão é responsável por emissões de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ). Projetos de mitigação e investimentos em tecnologia (*clean coal technologies*) estão sendo desenvolvidos para atenuar este quadro.



**Gráfico 9.2 Geração de energia elétrica por tipo de combustível.**

Fonte: IEA, 2008.

## O que é o carvão

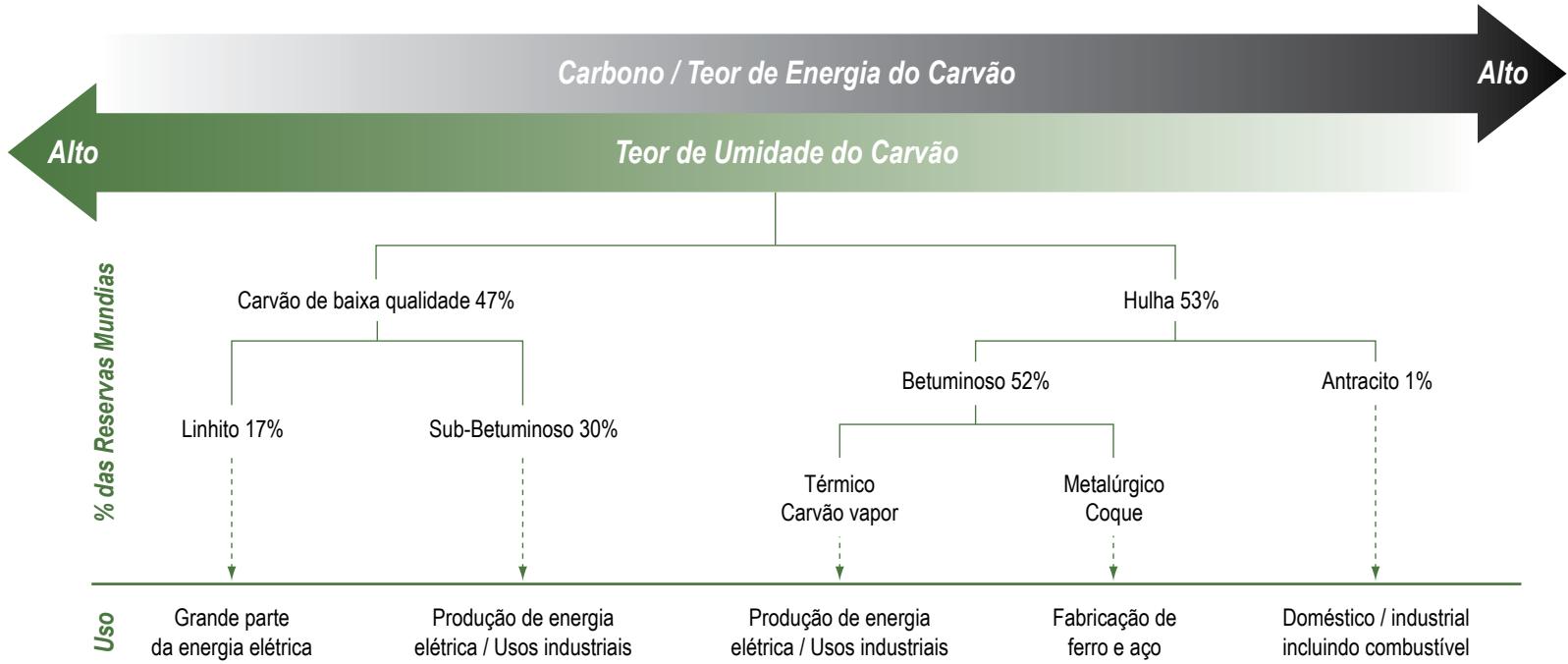
Existem dois tipos básicos de carvão na natureza: vegetal e mineral. O vegetal é obtido a partir da carbonização da madeira. O mineral é formado pela decomposição da matéria orgânica (como restos de árvores e plantas) durante milhares de anos, sob determinadas condições de temperatura e pressão. É composto por átomos de carbono, oxigênio, nitrogênio, enxofre, associados a outros elementos rochosos (como arenito, siltito, folhelhos e diamictitos) e minerais, como a pirita.

Tanto o carvão vegetal quanto o mineral podem ser usados na indústria (principalmente siderúrgica) e na produção de energia elétrica. No entanto, enquanto o primeiro é pouco utilizado – exceto no Brasil, maior produtor mundial –, o consumo do segundo está bastante aquecido. Este movimento tem a ver não só com a disponibilidade de reservas, mas com a qualidade do carvão, medida pela capacidade de produção de calor – ou poder calorífico, expresso em kcal/kg (kilocaloria obtida por quilo do combustível). Este poder calorífico, por sua vez, é favorecido

pela incidência de carbono e prejudicado pela quantidade de impurezas (elementos rochosos e minerais).

No carvão vegetal, o poder calorífico é baixo enquanto a participação de impurezas é elevada. No carvão mineral, o poder calorífico e a incidência de impurezas variam, o que determina a subdivisão do minério nas categorias: baixa qualidade (linhito e sub-betuminoso) e alta qualidade (ou hulha, subdividida nos tipos betuminoso e antracito).

Como mostra a Figura 9.1 a seguir, 53% das reservas mundiais de carvão mineral são compostas por carvão com alto teor de carbono (hulha) e 47% com baixo teor de carbono. A produção e o consumo mundial concentram-se nas categorias intermediárias: os carvões tipos betuminoso/sub-betuminoso e linhito. O primeiro, de maior valor térmico, é comercializado no mercado internacional. O segundo é utilizado na geração termelétrica local.



**Figura 9.1 Tipos de carvão, reservas e usos.**

Fonte: WCI, 2006.

### Extração e transporte

A extração (ou mineração) do carvão pode ser subterrânea ou a céu aberto. A opção por uma ou outra modalidade depende, basicamente, da profundidade e do tipo de solo sob o qual o minério se encontra.

Se a camada que recobre o carvão é estreita ou o solo não é apropriado à perfuração de túneis (por exemplo, areia ou cascalho), a opção é a mineração a céu aberto. Se, pelo contrário, o mineral está em camadas profundas ou se apresenta como veios de rocha, há a necessidade da construção de túneis. Neste último caso, a lavra pode ser manual, semimecanizada ou mecanizada.

A produtividade das minas a céu aberto é superior à das lavras subterrâneas. No entanto, de acordo com o World Coal Institute (WCI) – ou Instituto Mundial do Carvão, em português –, 60% da oferta mundial de carvão mineral é extraída por meio da mineração subterrânea. No Brasil, a maior parte é explorada a céu aberto. É o que ocorre, também, em importantes países exportadores, como Austrália e Estados Unidos.

O transporte é a atividade mais complexa e dispendiosa da cadeia produtiva do carvão. A título de exemplo, conforme

está registrado no Plano Nacional de Energia 2030, em 2004 o preço CIF – que inclui frete e seguro – de uma tonelada de carvão metalúrgico no Japão era de US\$ 61, enquanto o custo do frete chegava a US\$ 49,50 por tonelada.

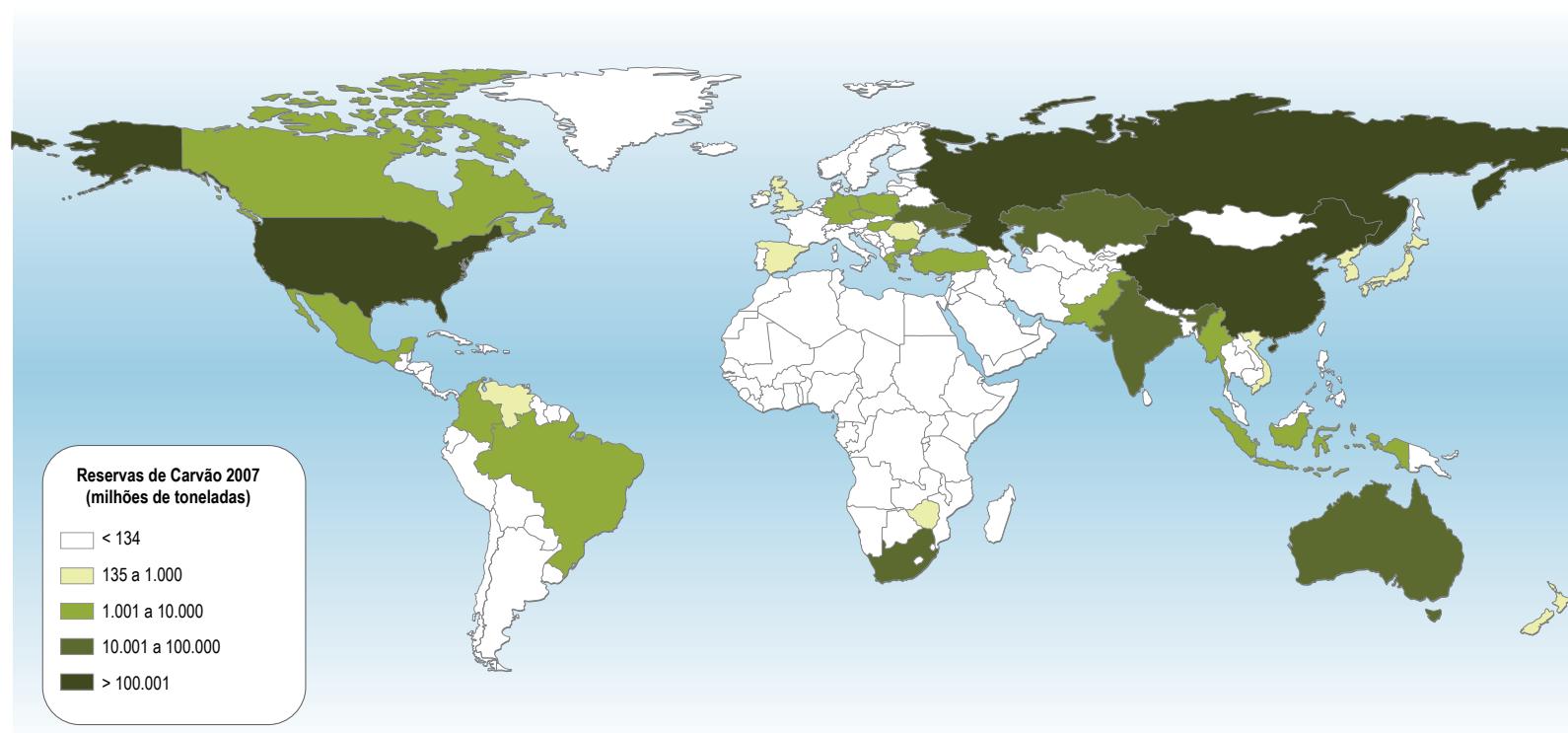
Para distâncias muito curtas, o método mais eficiente de transporte é a esteira. Para os trajetos mais longos, utilizase caminhões, trens e barcaças. O carvão também pode ser misturado à água formando uma lama que é transportada por meio de dutos.

Além disso, geralmente só são transferidos, de um local para outro, os tipos de carvão com baixo teor de impurezas. Os demais são utilizados nas proximidades do local de mineração – onde, em geral, também são construídas as termelétricas abastecidas por esse combustível. É o que ocorre nas cinco usinas termelétricas movidas a carvão em operação no Brasil, todas localizadas no sul do País, nas proximidades das áreas de mineração. Do ponto de vista econômico, é mais eficiente investir na construção de linhas de transmissão de eletricidade do que no transporte do carvão.

## 9.2 RESERVAS, PRODUÇÃO E CONSUMO NO MUNDO

O carvão é o combustível fóssil com a maior disponibilidade do mundo. As reservas totalizam 847,5 bilhões de toneladas, quantidade suficiente para atender a produção atual por 130 anos. Além disso, ao contrário do que ocorre com petróleo e gás natural, elas não estão concentradas em poucas regiões. Abaixo,

como mostra a Figura 9.2, as reservas estão bem distribuídas pelos continentes, com ênfase maior no hemisfério norte. Na verdade, são encontradas em quantidades expressivas em 75 países, sendo que três deles – Estados Unidos (28,6%), Rússia (18,5%) e China (13,5%) – concentram mais de 60% do volume total.



**Figura 9.2 Reservas mundiais de carvão mineral – 2007 (em milhões de toneladas).**

Fonte: BP, 2008.

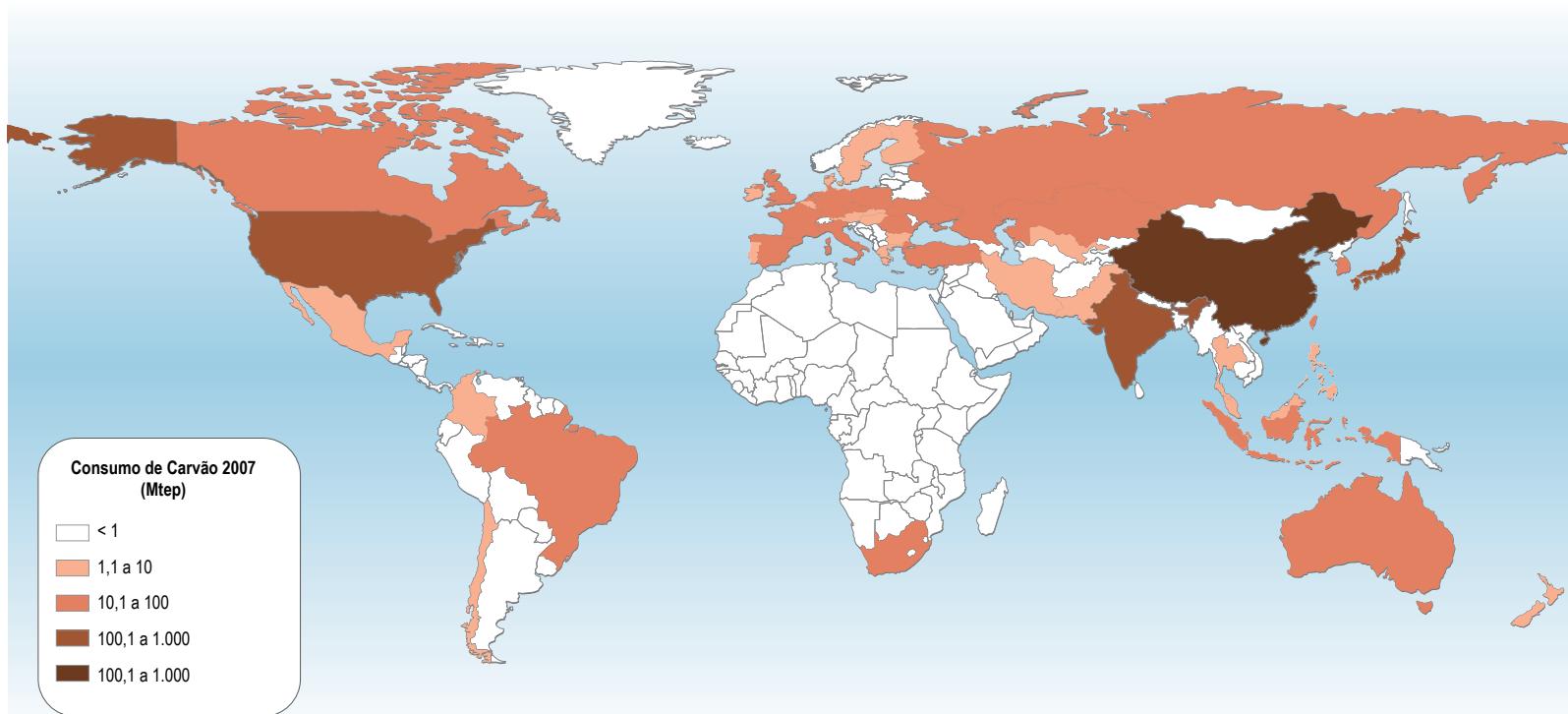


**Extração de carvão mineral**

Fonte: Stock.XCHNG ([www.sxc.hu](http://www.sxc.hu)).

O volume extraído e produzido, porém, não é diretamente proporcional à disponibilidade dos recursos naturais. Relaciona-se, também, a fatores estratégicos, como a existência de fontes primárias na região e, em consequência, à maior ou menor dependência da importação de combustíveis.

Atualmente, o maior produtor mundial de carvão é a China que, também estimulada pelo ciclo de acentuado desenvolvimento econômico, tornou-se a maior consumidora do minério. Em 2007, a China produziu 1.289,6 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep) enquanto consumiu 1.311,4 Mtep. A Figura 9.3 a seguir mostra a distribuição do consumo mundial de carvão mineral, medida em tonelada equivalente de petróleo (tep), utilizada na mensuração do poder calorífico.



**Figura 9.3 Consumo mundial de carvão mineral – 2007 (em Mtep).**

Fonte: BP, 2008.

No ranking dos maiores produtores de carvão, também figuram os seguintes países: Estados Unidos (587,2 Mtep), Índia (181,0 Mtep) e Austrália, maior exportador do minério do mundo, com 215,4 Mtep, conforme Tabela 9.1, a seguir.

**Tabela 9.1 - Os dez maiores produtores de carvão mineral (em Mtep)**

| País              | Mtep          | %          |
|-------------------|---------------|------------|
| 1º China          | 1289,6        | 41,1       |
| 2º Estados Unidos | 587,2         | 18,7       |
| 3º Austrália      | 215,4         | 6,9        |
| 4º Índia          | 181,0         | 5,8        |
| 5º África do Sul  | 151,8         | 4,8        |
| 6º Rússia         | 148,2         | 4,7        |
| 7º Indonésia      | 107,5         | 3,4        |
| 8º Polônia        | 62,3          | 2,0        |
| 9º Alemanha       | 51,5          | 1,6        |
| 10º Cazaquistão   | 48,3          | 1,5        |
| 26º Brasil        | 2,2           | 0,1        |
| <b>Total</b>      | <b>3135,6</b> | <b>100</b> |

Fonte: BP, 2008.

A Rússia, o segundo maior em termos de reservas, ocupa apenas o 6º lugar no ranking da produção e do consumo (Tabela 9.2 abaixo). Este desempenho relaciona-se à utilização majoritária, neste país, do gás natural.

**Tabela 9.2 - Os dez maiores consumidores de carvão mineral (em Mtep)**

| País              | Mtep          | %          |
|-------------------|---------------|------------|
| 1º China          | 1311,4        | 41,3       |
| 2º Estados Unidos | 573,7         | 18,1       |
| 3º Índia          | 208,0         | 6,5        |
| 4º Japão          | 125,3         | 3,9        |
| 5º África do Sul  | 97,7          | 3,1        |
| 6º Rússia         | 94,5          | 3,0        |
| 7º Alemanha       | 86,0          | 2,7        |
| 8º Coréia do Sul  | 59,7          | 1,9        |
| 9º Polônia        | 57,1          | 1,8        |
| 10º Austrália     | 53,1          | 1,7        |
| 21º Brasil        | 13,6          | 0,4        |
| <b>Total</b>      | <b>3177,5</b> | <b>100</b> |

Fonte: BP, 2008.

Seja pelo alto custo e pelas dificuldades de transporte, seja porque o carvão se constitui em fator estratégico para a segurança nacional (por ser a principal fonte geradora de energia em vários países), o comércio internacional do mineral é pequeno frente ao porte das reservas e produção. Apenas cinco países dominam este mercado: Austrália, Rússia, Indonésia, África do Sul e Colômbia.

A maioria das transações concentra-se na Ásia e na Oceania, onde estão os grandes exportadores e importadores. Assim, a maior parte do carvão exportado navega pelo Oceano Pacífico. Para o carvão que trafega pelo Oceano Atlântico – e que, por questões logísticas, atenderia ao Brasil –, os principais exportadores são África do Sul e Colômbia, enquanto os maiores importadores são Reino Unido, Alemanha e Estados Unidos.



**Extração de carvão mineral na superfície.**

Fonte: Stock.XCHNG ([www.sxc.hu](http://www.sxc.hu)).

## No Brasil

As reservas brasileiras são compostas pelo carvão dos tipos lignito e sub-betuminoso. As maiores jazidas situam-se nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. As menores, no Paraná e São Paulo. As reservas brasileiras ocupam o 10º lugar no ranking mundial, mas totalizam 7 bilhões de toneladas, correspondendo a menos de 1% das reservas totais. A Associação Brasileira do Carvão Mineral (ABCM) calcula que as reservas conhecidas poderiam gerar hoje 17 mil megawatts (MW).

Do volume de reservas, o Rio Grande do Sul responde por 89,25%; Santa Catarina, 10,41%; Paraná, 0,32% e São Paulo, 0,02%. Somente a Jazida de Candiota (RS) possui 38% de todo o carvão nacional. Mas o minério é pobre do ponto de vista energético e não admite beneficiamento nem transporte, em função do elevado teor de impurezas. Isto faz com que sua utilização seja feita sem beneficiamento e na boca da mina.

### 9.3 GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL E NO MUNDO

O carvão responde pela maior parte da produção da eletricidade em vários países. Por exemplo, China e Estados Unidos que, segundo a IEA, em 2006 produziram mais da metade dos 7.775 terawatts-hora (TWh<sup>1</sup>) gerados no mundo. Além disso, países como Alemanha, Polônia, Austrália e África do Sul usam o carvão como base da geração de energia elétrica devido à segurança de suprimento e ao menor custo na comparação com outros combustíveis, como pode ser visto na Tabela 9.3 abaixo.

| <b>Tabela 9.3 - Geração de energia elétrica a partir do carvão no mundo em 2006</b> |            |
|---|------------|
| <b>Carvão Mineral</b>   | <b>TWh</b> |
| China   | 2.301      |
| Estados Unidos  | 2.128      |
| Índia   | 508        |
| Alemanha  | 302        |
| Japão   | 299        |
| África do Sul   | 236        |
| Austrália   | 199        |
| Rússia  | 179        |
| Coréia do Sul   | 153        |
| Reino Unido   | 152        |
| Outros Países   | 1.298      |
| Mundo   | 7.755      |

Fonte: IEA, 2008.



**Usina de carvão mineral Candiota - Rio Grande do Sul.**

Fonte: Banco de Imagens da Companhia de Geração Técnica de Energia Elétrica (CGTEE).

No Brasil, o minério representa, no entanto, pouco mais de 1,5% da matriz da energia elétrica. Em 2007, ano em que 435,68 TWh foram produzidos no País, o carvão foi responsável pela geração de 7,9 TWh, a partir da operação de usinas termelétricas que estão localizadas na região Sul, nas proximidades das áreas de mineração (ver Tabela 9.4 abaixo).

| <b>Tabela 9.4 - Centrais termelétricas a carvão mineral em operação no Brasil - situação em novembro de 2008</b> |                      |                           |                        |  |
|--|----------------------|---------------------------|------------------------|--|
| <b>Usina</b>   | <b>Potência (kW)</b> | <b>Destino da Energia</b> | <b>Município</b>       | <b>Proprietário</b>                              |
| Charqueadas  | 72.000               | PIE                       | Charqueadas - RS       | Tractebel Energia S/A.                           |
| Figueira   | 160.250              | SP                        | Figueira - PR          | Copel Geração S/A.                               |
| Jorge Lacerda I e II   | 232.000              | PIE                       | Capivari de Baixo - SC | Tractebel Energia S/A.                           |
| Jorge Lacerda III  | 262.000              | PIE                       | Capivari de Baixo - SC | Tractebel Energia S/A.                           |
| Jorge Lacerda IV   | 363.000              | PIE                       | Capivari de Baixo - SC | Tractebel Energia S/A.                           |
| Presidente Médici A, B e C   | 796.000              | SP                        | Candiota - RS          | Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica |
| São Jerônimo   | 20.000               | SP                        | São Jerônimo - RS      | Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica |

Fonte: Aneel (2008).

<sup>1</sup> Um terawatt·hora equivale a um milhão de megawatts·hora



**Extração do carvão mineral no Rio Grande do Sul.**

Fonte: Stock.XCHNG ([www.sxc.hu](http://www.sxc.hu)).

Essa aplicação restrita é resultante de fatores como a vocação brasileira para utilização de fontes hídricas na produção de energia elétrica e a baixa qualidade da maior parte do carvão nacional, o que impede o seu transporte por grandes distâncias e afeta o grau de rendimento da usina termelétrica – uma vez que a quantidade de energia produzida é inferior àquela obtida com carvões de alto poder calorífico. Além disso, também há restrições de natureza geopolítica (dependência de importações, por exemplo) e entraves tecnológicos e econômicos que se refletem no custo da geração da eletricidade. Há 20 anos, as pesquisas na área do carvão no Brasil estão virtualmente paralisadas.

Ao projetar a diversificação da matriz nacional, o Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica (PDEE 2006/2015 – MME/EPE, 2006) prevê a expansão da utilização do carvão. Tanto que o Governo Federal destinou R\$ 58 milhões do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) a essas usinas. Dois empreendimentos já se encontram em construção e devem entrar em operação até 2010 na região Sul: Jacuí e Candiota III, cada um com potência de 350 MW. Além disso, em julho de 2008 outros cinco projetos, com potência total de 3.148 MW, se encontravam em fase de estudos de viabilização técnico-econômica e socioambiental, segundo registra o Plano Nacional de Energia 2030.

A maioria utilizará carvão nacional. No entanto, projetos de usinas localizadas nas proximidades de portos que já detêm estrutura para recepção e transporte do carvão destinado à indústria prevêem utilizar o combustível importado. É o caso das termelétricas previstas para o Ceará e Maranhão, que devem entrar em operação até 2012: Pecém (com 700 MW de potência instalada na primeira fase e 360 MW na segunda) e Termomaranhão, com 350 MW de potência.

O Mapa 9.1 a seguir mostra a localização dos empreendimentos no Brasil e sua situação em novembro de 2008.



## 9.4 IMPACTOS AMBIENTAIS E TECNOLOGIAS LIMPAS

O carvão é uma das formas de produção de energia mais agressivas ao meio ambiente. Ainda que sua extração e posterior utilização na produção de energia gere benefícios econômicos (como empregos diretos e indiretos, aumento da demanda por bens e serviços na região e aumento da arrecadação tributária), o processo de produção, da extração até a combustão, provoca significativos impactos socioambientais.

A ocupação do solo exigida pela exploração das jazidas, por exemplo, interfere na vida da população, nos recursos hídricos, na flora e fauna locais, ao provocar barulho, poeira e erosão. O transporte gera poluição sonora e afeta o trânsito. O efeito mais severo, porém, é o volume de emissão de gases como o nitrogênio (N) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), também chamado de gás carbônico, provocado pela combustão. Estimativas apontam que o carvão é responsável por entre 30% e 35% do total de emissões de CO<sub>2</sub>, principal agente do efeito estufa.

Considerando-se a atual pressão existente no mundo pela preservação ambiental – principalmente com relação ao efeito estufa e às mudanças climáticas – é possível dizer, portanto, que o futuro da utilização do carvão está diretamente atrelado a investimentos em obras de mitigação e em desenvolvimento de tecnologias limpas (*clean coal technologies*, ou CCT).

Para a mineração, as principais medidas adotadas referem-se à recuperação do solo, destinação de resíduos sólidos e negociações com a comunidade local. É com vistas à produção de energia elétrica, porém, que ocorrem os grandes investimentos em P&D (pesquisa e desenvolvimento), focados na redução de impurezas, diminuição de emissões das partículas com nitrogênio e enxofre (NO<sub>x</sub> e SO<sub>x</sub>) e redução da emissão de CO<sub>2</sub> por meio da captura e armazenamento de carbono.

Atualmente, as rotas mais importantes de tecnologias limpas são a combustão pulverizada supercrítica, a combustão em leito fluidizado e a gaseificação integrada a ciclo combinado, segundo a IEA. Na combustão pulverizada supercrítica, o carvão é queimado como partículas pulverizadas, o que aumenta substancialmente a eficiência da combustão e conversão. O processo de combustão em leito fluidizado permite a redução de enxofre (até 90%) e de nitrogênio (70%-80%), pelo emprego de partículas calcárias e de temperaturas inferiores ao processo convencional de pulverização. Já a gaseificação integrada a ciclo combinado consiste na reação do carvão com vapor de alta temperatura e um oxidante (processo de gaseificação), o que dá origem a um gás combustível sintético de médio poder calorífico.



**Recuperação de área degradada com plantio de acácia.**

Fonte: Stock.XCHNG ([www.sxc.hu](http://www.sxc.hu)).



**Usina de carvão mineral Candiota - Rio Grande do Sul.**

Fonte: Banco de Imagens da Companhia de Geração Técnica de Energia Elétrica (CGTEE).

Esse gás pode ser queimado em turbinas a gás e recuperado por meio de uma turbina a vapor (ciclo combinado), o que possibilita a remoção de cerca de 95% do enxofre e a captura de 90% do nitrogênio.

Para a utilização do carvão nacional, as tecnologias que apresentam melhores perspectivas de aplicação comercial são, atualmente, a combustão pulverizada e o leito fluidizado. Tanto que as usinas de Jacuí e Candiota III utilizam a combustão pulverizada. Outros dois projetos, a usina Sul Catarinense e a Seival, no Rio Grande do Sul, utilizarão, respectivamente, a combustão em leito fluidizado circulante e a combustão pulverizada, segundo o Plano Nacional de Energia 2030. Em todas será possível utilizar, total ou quase totalmente, o carvão bruto, sem necessidade de beneficiamento.

Já os efeitos das técnicas para seqüestro de carbono serão sensíveis apenas no médio e longo prazo. Projeções apontam que testes em escala comercial serão realizados em unidades de geração até 2015. Neste caso, a primeira usina com emissão zero de CO<sub>2</sub> entraria em operação em 2020.

## REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) – disponível em [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)

BP Global – disponível em [www.bp.com](http://www.bp.com)

Empresa de Pesquisa Energética (EPE) – disponível em [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)

International Energy Agency (IEA) – disponível em [www.iea.org](http://www.iea.org)

World Coal Institute (WCI) – disponível em [www.worldcoal.org](http://www.worldcoal.org)

World Energy Council (WEC) – disponível em [www.worldenergy.org](http://www.worldenergy.org)



Banco de imagens de Itaipú

# Fatores de Conversão

## MEDIDAS UTILIZADAS EM ENERGIA ELÉTRICA

### Definições

**British Thermal Unit (Btu):** Unidade de energia. Quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de uma libra (unidade inglesa de massa) de água em um grau Fahrenheit ( $1^{\circ}\text{F}$ ) sob pressão atmosférica normal.

**Caloria (cal):** Unidade de energia. Quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de um grama de água em  $1^{\circ}\text{C}$ , de  $14,5^{\circ}\text{C}$  a  $15,5^{\circ}\text{C}$ , sob pressão atmosférica normal.

**Joule (J):** Unidade de trabalho, de energia e de quantidade de calor. O joule é o trabalho produzido por uma força de 1 newton que leva o ponto de aplicação dessa força a deslocar-se por uma distância de 1 metro na direção da força.

**Newton (N):** Unidade de força. O newton é a força que, quando aplicada a um corpo de massa igual a 1 quilograma,

atribui-lhe a aceleração constante de 1 metro por segundo quadrado na direção da força.

**Tonelada equivalente de petróleo (tep):** Unidade de energia. A tep é utilizada na comparação do poder calorífico 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.

**Watt (W):** Unidade de potência. O watt é a potência de um sistema energético no qual é transferida, contínua e uniformemente, a energia de 1 joule por segundo.

**Watt-hora (Wh):** Unidade de energia. Energia transferida uniformemente por um sistema de potência igual a 1 watt durante uma hora.

## Tabelas de conversão

| Múltiplos de unidades de energia       |                  |                  |                  |                   |                   |                   |
|--|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|  | x10 <sup>3</sup> | x10 <sup>6</sup> | x10 <sup>9</sup> | x10 <sup>12</sup> | x10 <sup>15</sup> | x10 <sup>18</sup> |
| joule                                  | kJ               | MJ               | GJ               | TJ                | PJ                | EJ                |
| British Thermal Unit (Btu)             | kBtu             | MBtu             | GBtu             | TBtu              | PBtu              | EBtu              |
| caloria (cal)                          | kcal             | Mcal             | Gcal             | Tcal              | Pcal              | Ecal              |
| tonelada equivalente de petróleo (tep) | ktep             | Mtep             | Gtep             | Ttep              | Ptep              | Etep              |
| watt-hora (Wh)                         | kWh              | MWh              | GWh              | TWh               | PWh               | EWh               |

| Relações entre unidades     |  |                          |
|-----------------------------|--|--------------------------|
| Exponenciais                | Equivalências                                    | Relações Práticas        |
| (k) kilo = 10 <sup>3</sup>  | 1 m <sup>3</sup> = 6,28981 barris                |                          |
| (M) mega = 10 <sup>6</sup>  | 1 barril = 0,158987 m <sup>3</sup>               | 1 tep ano = 7,2 bep ano  |
| (G) giga = 10 <sup>9</sup>  | 1 joule = 0,239 cal                              | 1 bep ano = 0,14 tep ano |
| (T) tera = 10 <sup>12</sup> | 1 Btu = 252 cal                                  | 1 tep ano = 0,02 bep dia |
| (P) peta = 10 <sup>15</sup> | 1 m <sup>3</sup> de petróleo = 0,872 t (em 1994) | 1 bep dia = 50 tep ano   |
| (E) exa = 10 <sup>18</sup>  | 1 tep = 10.000 Mcal                              |                          |

| Fatores de conversão para massa |         |          |                 |          |         |
|---------------------------------|---------|----------|-----------------|----------|---------|
| de »» para                      | kg      | t        | Multiplicar por | tc       | lb      |
| quilograma (kg)                 | 1,0     | 0,001    | 0,000984        | 0,001102 | 2,2046  |
| tonelada métrica (t)            | 1.000,0 | 1,0      | 0,984           | 1,1023   | 2.204,6 |
| tonelada longa (tl)             | 1.016,0 | 1,016    | 1,0             | 1,120    | 2.240,0 |
| tonelada curta (tc)             | 907,2   | 0,9072   | 0,893           | 1,0      | 2.000,0 |
| libra (lb)                      | 0,454   | 0,000454 | 0,000446        | 0,0005   | 1,0     |

Exemplo de utilização: 1 kg = 2,2046 lb

| Fatores de conversão para volume |                |         |                 |          |         |                 |
|----------------------------------|----------------|---------|-----------------|----------|---------|-----------------|
| de »» para                       | m <sup>3</sup> | L       | Multiplicar por | gal (RU) | bbl     | pé <sup>3</sup> |
| metro cúbico (m <sup>3</sup> )   | 1,0            | 1.000,0 | 264,2           | 220,0    | 6,289   | 35,3147         |
| litro (L)                        | 0,001          | 1,0     | 0,2642          | 0,22     | 0,0063  | 0,0353          |
| galão (EUA)                      | 0,0038         | 3,785   | 1,0             | 0,8327   | 0,02381 | 0,1337          |
| galão (RU)                       | 0,0045         | 4,546   | 1,201           | 1,0      | 0,02859 | 0,1605          |
| barrel (bbl)                     | 0,159          | 159,0   | 42,0            | 34,97    | 1,0     | 5,615           |
| pé cúbico (pé <sup>3</sup> )     | 0,0283         | 28,3    | 7,48            | 6,229    | 0,1781  | 1,0             |

Exemplo de utilização: 1 bbl = 159,0 L

| Fatores de conversão para energia      |                         |                          |                         |                           |                           |
|--|-------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| de »» para                             | J                       | Btu                      | Multiplicar por         | kWh                       | tep                       |
| joule (J)                              | 1,0                     | 947,8 x 10 <sup>-6</sup> | 0,23884                 | 277,7 x 10 <sup>-9</sup>  | 2,388 x 10 <sup>-11</sup> |
| British Thermal Unit (Btu)             | 1,055 x 10 <sup>3</sup> | 1,0                      | 252,0                   | 293,07 x 10 <sup>-6</sup> | 2,52 x 10 <sup>-8</sup>   |
| caloria (cal)                          | 4,1868                  | 3,968 x 10 <sup>-3</sup> | 1,0                     | 1,163 x 10 <sup>-6</sup>  | 10 <sup>-10</sup>         |
| quilowatt-hora (kWh)                   | 3,6 x 10 <sup>6</sup>   | 3.412,0                  | 860,0 x 10 <sup>3</sup> | 1,0                       | 8,6 x 10 <sup>-5</sup>    |
| tonelada equivalente de petróleo (tep) | 41,87 x 10 <sup>9</sup> | 39,68 x 10 <sup>6</sup>  | 10,0 x 10 <sup>9</sup>  | 11,63 x 10 <sup>3</sup>   | 1,0                       |

Exemplo de utilização: 1 J = 277,7 x 10<sup>-9</sup> kWh

# Glossário

O Atlas da Energia Elétrica relaciona, abaixo, os termos mais usuais do setor de energia elétrica brasileiro e as suas respectivas definições. Para facilitar a consulta, os verbetes foram agrupados por tema.

## AGENTES

**Autoprodutor:** Pessoa física ou jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebem concessão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao seu uso exclusivo.

**Autorizada:** Agente titular de autorização federal para prestar o serviço público de geração ou comercialização de energia elétrica.

**Concessionária:** Agente titular de concessão federal para prestar o serviço público de distribuição ou transmissão ou geração de energia elétrica.

**Consumidor:** Pessoa física ou jurídica, ou comunhão de fato ou de direito, legalmente representada, que solicitar à concessionária o fornecimento de energia elétrica e assumir a responsabilidade pelo pagamento das faturas e pelas demais obrigações fixadas nas normas e regulamentos da ANEEL.

**Da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE):** Concessionária ou permissionária de serviços e instalações de energia elétrica e consumidores livres, integrantes da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) e sujeitos às obrigações e direitos previstos na Convenção, nas Regras e nos Procedimentos de Comercialização.

**De comercialização:** Titular de autorização, concessão ou permissão para realização de operações de compra e venda de energia elétrica na Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

**De distribuição:** Titular de concessão ou permissão para distribuição de energia elétrica a consumidor final ou a Unidade Suprida, exclusivamente de forma regulada.

**De geração:** Titular de concessão, permissão ou autorização para fins de geração de energia elétrica. Esta categoria divide-se em prestadores de serviço, produtores independentes de energia (PIE) e autoprodutores.

**Produtor independente de energia elétrica:** Pessoa jurídica ou consórcio de empresas titular de concessão, permissão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao comércio de toda ou parte da energia produzida, por sua conta e risco. ]

**Vendedor:** Agente de Geração, Agente de Comercialização ou Agente de Importação, que seja habilitado em documento específico para tal fim.

## AMBIENTES DE NEGOCIAÇÃO

**De Contratação Livre (ACL):** Segmento do mercado no qual se realizam as operações de compra e venda de energia elétrica, objeto de contratos bilaterais livremente negociados, conforme regras e procedimentos de comercialização específicos.

**De Contratação Regulada (ACR):** Segmento do mercado no qual se realizam as operações de compra e venda de energia elétrica entre agentes vendedores e agentes de distribuição, precedidas de licitação, ressalvados os casos previstos em lei, conforme regras e procedimentos de comercialização específicos.

**Mercado de Curto Prazo:** Segmento da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE onde são comercializadas as diferenças entre os montantes de energia elétrica Contratados e registrados pelos Agentes da CCEE e os montantes de geração ou consumo efetivamente verificados e atribuídos aos respectivos Agentes da CCEE. Resolução Normativa ANEEL n. 109, de 26 de outubro de 2004 (Diário Oficial, de 29 out. 2004, seção 1, p. 196)

## AMBIENTE DE NEGOCIAÇÃO LIVRE (ACL)

**Comercializador:** Empresa que une as partes consumidoras e geradoras, proporcionando a realização de contratos e dando liquidez ao mercado livre.

**Consumidor livre:** Consumidor que pode optar pela compra de energia elétrica junto a qualquer fornecedor, conforme legislação e regulamentos específicos.

**Contrato Bilateral:** Instrumento jurídico que formaliza a compra e venda de energia elétrica entre Agentes da CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica), tendo por objeto estabelecer preços, prazos e montantes de suprimento em intervalos temporais determinados.

**Contrato de uso e de conexão:** Instrumento contratual em que o consumidor livre ajusta com a concessionária as características técnicas e as condições de utilização do sistema elétrico local, conforme regulamentação específica.

**Preços de energia elétrica:** Valor a ser pago pelo MWh (megawatt-hora), constante dos contratos de compra de energia celebrados entre consumidores livres e produtores e livremente negociado entre as partes.

**Regras do mercado:** Conjunto de regras comerciais e suas formulações algébricas definidas pela Aneel e de cumprimento obrigatório pelos agentes participantes do mercado.

## AMBIENTE DE COMERCIALIZAÇÃO REGULADO (ACR)

**Contrato de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado (CCEAR):** Também denominado de Contrato Bilateral, instrumento celebrado entre cada concessionária ou autorizada de geração e todas as concessionárias ou permissionárias do serviço público de distribuição, inclusive aquelas com mercado próprio inferior a 500 GWh/ano, por opção destas, no ambiente regulado, definindo as regras e condições para a comercialização de energia elétrica proveniente de empreendimentos de geração existentes ou futuros.

**Leilão:** Único sistema pelo qual as distribuidoras podem contratar a energia elétrica de longo prazo para abastecer os seus respectivos mercados. As geradoras são as ofertantes.

**Declaração:** Documento apresentado pelos Compradores, obedecendo à disciplina estabelecida em Portaria específica do Ministério de Minas e Energia (MME), definindo os montantes de energia elétrica a serem contratados para início de suprimento no ANO BASE "A".

**Garantias:** Valores a serem depositados junto ao Agente Custodiante pelos compradores e proponentes vendedores, podendo ser classificadas como Garantia Financeira ou Garantia da Proposta para efeito de habilitação e participação no Leilão.

**Lance:** Ato praticado pelo proponente vendedor que consiste na oferta de: quantidade de lotes, na primeira fase; quantidade de lotes, nas rodadas uniformes da etapa Outras Fontes e da etapa Hidro; preço, na rodada discriminatória da etapa Hidro e receita fixa, na rodada discriminatória da etapa Térmica.

**Lastro para venda:** Montante de energia disponível, limitado à garantia física, à energia habilitada e à garantia aportada, para venda em leilão, em lotes, associado a um empreendimento que esteja habilitado.

**Lote (leilão):** Montante de energia elétrica igual a 1,0 (um) MW médio cada, que representa a menor parcela de um produto.

**Oferta de referência:** Quantidade de lotes calculada pelo sistema para cada produto a partir do fator de referência a ser aplicado à quantidade demandada de cada um dos produtos.

**Preço Corrente:** Valor, expresso em reais por megawatt-hora (R\$/MWh), calculado pelo sistema, que corresponde: a) ao preço inicial de cada produto; b) ao preço de lance da rodada anterior no período de rodadas uniformes, exceto na primeira rodada da segunda fase, na qual será o preço de lance da primeira fase; c) ao preço associado ao lance que completa o atendimento à totalidade da quantidade demandada de um produto na rodada discriminatória.

**Preço Inicial:** Preço máximo de aquisição para cada produto, inserido pelo representante do Ministério de Minas e Energia (MME).

**Produto (leilão):** Conjunto de lotes que serão objeto de Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado (CCEARs) com a mesma modalidade de contratação.

**Quantidade Declarada:** Montante de energia elétrica, expresso em número de lotes, individualizado por comprador, nos termos das declarações.

**Quantidade Demandada:** Montante de energia elétrica que se pretende adquirir, expresso em número de lotes, individualizado por comprador, determinado pelo representante do Ministério de Minas e Energia (MME) com base na quantidade declarada.

**Rodada:** Período para submissão de lances pelos proponentes vendedores e para processamento pelo sistema.

**Valor Esperado do Custo de Operação (COP):** Valor, expresso em reais por ano (R\$/ano), calculado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), correspondente ao Custo Variável Unitário multiplicado pela diferença entre a geração da usina de Outras Fontes de Geração, para cada possível cenário, e a inflexibilidade mensal da usina de Outras Fontes de Geração, multiplicado pelo número de horas do mês em questão.

**Valor Esperado do Custo Econômico de Curto Prazo (CEC):** Valor, expresso em Reais por ano (R\$/ano), calculado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), correspondente ao custo econômico no mercado de curto prazo, resultante das diferenças mensais apuradas entre o despacho efetivo da usina e sua garantia física, para este efeito considerada totalmente contratada. Corresponde ao valor esperado acumulado das liquidações do mercado de curto prazo, feitas com base no Custo Marginal de Operação (CMO), sendo estes limitados ao Preço de Liquidação de Diferença (PLD) mínimo e máximo, conforme valores vigentes estabelecidos pela ANEEL.

## MERCADO DE CURTO PRAZO

**Mercado de curto prazo:** Segmento da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) onde são comercializadas as diferenças entre os montantes de energia elétrica contratados e registrados pelos agentes da CCEE e os montantes de geração ou consumo efetivamente verificados e atribuídos aos respectivos agentes da CCEE.

**Convenção de Comercialização de Energia Elétrica:** Instituída pela ANEEL por intermédio da Resolução Normativa nº 109, de 26 de outubro de 2004, estabelece as condições de comercialização de energia elétrica e as bases de organização, funcionamento e atribuições da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

**Contabilização:** Processo de apuração da comercialização de energia elétrica entre os Agentes da CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica), que determina em intervalos temporais definidos, a situação de cada agente, como credor ou devedor na CCEE.

**Liquidação financeira:** Processo de pagamento e recebimento de valores apurados como débitos e créditos, respectivamente, resultantes da contabilização promovida pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

**Mecanismo de Compensação de Sobras e Déficits - MCSD:** Processo de realocação, entre Agentes de Distribuição participantes da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), de sobras e déficits de montantes de energia contratados no Ambiente de Contratação Regulada (ACR).

**Período de apuração:** Intervalo de tempo em que as condições de oferta e demanda de energia levam à definição de um esquema de produção específico e à determinação do respectivo Preço de Liquidação de Diferenças.

**Preço de liquidação de diferenças (PLD):** Preço a ser divulgado pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), calculado antecipadamente, com periodicidade máxima semanal e com base no custo marginal de operação, limitado por preços mínimo e máximo, vigente para cada Período de Apuração e para cada Submercado, pelo qual é valorada a energia comercializada no Mercado de Curto Prazo.

**Procedimentos de comercialização:** Conjunto de normas aprovadas pela Aneel que definem condições, requisitos, eventos e prazos relativos à comercialização de energia elétrica na Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

**Procedimentos do mercado:** Conjunto de ações necessárias à operacionalização das Regras de Mercado.

**Processo de arbitragem:** Conjunto de procedimentos extrajudiciais realizados pela Câmara de Arbitragem com vistas à solução de conflitos.

## ESTRUTURA INSTITUCIONAL

**Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel):** Autarquia em regime especial, vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), criada pela Lei 9.427 de 26 de Dezembro de 1996. Tem como atribuições: regular e fiscalizar a geração, a transmissão, a distribuição e a comercialização da energia elétrica, atendendo reclamações de agentes e consumidores com equilíbrio entre as partes e em benefício da sociedade; mediar os conflitos de interesses entre os agentes do setor elétrico e entre estes e os consumidores; conceder, permitir e autorizar instalações e serviços de energia; garantir tarifas justas; zelar pela qualidade do serviço; exigir investimentos; estimular a competição entre os operadores e assegurar a universalização dos serviços.

**Conselho de Administração da CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica:** Colegiado composto por membros eleitos pela Assembléia-Geral.

**Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE):** Pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, que atua sob autorização do Poder Concedente e regulação e fiscalização da Aneel, com a finalidade de viabilizar as operações de compra e venda de energia elétrica entre os Agentes da CCEE, restritas ao Sistema Interligado Nacional (SIN). Sua criação foi autorizada nos termos do art. 4º da Lei no 10.848, de 15 de março de 2004, e do Decreto no 5.177, de 12 de agosto de 2004.

**Conselho Nacional de Política Energética (CNPE):** O CNPE é um órgão de assessoramento do Presidente da República para formulação de políticas e diretrizes destinadas a promover o aproveitamento racional dos recursos energéticos do País. Foi constituído pela lei n.º 9.478, de 1997.

**Empresa de Pesquisa Energética (EPE):** Empresa pública federal, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, criada pelo Decreto no 5.184, de 16 de agosto de 2004. A EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético.

**Ministério de Minas e Energia:** Em 2003, a Lei nº 10.683/2003 definiu como competências do MME as áreas de geologia, recursos minerais e energéticos; aproveitamento da energia hidráulica; mineração e metalurgia; e

petróleo, combustível e energia elétrica, incluindo a nuclear. A estrutura do Ministério foi regulamentada pelo decreto nº 5.267, de 9 de dezembro de 2004, que criou as secretarias de Planejamento e Desenvolvimento Energético; de Energia Elétrica; de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis; e Geologia, Mineração e Transformação Mineral.

**Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS):** Entidade de direito privado, sem fins lucrativos, criada em 26 de agosto de 1998, responsável pela coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN), sob a fiscalização e regulação Aneel.

## DISTRIBUIÇÃO

**Contrato de Compra de Energia (CCE):** Contrato celebrado entre a permissionária e o atual agente supridor, estabelecendo os termos e as condições gerais que irão regular a comercialização de energia elétrica disponibilizada pela supridora para atendimento ao mercado da suprida, com tarifa regulada.

**Contrato de Conexão ao Sistema de Distribuição (CCD):** Contrato celebrado entre a permissionária e um usuário ou entre aquela e sua supridora, no ponto de acesso, estabelecendo as responsabilidades pela implantação, operação e manutenção das instalações de conexão e respectivos encargos, bem como as condições técnicas e comerciais para a conexão à rede de distribuição.

**Contrato de fornecimento:** Instrumento contratual em que a concessionária e o consumidor responsável por unidade consumidora do Grupo "A" ajustam as características técnicas e as condições comerciais do fornecimento de energia elétrica.

**Contrato de Uso do Sistema de Distribuição (CUSD):** Contrato celebrado entre a permissionária e um usuário ou entre aquela e sua supridora, estabelecendo as condições gerais do serviço a ser prestado, os montantes de uso contratados por ponto de conexão, bem como as condições técnicas e comerciais a serem observadas para o uso do sistema de distribuição.

**Energia distribuída por uma empresa:** É a energia entregue aos consumidores conectados à rede elétrica da empresa de distribuição, acrescida da energia entregue, através desta rede, a outras concessionárias ou permissionárias de distribuição, em um período de 12 meses.

**Faixa de ocupação:** Espaço nos postes das redes aéreas de distribuição de energia elétrica, nas torres, nas galerias subterrâneas e nas faixas

de servidão administrativa de redes de energia elétrica onde são definidos pelo detentor os pontos de fixação, os dutos subterrâneos e as faixas de terreno destinados ao compartilhamento com agentes do setor de telecomunicações de interesse coletivo e agentes do setor de petróleo para instalação de cabos, fios e fibras ópticas.

**Interrupção:** Descontinuidade do fornecimento de energia elétrica a uma determinada unidade consumidora.

**Mercado cativo:** Montante de energia faturada para atendimento a consumidores cativos e para o suprimento de outras concessionárias ou permissionárias de distribuição de energia elétrica, não incluído o montante relativo às perdas elétricas dos sistemas de distribuição.

**Mercado da empresa:** É a soma dos requisitos anuais de energia dos consumidores finais conectados à rede de distribuição da empresa, incluindo os consumidores que tenham optado por serem atendidos por outros fornecedores, verificados nos últimos doze meses.

**Mercado de Referência de Demanda:** Composto pela quantidade de demanda de potência faturada para o atendimento a consumidores cativos, consumidores livres, autoprodutores, geradores, outras concessionárias ou permissionárias de distribuição de energia elétrica, nos 12 (doze) meses que antecedem a data do reajuste em processamento, não considerando a quantidade de demanda faturada por ultrapassagem do valor contratado;

**Mercado de Referência de Energia:** Composto pela quantidade de energia elétrica faturada para o atendimento a consumidores cativos, autoprodutores, outras concessionárias ou permissionárias de distribuição de energia elétrica, bem como pela quantidade de energia relativa aos consumidores livres no que tange ao uso dos sistemas de distribuição, nos 12 (doze) meses que antecedem a data do reajuste em processamento.

**Ramal de entrada:** Conjunto de condutores e acessórios instalados pelo consumidor entre o ponto de conexão ao sistema da concessionária e o ponto de medição ou proteção da unidade consumidora.

**Ramal de ligação:** Conjunto de condutores e acessórios instalados entre o ponto de derivação da rede da concessionária e o ponto de entrega.

**Rede de distribuição:** Conjunto de instalações de distribuição de energia elétrica, com tensão inferior a 230 KV ou instalações em tensão igual ou superior, quando especificamente definidas pela ANEEL.

**Serviço adequado:** É o que satisfaz as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade das tarifas.

**Serviço essencial:** Serviço ou atividade caracterizado como de fundamental importância para a sociedade, desenvolvido em unidade consumidora a seguir exemplificada:

- a) unidade operacional do serviço público de tratamento de água e esgotos;
- b) unidade operacional de processamento de gás liquefeito de petróleo e de combustíveis;
- c) unidade hospitalar;
- d) unidade operacional de transporte coletivo;
- e) unidade operacional de serviço público de tratamento de lixo;
- f) unidade operacional de serviço público de telecomunicações;
- g) centro de controle público de tráfego aéreo, marítimo, rodoviário e metroviário;
- h) unidade operacional de distribuição de gás canalizado;
- i) unidade operacional de segurança pública.

**Suspensão de fornecimento:** É o desligamento de energia elétrica da unidade consumidora, sempre que o consumidor não cumprir com as suas obrigações definidas na Cláusula Quinta do Contrato de Prestação de Serviço Público de Energia Elétrica para Unidades Consumidoras Atendidas em Baixa Tensão.

**Universalização:** Atendimento a todos os pedidos de nova ligação para fornecimento de energia elétrica a unidades consumidoras com carga instalada menor ou igual a 50 kW, em tensão inferior a 2,3 kV, ainda que necessária a extensão de rede de tensão inferior ou igual a 138 kV, sem ônus para o solicitante, observados os prazos fixados nas "Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica".

## GERAÇÃO

**Central Hidroelétrica:** Instalação na qual a energia potencial e cinética da água é transformada em energia elétrica. Pode ser do tipo fio de água, sem represa, ou de regulação, com represa.

**Central Nuclear:** Instalação na qual a energia libertada a partir de combustível nuclear é convertida em energia elétrica.

**Central Térmica:** Instalação na qual a energia química, contida em combustíveis fósseis, sólidos, líquidos ou gasosos, é convertida em energia elétrica.

**Cogeração:** Processo operado numa instalação específica para fins da produção combinada das utilidades calor e energia mecânica, esta geralmente convertida total ou parcialmente em energia elétrica, a partir da energia disponibilizada por uma fonte primária.

**Eficiência Energética:** Índice que demonstra o quanto da energia da fonte foi convertida em utilidade eletromecânica e utilidade calor.

**Energia gerada:** Soma da produção de energia elétrica referente a cada uma das unidades geradoras da central geradora de energia elétrica.

**Energia efetivamente gerada:** A energia gerada pela central geradora de energia elétrica, descontado o consumo interno, referida ao centro de gravidade do submercado em que o empreendimento estiver conectado.

**Fonte de energia:** Recursos naturais que são utilizados em uma usina para movimentar as turbinas e dar origem à energia elétrica. Por exemplo: água, gás natural, carvão, derivados de petróleo, biomassa, vento e irradiação solar, entre outros.

**Inventário hidrelétrico:** Etapa de estudos de engenharia em que se define o potencial hidrelétrico de uma bacia hidrográfica, mediante o estudo de divisão de quedas e a definição prévia do aproveitamento ótimo de que tratam os §§ 2º e 3º do art. 5º da Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995.

**Nível d'água máximo normal de montante:** Nível de água máximo no reservatório para fins de operação normal da usina, definido através dos estudos energéticos.

**Nível d'água mínimo normal de montante:** Nível de água mínimo do reservatório para fins de operação normal da usina, definido através dos estudos energéticos, correspondendo ao nível que limita a parte inferior do volume útil.

**Nível d'água normal de jusante:** Nível d'água a jusante da casa de força para a vazão correspondente ao somatório dos engolimentos máximos de todas as turbinas, sem considerar a influência da vazão vertida.

**Pequenas centrais hidrelétricas (PCHs):** Empreendimentos hidrelétricos com potência superior a 1.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW, com área total de reservatório igual ou inferior a 3,0 km<sup>2</sup>.

**Potência Instalada de uma Central Geradora:** Somatório das potências elétricas ativas nominais das unidades geradoras da central.

**Potência mínima disponibilizada (SIGFI):** Potência mínima que o Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermittente

(SIGFI) deve disponibilizar, no ponto de entrega, para atender às instalações elétricas da unidade consumidora, segundo os critérios estabelecidos na Resolução Normativa ANEEL n. 083, de 20 de setembro de 2004.

## INDICADORES

**Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora (DIC):** Intervalo de tempo em que, no período de observação, em uma unidade consumidora ou ponto de conexão, ocorreu descontinuidade na distribuição de energia elétrica.

**Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC):** Intervalo de tempo que, em média, no período de observação, em cada unidade consumidora do conjunto considerado ocorreu descontinuidade da distribuição de energia elétrica.

**Duração Máxima de Interrupção Contínua por Unidade Consumidora - DMIC:** Tempo máximo de interrupção contínua da energia elétrica em uma unidade consumidora ou ponto de conexão.

**Freqüência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora (FIC):** Número de interrupções ocorridas no período de observação, em cada unidade consumidora.

**Freqüência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC):** Número de interrupções ocorridas, em média, no período de observação, em cada unidade consumidora do conjunto considerado.

**Indicador de continuidade:** Quantificação do desempenho de um sistema elétrico, utilizada para a mensuração da continuidade apurada e análise comparativa com os padrões estabelecidos. Se for global, quantifica o desempenho agregado por empresa, estado, região ou país. O padrão de continuidade é o valor máximo estabelecido para este indicador.

**Metas de continuidade:** Valores máximos estabelecidos para os indicadores de continuidade, a serem observados mensal, trimestral e anualmente nos períodos correspondentes ao ciclo de revisão das tarifas.

**Padrão de tensão:** Níveis máximos e mínimos de tensão, expressos em Volts (V), em que a concessionária deve entregar a energia elétrica na unidade consumidora, de acordo com os valores estabelecidos pela ANEEL.

## MERCADO CONSUMIDOR

**Carga Instalada:** Soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora, em condições de entrar em funcionamento, expressa em quilowatts (kW).

**Conjunto de unidades consumidoras:** Qualquer agrupamento de unidades consumidoras, global ou parcial, de uma mesma área de concessão de distribuição, definido pela concessionária ou permissionária e aprovado pela Aneel.

**Consumidor Cativo:** Consumidor que adquire energia de concessionária ou permissionária que detém o monopólio de atendimento na região em que está instalado e cujo contrato é totalmente regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel).

**Consumidor Especial:** Consumidor responsável por unidade consumidora ou conjunto de unidades consumidoras do Grupo "A", integrante(s) do mesmo submercado no SIN (Sistema Interligado Nacional), reunidas por comunhão de interesses de fato ou de direito, cuja carga seja maior ou igual a 500 kW.

**Consumidor Final:** Pessoa física ou jurídica, responsável por unidade consumidora ou por conjunto de unidades consumidoras reunidas por comunhão de fato ou de direito, legalmente representada, e que, concomitantemente, estejam localizadas em áreas contíguas, possam ser atendidas por meio de um único ponto de entrega e cuja medição seja, também, única.

**Consumidor Livre:** É aquele que, atendido em qualquer tensão, pode optar pela compra de energia elétrica junto a qualquer fornecedor, conforme legislação e regulamentos específicos.

**Consumidor Potencialmente livre:** É aquele que, compra, a despeito de cumprir as condições previstas nos artigos 15 e 16 da Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995, continua a ser atendido de forma regulada.

**Demandá:** Média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado.

**Demandá Contratada:** Demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).

**Energia elétrica consumida:** Total da energia elétrica utilizada pelos equipamentos elétricos, ou eletrodomésticos.

**Grupo "A":** Grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou, ainda, atendidas em tensão inferior a 2,3 kV a partir de sistema subterrâneo de distribuição e faturadas neste Grupo nos termos definidos no art. 82, caracterizado pela estruturação tarifária binômia e com subdivisões.

**Grupo "B":** Grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV, ou, ainda, atendidas em tensão superior a 2,3 kV e faturadas neste Grupo nos termos definidos nos arts. 79 a 81, caracterizado pela estruturação tarifária monômia e com subdivisões.

**Potência elétrica:** É a quantidade de energia elétrica que cada equipamento elétrico ou eletrodoméstico pode consumir, por unidade de tempo, medida em quilowatt (kW).

**Potência instalada:** Soma das potências nominais de equipamentos elétricos de mesma espécie instalados na unidade consumidora e em condições de entrar em funcionamento.

**Medidor:** Instrumento registrador de energia elétrica e potência ativa ou reativa.

**Subclasse residencial baixa renda:** Unidades consumidoras com consumo mensal entre 80 e 220 kWh, que sejam atendidas por circuito monofásico e que têm direito a pagar uma tarifa menor que a normal.

## OPERAÇÃO

**Custo Marginal de Operação:** Custo por unidade de energia produzida para atender a um acréscimo de carga no sistema.

**Operação comercial:** Situação operacional em que a energia produzida pela unidade geradora está disponibilizada ao sistema, podendo atender aos compromissos mercantis do agente e/ou para o seu uso exclusivo.

**Operação em teste:** Situação operacional em que a unidade geradora produz energia objetivando atender suas próprias necessidades de ajustes de equipamentos e verificação de seu comportamento do ponto de vista sistêmico.

**Período seco (S):** Período de sete meses consecutivos, de maio a novembro, caracterizado pelo baixo índice pluviométrico. Geralmente

exige a adoção de medidas para preservar o volume de água nos reservatórios das usinas hidrelétricas.

**Período úmido (U):** Período de cinco meses consecutivos, entre dezembro de um ano a abril do ano seguinte, caracterizado pelo alto índice pluviométrico.

**Procedimentos de Rede:** Documentos elaborados pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) com a participação dos agentes e aprovados pela Aneel, que estabelecem os procedimentos e requisitos técnicos necessários ao planejamento, implantação, uso e operação do Sistema Interligado Nacional (SIN); e as responsabilidades do ONS e dos agentes.

## REGIME JURÍDICO

**Concessão de serviço público de energia elétrica:** É a delegação de prestação de serviços, feita pelo Poder Concedente, mediante licitação, na modalidade de concorrência, à pessoa jurídica ou consórcio de empresas que demonstre capacidade para o seu desempenho, por sua conta e por prazo determinado. As obrigações e direitos são formalizadas por meio de um contrato.

**Concessionária:** Agente titular de concessão federal para prestar o serviço público de distribuição ou transmissão ou geração de energia elétrica.

**Permissão de serviço público:** Delegação, a título precário, mediante licitação, da prestação de serviços públicos, feita pelo Poder Concedente à pessoa física ou jurídica que demonstre capacidade para o seu desempenho por sua conta e risco. As obrigações e direitos são formalizadas por meio de um contrato.

**Permissionária:** Agente titular de permissão federal para prestar o serviço público de distribuição de energia elétrica.

**Objeto de autorização:** São objetos de autorização:

1. A implantação de Usinas Termelétricas, de potência superior a 5.000 kW, destinada a uso exclusivo do autoprodutor;
2. O aproveitamento de potências hidráulicas, de potência superior a 1.000 kW e igual ou inferior a 10.000 kW, destinado a uso exclusivo do autoprodutor.

Estão dispensados de concessão, permissão ou autorização, devendo apenas ser comunicados ao Poder Concedente, para fim de registro e estatística, o aproveitamento de potenciais hidráulicos, iguais ou inferiores a 1.000 kW e a implantação de Usina Termelétrica de potência igual ou inferior a 5.000 kW.

**Poder concedente:** A União ou entidade por ela designada.

**Reversão:** É o retorno ao Poder Concedente dos bens vinculados à concessão, ao término do prazo desta. A reversão se fará com a indexação das parcelas dos investimentos realizados com o objetivo de garantir a continuidade e atualidade do serviço concedido, ainda não amortizados ou depreciados.

## TARIFAS

**Componentes da Tarifa de Energia (TE):** Parcelas relativas ao custo da energia disponível para a venda, custos de comercialização, encargos setoriais e tributos que compõem as tarifas de energia, referentes aos incisos do art. 4º da Resolução ANEEL nº 666 de 29.11.2002.

**Estrutura tarifária:** Conjunto de tarifas aplicáveis às componentes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência ativas de acordo com a modalidade de fornecimento.

**Estrutura tarifária convencional:** É caracterizada pela aplicação de tarifas de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência independentemente das horas de utilização do dia e dos períodos do ano.

**Estrutura tarifária horo-sazonal:** É caracterizada pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano.

**Parcela A:** Parcela que incorpora os custos não gerenciáveis da concessionária de distribuição, tais como compra de energia, transporte de energia e encargos setoriais resultantes de políticas de governo.

**Parcela B:** Parcela que incorpora os custos gerenciáveis relacionados à atividade de distribuição de energia elétrica, tais como custos operacionais, remuneração dos investimentos e quota de reintegração.

**Tarifa azul:** Modalidade estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, bem como de tarifas diferenciadas de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia.

**Tarifa binômia:** Conjunto de tarifas de fornecimento constituído por preços aplicáveis ao consumo de energia elétrica ativa e à demanda faturável.

**Tarifa de energia (TE):** Tarifa de energia elétrica calculada pela Aneel, aplicável no faturamento mensal referente a:

- a) contrato de compra de energia celebrado entre consumidor do Grupo "A" e concessionária ou permissionária do serviço público de distribuição;
- b) parcela correspondente a energia elétrica da tarifa de fornecimento dos consumidores do Grupo "b"; e
- c) suprimento a concessionária ou permissionária de distribuição com mercado inferior a 500 GWh/ano.

**Tarifa de energia comprada:** Composta pela tarifa de energia elétrica (TE) e tarifa de uso do sistema de distribuição (TUSD), aplicável ao faturamento mensal referente ao suprimento à permissionária de distribuição pela atual supridora, vinculado ao Contrato de Compra de Energia (CCE).

**Tarifa de fornecimento:** Tarifa aplicável no faturamento mensal de energia elétrica dos consumidores cativos de concessionária ou permissionária de distribuição, homologada pela Aneel, correspondente aos valores relativos à tarifa de uso dos sistemas de distribuição e à tarifa de energia elétrica.

**Tarifa verde:** Modalidade estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, bem como de uma única tarifa de demanda de potência.

**Tarifas de conexão:** Tarifas referentes aos contratos de conexão celebrados entre consumidores do Grupo "A" e concessionário de serviço público de geração.

## TRANSMISSÃO

**Contrato de Conexão ao Sistema de Transmissão (CCT):** Contrato celebrado entre a permissionária e um concessionário detentor das instalações de transmissão, no ponto de acesso, estabelecendo as responsabilidades pela implantação, operação e manutenção das instalações de conexão e respectivos encargos, bem como as condições comerciais.

**Contrato de Uso do Sistema de Transmissão (CUST):** Contrato celebrado entre a permissionária e o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), estabelecendo as condições técnicas e as obrigações relativas ao uso das instalações de transmissão, integrantes da Rede Básica, pela permissionária, incluindo a prestação de serviços de transmissão, sob supervisão do ONS, assim como a de serviços de coordenação e controle da operação do Sistema Interligado Nacional (SIN), pelo ONS.

**Ponto de conexão:** Conjunto de equipamentos e materiais que se destinam a estabelecer a conexão elétrica entre dois sistemas.

**Rede básica:** Instalações de transmissão do Sistema Interligado Nacional (SIN), de propriedade de concessionárias de serviço público de transmissão, definida segundo critérios estabelecidos na Resolução Normativa nº 67, de 8 de junho de 2004.

**Instalações de transmissão:** Instalações para prestação do serviço público de transmissão de energia elétrica, abrangidas pelas Resoluções nº 166 e 167, de 2000, acrescidas das instalações de transmissão autorizadas por resolução específica da Aneel, aquelas integrantes de concessões de serviço público de transmissão outorgadas desde 31 de maio de 2000 e, ainda, as instalações de transmissão que tenham sido cedidas, doadas ou transferidas a concessionária de transmissão.

**Sistema Interligado Nacional (SIN):** Conjunto de instalações para geração e transmissão de energia elétrica que abrange a maior parte do território nacional: as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte do Norte. A coordenação da operação das usinas é feita pelo ONS.

**Sistemas Isolados:** Conjunto de instalações para geração e transmissão de energia elétrica não conectados ao SIN. No geral localizam-se na região Amazônica.

**Subestação:** Instalações das companhias transmissoras e distribuidoras, destinadas a alterar a tensão da energia elétrica recebida.

**Submercados:** Divisões do Sistema Interligado Nacional (SIN) para as quais são estabelecidos Preços de Liquidação de Diferenças (PLD) específicos e cujas fronteiras são definidas em razão da presença e duração de restrições relevantes de transmissão aos fluxos de energia elétrica no SIN.



# Índice

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1.1 – Relação entre agentes e consumidores.                                    | 23  |
| Figura 1.2 – Os componentes das faturas de energia elétrica.                          | 26  |
| Figura 1.3 – Tarifas por empresa a partir de 1993.                                    | 26  |
| Figura 1.4 – Conexão do sistema isolado Acre-Rondônia ao SIN.                         | 32  |
| Figura 2.1 – Consumo de energia elétrica per capita em 2007.                          | 41  |
| Figura 2.2 – Consumo de energia elétrica por região em 2007.                          | 47  |
| Figura 3.1 – Principais potenciais hidrelétricos tecnicamente aproveitáveis no mundo. | 56  |
| Figura 5.1 – Potencial eólico brasileiro.   | 81  |
| Figura 5.2 – Variação da radiação solar no Brasil.                                    | 85  |
| Figura 5.3 – Reservatório geotérmico de alta temperatura.                             | 87  |
| Figura 5.4 – Geração de energia em usina maremotriz.                                  | 89  |
| Figura 6.1 – Reservas de gás natural no mundo em trilhões de m <sup>3</sup> .         | 95  |
| Figura 7.1 – Reservas provadas de petróleo em 2007 (milhões de toneladas).            | 111 |
| Figura 8.1 – Consumo de energia nuclear no mundo em 2007.                             | 123 |
| Figura 9.1 – Tipos de carvão, reservas e usos.  | 133 |
| Figura 9.2 – Reservas mundiais de carvão mineral – 2007 (em milhões de toneladas).    | 134 |
| Figura 9.3 – Consumo mundial de carvão mineral – 2007 (em Mtep).                      | 135 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 1.1 – Anatomia da conta de luz.                         | 27 |
| Gráfico 1.2 – Custos de produção de energia elétrica no Brasil. | 30 |
| Gráfico 1.3 – Expansão da rede básica de transmissão.           | 33 |

|   |     |
|---|-----|
| Gráfico 2.1 – Variação do PIB e variação do consumo de energia (1998 – 2007).                       | 39  |
| Gráfico 2.2 – Participação das diversas fontes de energia no consumo (1973 e 2006).                 | 43  |
| Gráfico 2.3 – Participação das diversas regiões do mundo no consumo de energia em 1973 e 2006.      | 43  |
| Gráfico 2.4 – Consumo final energético por fonte (Mtep) nos anos de 2006 e 2007.                    | 45  |
| Gráfico 2.5 – Consumo final energético por setor (Mtep) nos anos de 2006 e 2007.                    | 45  |
| Gráfico 2.6 – Consumo de energia elétrica por setor no Brasil em 2007.                              | 47  |
| Gráfico 3.1 – Matriz energética nos anos de 1973 e 2006.  | 51  |
| Gráfico 3.2 – Geração de energia elétrica no mundo por tipo de combustível nos anos de 1973 e 2006. | 52  |
| Gráfico 3.3 – Participação relativa da hidreletricidade no mundo.                                   | 56  |
| Gráfico 4.1 – Matriz de consumo final de energia nos anos de 1973 e 2006.                           | 65  |
| Gráfico 4.2 – Produção mundial de etanol.   | 68  |
| Gráfico 4.3 – Matriz de oferta de energia elétrica no Brasil em 2007.                               | 71  |
| Gráfico 5.1 – Taxas médias de crescimento anual da capacidade de energia renovável.                 | 78  |
| Gráfico 5.2 – Potência instalada de células fotovoltaicas no mundo (MW).                            | 83  |
| Gráfico 5.3 – Capacidade mundial existente de PV Solar, 1995–2007.                                  | 84  |
| Gráfico 5.4 – Preço dos painéis solares no Japão (em US\$/W).                                       | 85  |
| Gráfico 5.5 – Projeção da capacidade instalada (MW).  | 88  |
| Gráfico 6.1 – Participação do gás natural na oferta primária de energia no mundo em 2006.           | 93  |
| Gráfico 6.2 – Participação do gás natural na produção mundial de energia elétrica em 2006.          | 93  |
| Gráfico 6.3 – Participação do gás natural na oferta primária de energia no Brasil em 2007.          | 94  |
| Gráfico 6.4 – Participação do gás natural na produção de energia elétrica no Brasil em 2007.        | 94  |
| Gráfico 7.1 – Participação do petróleo na matriz energética mundial em 2006 (fontes primárias).     | 107 |
| Gráfico 7.2 – Geração de energia elétrica no mundo por tipo de combustível nos anos de 1973 e 2006. | 108 |
| Gráfico 7.3 – Derivados de petróleo após o refino (2007).   | 111 |
| Gráfico 8.1 – Geração de energia elétrica por tipo de combustível (2006).                           | 119 |
| Gráfico 8.2 – Produção de energia elétrica e oferta de energia primária no mundo.                   | 120 |
| Gráfico 8.3 – Cenários IEA para energia nuclear no mundo.   | 121 |
| Gráfico 8.4 – Evolução histórica do preço <sup>1</sup> do óxido de urânio ( $U_3O_8$ ).             | 123 |
| Gráfico 8.5 – Participação da energia nuclear na energia total produzida.                           | 124 |
| Gráfico 9.1 – Preço da tonelada de carvão nos Estados Unidos em US\$ nos últimos anos.              | 131 |
| Gráfico 9.2 – Geração de energia elétrica por tipo de combustível.                                  | 132 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1.1 – Unidades consumidoras – variação de 2006 para 2007 por região geográfica (em 1.000 unidades) | 23 |
| Tabela 1.2 – Indicadores de qualidade – Média anual Brasil  | 24 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabela 1.3 – Os principais encargos inseridos nas tarifas   | 27  |
| Tabela 1.4 – Acréscimo anual da geração (em MW)   | 34  |
| Tabela 1.5 – Empreendimentos em operação, construção e outorgados   | 35  |
| Tabela 1.6 – Potencial hidrelétrico por bacia hidrográfica – situação em 2007 (MW)  | 36  |
| Tabela 2.1 – Consumo mundial de energia por combustível em 2007   | 40  |
| Tabela 2.2 – Consumo mundial de energia por setor em 2006 (Mtep)  | 40  |
| Tabela 2.3 – Consumo final energético por fonte ( $10^3$ tep)   | 44  |
| Tabela 2.4 – Evolução do consumo final energético por fonte ( $10^3$ tep)   | 46  |
| Tabela 2.5 – Estimativa do número de novos consumidores ligados à rede elétrica pelo Programa Luz Para Todos, nas grandes regiões – Brasil, 2004–2008 | 48  |
| Tabela 3.1 – Empreendimentos em operação em novembro de 2008  | 54  |
| Tabela 3.2 – Maiores consumidores de energia hidrelétrica (2006 e 2007) em TWh  | 55  |
| Tabela 3.3 – Participação da hidreletricidade na produção total de energia elétrica em 2006   | 55  |
| Tabela 3.4 – As dez maiores usinas em operação, região e potência   | 57  |
| Tabela 4.1 – Consumo de combustíveis à base de madeira em 2005 (PJ)   | 66  |
| Tabela 4.2 – Produção de biodiesel no Brasil ( $m^3$ )  | 67  |
| Tabela 4.3 – Usinas de licor negro no Brasil  | 67  |
| Tabela 4.4 – Produtores de bioenergia em 2005   | 69  |
| Tabela 4.5 – Produtores de biodiesel (mil toneladas)  | 70  |
| Tabela 4.6 – Produtores de etanol ( $hm^3$ )  | 70  |
| Tabela 4.7 – Oferta interna de energia no Brasil  | 73  |
| Tabela 5.1 – Produção de energia elétrica no mundo em 2006  | 78  |
| Tabela 5.2 – Oferta primária de energia em 1973 e 2006  | 78  |
| Tabela 5.3 – Potência instalada nos últimos dez anos (MW)   | 79  |
| Tabela 5.4 – Potência instalada em 2007   | 80  |
| Tabela 5.5 – Maiores potências instaladas em células fotovoltaicas por país   | 83  |
| Tabela 5.6 – Capacidade geotérmica mundial instalada (2007)   | 88  |
| Tabela 6.1 – Reservas de gás natural no mundo   | 96  |
| Tabela 6.2 – Produção de gás natural em 2007  | 98  |
| Tabela 6.3 – Consumo de gás natural em 2007   | 98  |
| Tabela 6.4 – Reservas provadas <sup>1</sup> de gás natural, por localização (terra e mar), segundo Unidades da Federação                              | 99  |
| Tabela 6.5 – Produção de gás natural no Brasil  | 100 |
| Tabela 6.6 – Centrais termelétricas a gás natural em operação no Brasil em novembro de 2008   | 101 |
| Tabela 7.1 – Produção e consumo de petróleo de 1998 a 2007  | 109 |
| Tabela 7.2 – Os dez maiores produtores de petróleo  | 110 |
| Tabela 7.3 – As dez maiores reservas de petróleo (2007)   | 111 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabela 7.4 – Reservas totais <sup>1</sup> de petróleo, por localização (terra e mar), segundo Unidades da Federação – 1998-2007 | 112 |
| Tabela 7.5 – Os dez maiores consumidores de petróleo  | 113 |
| Tabela 8.1 – Energia elétrica no mundo (2006)   | 120 |
| Tabela 8.2 – Oferta de energia primária (2006)  | 120 |
| Tabela 8.3 – Reservas mundiais de urânia (2007)*  | 122 |
| Tabela 8.4 – Maiores consumidores mundiais de energia nuclear (2007)  | 122 |
| Tabela 8.5 – Os dez países com maior número de centrais nucleares e potência instalada em 2007                                  | 124 |
| Tabela 8.6 – Energia nuclear: unidades e potência em construção (2007)  | 125 |
| Tabela 9.1 – Os dez maiores produtores de carvão mineral (em Mtep)  | 135 |
| Tabela 9.2 – Os dez maiores consumidores de carvão mineral (em Mtep)  | 135 |
| Tabela 9.3 – Geração de energia elétrica a partir do carvão no mundo em 2006  | 137 |
| Tabela 9.4 – Centrais termelétricas a carvão mineral em operação no Brasil – situação em novembro de 2008                       | 137 |

**LISTA DE MAPAS**

|   |     |
|---|-----|
| Mapa 1.1 – Mapa das concessionárias de distribuição residenciais por R\$/MWh  | 25  |
| Mapa 1.2 – Centrais elétricas que compõem os Sistemas Isolados - Situação em outubro de 2003                            | 29  |
| Mapa 1.3 – Sistema de transmissão - Horizonte 2007 - 2009   | 31  |
| Mapa 3.1 – Potencial hidrelétrico por Bacia Hidrográfica - 2008   | 58  |
| Mapa 3.2 – Potência instalada por estado  | 59  |
| Mapa 4.1 – Usinas de biomassa em operação em novembro de 2008   | 72  |
| Mapa 6.1 – Estrutura de produção e movimentação de gás natural - 2007   | 97  |
| Mapa 7.1 – Centrais termelétricas em operação no Brasil (derivados de petróleo) e potência instalada - novembro de 2008 | 114 |
| Mapa 9.1 – Empreendimentos futuros e em operação - situação em novembro de 2008   | 139 |

# Anexo

Os dados constantes das páginas seguintes mostram o perfil do parque gerador de energia elétrica no Brasil em 11 de novembro de 2008. Eles foram extraídos do Banco de Informações da Geração (BIG), desenvolvido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e disponível no site [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br).

| Nome Correto no BIG                               | Tipo | Estágio    | Município                  | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível         | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---|------|------------|----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|
| 14 de Julho                                       | UHE  | Construção | Bento Gonçalves - RS       | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 100000                  | 3840                 |
| 3M Itapetininga                                   | UTE  | Operação   | Itapetininga - SP          | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 3840                    | 3840                 |
| 3M Ribeirão Preto                                 | UTE  | Operação   | Ribeirão Preto - SP        | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 2700                    | 2700                 |
| 3M Sumaré   | UTE  | Operação   | Sumaré - SP                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 6400                    | 6400                 |
| Abaeté  | CGH  | Operação   | São Gotardo - MG           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 516                     | 516                  |
| Abatedouro São Salvador                           | UTE  | Operação   | Itaberaí - GO              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 1106,4                  | 1106,4               |
| Abílio Bornia                                     | UTE  | Construção | Inácio Martins - PR        | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira | 11200                   |                      |
| Abrasca   | CGH  | Operação   | Faxinal dos Guedes - SC    | APE             |                    |                     | 999                     | 999                  |
| Abunã   | UTE  | Operação   | Porto Velho - RO           | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 332                     | 332                  |
| Açominas  | UTE  | Operação   | Congonhas - MG             | APE             | Outros             | Gás de Alto Forno   | 102890                  | 102890               |
| Adria   | UTE  | Operação   | Iaboticabal - SP           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 2040                    | 2040                 |
| Aeroporto de Bagé                                 | UTE  | Operação   | Bagé - RS                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 54                      | 54                   |
| Aeroporto de Belo Horizonte - Pampulha I          | UTE  | Operação   | Belo Horizonte - MG        | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 204                     | 204                  |
| Aeroporto de Belo Horizonte - Pampulha II         | UTE  | Operação   | Belo Horizonte - MG        | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 24                      | 24                   |
| Aeroporto de Belo Horizonte - Pampulha III        | UTE  | Operação   | Belo Horizonte - MG        | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 24                      | 24                   |
| Aeroporto de Campo de Marte                       | UTE  | Operação   | São Paulo - SP             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 307                     | 307                  |
| Aeroporto de Campos - SBCP                        | UTE  | Operação   | Campos dos Goytacazes - RJ | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 144                     | 144                  |
| Aeroporto de Carlos Prates                        | UTE  | Operação   | Belo Horizonte - MG        | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 29                      | 29                   |
| Aeroporto de Congonhas                            | UTE  | Construção | São Paulo - SP             | PIE             | Fóssil             | Gás Natural         | 4110                    |                      |
| Aeroporto de Jacarepaguá                          | UTE  | Operação   | Rio de Janeiro - RJ        | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 96                      | 96                   |
| Aeroporto de Joinville                            | UTE  | Operação   | Joinville - SC             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 588                     | 588                  |
| Aeroporto de Juiz de Fora                         | UTE  | Operação   | Juiz de Fora - MG          | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 48                      | 48                   |
| Aeroporto de Londrina                             | UTE  | Operação   | Londrina - PR              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 876                     | 876                  |
| Aeroporto de Macaé                                | UTE  | Operação   | Macaé - RJ                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 244                     | 244                  |
| Aeroporto de Maceió                               | UTE  | Operação   | Maceió - AL                | PIE             | Fóssil             | Gás Natural         | 790                     | 790                  |
| Aeroporto de Montes Claros - Mário Ribeiro        | UTE  | Operação   | Montes Claros - MG         | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 160                     | 160                  |
| Aeroporto de Palmas                               | UTE  | Operação   | Palmas - TO                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 954                     | 954                  |
| Aeroporto de São José dos Campos                  | UTE  | Operação   | São José dos Campos - SP   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 84                      | 84                   |
| Aeroporto de Tefé                                 | UTE  | Operação   | Tefé - AM                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 144                     | 144                  |
| Aeroporto de Teresina - Senador Petrônio Portella | UTE  | Operação   | Teresina - PI              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 230                     | 230                  |
| Aeroporto de Uberaba                              | UTE  | Operação   | Uberaba - MG               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 128                     | 128                  |
| Aeroporto de Uberlândia                           | UTE  | Operação   | Uberlândia - MG            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 288                     | 288                  |
| Aeroporto de Urubupungá                           | UTE  | Operação   | Castilho - SP              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 17,6                    | 17,6                 |

| Nome Correto no BIG   | Tipo | Estágio  | Município                 | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---|------|----------|---------------------------|-----------------|--------------------|-------------|-------------------------|----------------------|
| Aeroporto de Vitória  | UTE  | Outorga  | Vitória - ES              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 392                     |                      |
| Aeroporto Internacional Afonso Pena   | UTE  | Operação | São José dos Pinhais - PR | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 984                     | 984                  |
| Aeroporto Internacional Augusto Severo (CUT)                                      | UTE  | Operação | Parnamirim - RN           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 720                     | 720                  |
| Aeroporto Internacional Augusto Severo (SCI)                                      | UTE  | Operação | Parnamirim - RN           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 32                      | 32                   |
| Aeroporto Internacional Augusto Severo (Sub-Estação Prédio Anexo Operacional)     | UTE  | Operação | Parnamirim - RN           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 64                      | 64                   |
| Aeroporto Internacional de Boa Vista  | UTE  | Operação | Boa Vista - RR            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 216                     | 216                  |
| Aeroporto Internacional de Brasília   | UTE  | Operação | Brasília - DF             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 2420                    | 2420                 |
| Aeroporto Internacional de Campo Grande   | UTE  | Operação | Campo Grande - MS         | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 678                     | 678                  |
| Aeroporto Internacional de Congonhas - São Paulo                                  | UTE  | Operação | São Paulo - SP            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 2273                    | 2273                 |
| Aeroporto Internacional de Corumbá  | UTE  | Operação | Corumbá - MS              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 312                     | 312                  |
| Aeroporto Internacional de Cruzeiro do Sul  | UTE  | Operação | Cruzeiro do Sul - AC      | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 216                     | 216                  |
| Aeroporto Internacional de Florianópolis - SBFL                                   | UTE  | Operação | Florianópolis - SC        | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 720                     | 720                  |
| Aeroporto Internacional de Foz do Iguaçu - Cataratas                              | UTE  | Operação | Foz do Iguaçu - PR        | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 400                     | 400                  |
| Aeroporto Internacional de Navegantes - Ministro Victor Konder                    | UTE  | Operação | Navegantes - SC           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 608                     | 608                  |
| Aeroporto Internacional de Pelotas  | UTE  | Operação | Pelotas - RS              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 128                     | 128                  |
| Aeroporto Internacional de Ponta Porã   | UTE  | Operação | Ponta Porã - MS           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 130                     | 130                  |
| Aeroporto Internacional de Rio Branco   | UTE  | Operação | Rio Branco - AC           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 1032                    | 1032                 |
| Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos-Central Elétrica de Emergência CEE | UTE  | Operação | Guarulhos - SP            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 9600                    | 9600                 |
| Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos-SE Cabeceria 09                    | UTE  | Operação | Guarulhos - SP            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 480                     | 480                  |
| Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos-SE Cabeceria 27                    | UTE  | Operação | Guarulhos - SP            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 480                     | 480                  |
| Aeroporto Internacional de Tabatinga  | UTE  | Operação | Tabatinga - AM            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 128                     | 128                  |
| Aeroporto Internacional Eduardo Gomes   | UTE  | Operação | Campinas - SP             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 3865                    | 3865                 |
| Aeroporto Internacional de Viracopos - Campinas                                   | UTE  | Operação | Manaus - AM               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 1008                    | 1008                 |
| Aeroporto Internacional Governador Jorge Teixeira                                 | UTE  | Operação | Porto Velho - RO          | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 797                     | 797                  |
| Aeroporto Internacional Marechal Rondon-Cuiabá                                    | UTE  | Operação | Várzea Grande - MT        | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 704                     | 704                  |
| Aeroporto Internacional Pinto Martins - Terminal de Passageiros (TPS-1)           | UTE  | Operação | Fortaleza - CE            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 1080                    | 1080                 |
| Aeroporto Internacional Presidente Castro Pinto                                   | UTE  | Operação | Bayeux - PB               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 616                     | 616                  |
| Aeroporto Internacional Salgado Filho   | UTE  | Operação | Porto Alegre - RS         | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 2704                    | 2704                 |
| Aeroporto Internacional Tancredo Neves  | UTE  | Operação | Confins - MG              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel | 2200                    | 2200                 |

| Nome Correto no BIG                                  | Tipo | Estágio    | Município                | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|------------|--------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares           | UTE  | Operação   | Maceió - AL              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 170                     | 170                  |
| Aeroporto Santa Genoveva de Goiânia                  | UTE  | Operação   | Goiânia - GO             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 448                     | 448                  |
| Aeroporto Santos Dumont                              | UTE  | Operação   | Rio de Janeiro - RJ      | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 324                     | 324                  |
| Afasa  | UTE  | Operação   | Ribeirão Preto - SP      | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 288                     | 288                  |
| Afuá   | UTE  | Operação   | Afuá - PA                | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1690                    | 1675                 |
| Aga Te   | UTE  | Outorga    | São Paulo - SP           | APE-COM         | Fóssil             | Óleo Diesel               | 40                      | 40                   |
| Agência de São José dos Campos - Banco do Brasil S.A | UTE  | Operação   | São José dos Campos - SP | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 140                     | 140                  |
| Agostinho Rodrigues                                  | CGH  | Operação   | Itabirito - MG           | APE             |                    |                           | 504                     | 504                  |
| Agro trafo   | PCH  | Operação   | Dianópolis - TO          | SP              |                    |                           | 14040                   | 14683                |
| Agrovale   | UTE  | Operação   | Juazeiro - BA            | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 14000                   | 14000                |
| Agua Bonita  | UTE  | Operação   | Tarumã - SP              | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 17000                   | 17000                |
| Aqua Branca  | PCH  | Outorga    | Jaciara - MT             | PIE             |                    |                           | 10000                   |                      |
| Aqua Brava   | PCH  | Outorga    | Jaciara - MT             | PIE             |                    |                           | 13050                   |                      |
| Aqua Clara   | PCH  | Outorga    | Jaciara - MT             | PIE             |                    |                           | 4000                    |                      |
| Aqua Fria  | UTE  | Operação   | Uiramutã - RR            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 48                      | 48                   |
| Aqua Limpa   | PCH  | Construção | Dianópolis - TO          | PIE             |                    |                           | 14000                   |                      |
| Aqua Limpa Multifase                                 | PCH  | Outorga    | Alto Piquiri - PR        | PIE             |                    |                           | 23000                   |                      |
| Aqua Limpa   | UTE  | Operação   | Monte Aprazível - SP     | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 2760                    | 2760                 |
| Aqua Prata   | PCH  | Outorga    | Jaciara - MT             | PIE             |                    |                           | 13300                   |                      |
| Aqua Sujá  | PCH  | Operação   | Novo São Joaquim - MT    | APE-COM         |                    |                           | 1600                    | 1200                 |
| Aqua Vermelha (José Ermírio de Moraes)               | UHE  | Operação   | Indiaporã - SP           | PIE             |                    |                           | 1396200                 | 1396200              |
| Águas Claras   | CGH  | Outorga    | São Simão - SP           | APE             |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Águas Termais da Cascata Nazzari                     | CGH  | Operação   | Erechim - RS             | APE             |                    |                           | 144                     | 144                  |
| Agudos   | UTE  | Outorga    | Agudos do Sul - PR       | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 12500                   |                      |
| Agudos Ambev   | UTE  | Operação   | Agudos - SP              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 4800                    | 4800                 |
| Aguti  | PCH  | Outorga    | Nova Trento - SC         | PIE             |                    |                           | 3568                    |                      |
| Ahlstrom   | UTE  | Operação   | Louveira - SP            | COM             | Fóssil             | Gás Natural               | 1300                    | 1300                 |
| Aimorés  | UHE  | Operação   | Aimorés - MG             | PIE             |                    |                           | 330000                  | 330000               |
| Aiuruoca   | PCH  | Outorga    | Aiuruoca - MG            | PIE             |                    |                           | 16000                   |                      |
| Albano Machado                                       | PCH  | Outorga    | Trindade do Sul - RS     | PIE             |                    |                           | 3000                    |                      |
| Albatroz   | EOL  | Construção | Mataraca - PB            | PIE             |                    |                           | 4500                    |                      |
| Albertina  | UTE  | Operação   | Sertãozinho - SP         | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 4000                    | 4250                 |

| Nome Correto no BIG             | Tipo | Estágio  | Município                  | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível              | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---------------------------------|------|----------|----------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Albrás                          | UTE  | Operação | Barcarena - PA             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 4850                    | 4960                 |
| Alcidia                         | UTE  | Operação | Teodoro Sampaio - SP       | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 4000                    | 4000                 |
| Alcoazul                        | UTE  | Operação | Araçatuba - SP             | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 7400                    | 7400                 |
| Alcominira                      | UTE  | Operação | Mirandópolis - SP          | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 2400                    | 2400                 |
| Alcon                           | UTE  | Operação | Conceição da Barra - ES    | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 20600                   | 1600                 |
| Alcoolvale                      | UTE  | Operação | Aparecida do Taboado - MS  | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 3900                    | 3900                 |
| Alecrim                         | UHE  | Operação | Miracatu - SP              | APE-COM         |                    |                          | 72000                   | 72000                |
| Alegre                          | PCH  | Operação | Alegre - ES                | SP              |                    |                          | 2056                    | 2056                 |
| Alegrete                        | UTE  | Operação | Alegrete - RS              | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível         | 66000                   | 66000                |
| Alegria I                       | EOL  | Outorga  | Guamaré - RN               | PIE             |                    |                          | 51000                   |                      |
| Alegria II                      | EOL  | Outorga  | Guamaré - RN               | PIE             |                    |                          | 100800                  |                      |
| Além Paraíba                    | UTE  | Operação | Além Paraíba - MG          | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 184                     | 184                  |
| Alenquer                        | UTE  | Operação | Alenquer - PA              | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 4225                    | 5188                 |
| Alhandra                        | EOL  | Outorga  | Alhandra - PB              | PIE             |                    |                          | 5400                    |                      |
| Aliança                         | CGH  | Outorga  | Jataí - GO                 | COM             |                    |                          | 1000                    | 1000                 |
| Almeirim                        | UTE  | Operação | Almeirim - PA              | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 2258                    | 2726                 |
| Alphaville                      | UTE  | Outorga  | Barueri - SP               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 352                     |                      |
| Alta Floresta                   | PCH  | Operação | Alta Floresta D'Oeste - RO | SP              |                    |                          | 5000                    | 5000                 |
| Alta Mogiana                    | UTE  | Operação | São Joaquim da Barra - SP  | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 60000                   | 30000                |
| Alterosa                        | UTE  | Outorga  | Santo Antônio do Içá - AM  | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 500                     |                      |
| Alto Araguaia                   | PCH  | Operação | Alto Araguaia - MT         | SP              |                    |                          | 1200                    | 800                  |
| Alto Benedito Novo              | PCH  | Operação | Benedito Novo - SC         | APE-COM /PIE    |                    |                          | 2544                    | 2544                 |
| Alto Benedito Novo I            | PCH  | Operação | Benedito Novo - SC         | PIE             |                    |                          | 15000                   | 15000                |
| Alto Chopim                     | PCH  | Outorga  | Palmas - PR                | PIE             |                    |                          | 20340                   |                      |
| Alto da Boa Vista               | UTE  | Operação | Apiaçás - MT               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 20864                   | 20864                |
| Alto do Rodrigues               | UTE  | Operação | Alto do Rodrigues - RN     | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 11800                   | 11800                |
| Alto Fêmeas I                   | PCH  | Operação | São Desidério - BA         | SP              |                    |                          | 10650                   | 10649                |
| Alto Irani                      | PCH  | Operação | Arvoredo - SC              | PIE             |                    |                          | 21.000                  | 21.000               |
| Alto Jatapu                     | PCH  | Operação | São João da Baliza - RR    | SP              |                    |                          | 5000                    | 5000                 |
| Alto Paraguai (Pedro Pedrosian) | PCH  | Operação | Alto Paraguai - MT         | SP              |                    |                          | 1680                    | 1344                 |
| Alto Rio Grande                 | PCH  | Outorga  | Piedade do Rio Grande - MG | PIE             |                    |                          | 27900                   |                      |
| Alto Sucuriú                    | PCH  | Operação | Água Clara - MS            | PIE             |                    |                          | 29000                   | 29.000               |

| Nome Correto no BIG                           | Tipo | Estágio    | Município                  | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---|------|------------|----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Altoé I                                       | CGH  | Operação   | Cerejeiras - RO            | COM             |                    |                           | 744                     | 744                  |
| Altoé II                                      | PCH  | Operação   | Cerejeiras - RO            | PIE             |                    |                           | 1100                    | 1103                 |
| Altos   | UTE  | Operação   | Altos - PI                 | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 13120                   | 13120                |
| Alumar  | UTE  | Construção | São Luís - MA              | APE             | Fóssil             | Carvão Mineral            | 75200                   |                      |
| Alunorte                                      | UTE  | Operação   | Barcarena - PA             | APE-COM         | Fóssil             | Óleo Combustível          | 103854                  | 40104                |
| Alvarães                                      | UTE  | Operação   | Alvarães - AM              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2238                    | 2238                 |
| Alvorada                                      | UTE  | Operação   | Alvorada d'Oeste - RO      | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 4050                    | 4050                 |
| Alvorada                                      | UTE  | Operação   | Guaranésia - MG            | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 12000                   | 8000                 |
| Amatutá                                       | UTE  | Operação   | Amaturá - AM               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1238                    | 1238                 |
| Americana                                     | UHE  | Operação   | Americana - SP             | SP              |                    |                           | 30000                   | 30000                |
| Amparo  | EOL  | Outorga    | Água Doce - SC             | PIE             |                    |                           | 21400                   |                      |
| Anajás  | UTE  | Operação   | Anajás - PA                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1112                    | 1112                 |
| Anamã   | UTE  | Operação   | Anamã - AM                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1698                    | 1698                 |
| Andorinhas                                    | CGH  | Operação   | Ijuí - RS                  | COM             |                    |                           | 512                     | 512                  |
| Angélica                                      | UTE  | Construção | Angélica - MS              | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 96000                   |                      |
| Angelina (Ex-Portobello - Corredor do Encano) | PCH  | Construção | Angelina - SC              | PIE             |                    |                           | 26270                   |                      |
| Ângelo Cassol                                 | PCH  | Construção | Alta Floresta D'Oeste - RO | PIE             |                    |                           | 3600                    |                      |
| Anhanguera                                    | PCH  | Construção | Guará - SP                 | PIE             |                    |                           | 22680                   |                      |
| Anil  | PCH  | Operação   | Santana do Jacaré - MG     | SP              |                    |                           | 2080                    | 2080                 |
| Anna Maria                                    | PCH  | Operação   | Santos Dumont - MG         | PIE             |                    |                           | 1560                    | 1560                 |
| Anori   | UTE  | Operação   | Anori - AM                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2832                    | 2832                 |
| Antas I (Pedro Affonso Junqueira)             | PCH  | Operação   | Poços de Caldas - MG       | SP              |                    |                           | 8780                    | 4595                 |
| Antas II                                      | UHE  | Operação   | Poços de Caldas - MG       | SP              |                    |                           | 16500                   | 16800                |
| Antônio Brennand (Ex-Alto Juru)               | PCH  | Operação   | Araputanga - MT            | PIE             |                    |                           | 21960                   | 20020                |
| Antônio Viei                                  | CGH  | Operação   | Lacerdópolis - SC          | APE             |                    |                           | 340                     | 340                  |
| Aparecida (UTM I) Bloco 1 e 2                 | UTE  | Operação   | Manaus - AM                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 251540                  | 251540               |
| Apertadinho                                   | PCH  | Construção | Vilhena - RO               | PIE             |                    |                           | 30000                   |                      |
| Apiádas                                       | UTE  | Operação   | Apiaçás - MT               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3148                    | 3148                 |
| Apiáí   | CGH  | Operação   | Barra do Chapéu - SP       | APE             |                    |                           | 125                     | 125                  |
| Aporé   | CGH  | Operação   | Chapadão do Sul - MS       | APE-COM         |                    |                           | 808                     | 808                  |
| Aprovale                                      | PCH  | Operação   | Lucas do Rio Verde - MT    | APE             |                    |                           | 1280                    | 1520                 |
| Apucaraninha                                  | PCH  | Operação   | Tamarauna - PR             | SP              |                    |                           | 10000                   | 10000                |

| Nome Correto no BIG                     | Tipo | Estágio    | Município                    | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível              | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---|------|------------|------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Apuí                                    | UTE  | Operação   | Apuí - AM                    | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 5350                    | 5350                 |
| Aquarius                                | PCH  | Operação   | Itiquira - MT                | PIE             |                    |                          | 4200                    | 4200                 |
| Aquibatã                                | EOL  | Outorga    | Água Doce - SC               | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 30000                   |                      |
| Araçá                                   | UTE  | Operação   | Normandia - RR               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 32                      | 32                   |
| Aracati                                 | UTE  | Operação   | Aracati - CE                 | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 11480                   | 11480                |
| Aracruz                                 | UTE  | Operação   | Aracruz - ES                 | APE-COM         | Biomassa           | Licor Negro              | 210400                  | 210400               |
| Aracruz Unidade Guaiiba (RioCell)       | UTE  | Operação   | Guaiiba - RS                 | APE-COM         | Biomassa           | Licor Negro              | 57960                   | 47000                |
| Araguassu                               | UTE  | Operação   | Porto Alegre do Norte - MT   | APE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira      | 1200                    | 1200                 |
| Aralco                                  | UTE  | Operação   | S. Antônio do Aracanguá - SP | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 4800                    | 4800                 |
| Arara                                   | UTE  | Operação   | Caapiranga - AM              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 324                     | 324                  |
| Araras                                  | UTE  | Operação   | Nova Mamoré - RO             | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 134                     | 134                  |
| Araras                                  | PCH  | Operação   | Varjota - CE                 | SP              |                    |                          | 4000                    | 4000                 |
| Araras - RO                             | SOL  | Operação   | Nova Mamoré - RO             | PIE             | Energia Solar      | Óleo Diesel              | 2048                    | 2048                 |
| Araucária                               | UTE  | Operação   | Araucária - PR               | PIE             | Fóssil             | Gás Natural              | 484150                  | 484150               |
| Areal                                   | UHE  | Operação   | Areal - RJ                   | SP              |                    |                          | 18000                   | 18000                |
| Areal                                   | PCH  | Operação   | Santa Rita de Jacutinga - MG | APE             |                    |                          | 4440                    | 4440                 |
| Areas & Castelani                       | CGH  | Operação   | Mambai - GO                  | COM             |                    |                          | 544                     | 544                  |
| Areia                                   | PCH  | Construção | Dianópolis - TO              | PIE             |                    |                          | 11400                   |                      |
| Areia Branca                            | PCH  | Construção | Caratinga - MG               | PIE             |                    |                          | 19800                   |                      |
| Aripuanã                                | CGH  | Operação   | Aripuanã - MT                | SP              |                    |                          | 800                     | 800                  |
| Armando de Abreu Rios                   | CGH  | Operação   | Raul Soares - MG             | APE             |                    |                          | 120                     | 120                  |
| ARS                                     | PCH  | Construção | Nova Ubiratã - MT            | PIE             |                    |                          | 6660                    |                      |
| Artivinco (anteriormente UTE Rio Pardo) | UTE  | Operação   | Santa Rosa de Viterbo - SP   | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 4500                    | 4500                 |
| Arvoredo                                | PCH  | Outorga    | Arvoredo - SC                | PIE             |                    |                          | 11070                   |                      |
| Asfor                                   | UTE  | Operação   | Fortaleza - CE               | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 3350                    | 3350                 |
| Asperbras                               | UTE  | Operação   | Simões Filho - BA            | COM             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 640                     | 640                  |
| Assis Brasil                            | UTE  | Operação   | Assis Brasil - AC            | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1179                    | 1494                 |
| Associação Pró-Ensino Novo Hanburgo     | UTE  | Operação   | Novo Hamburgo - RS           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1944                    | 1944                 |
| Atalaia                                 | UTE  | Operação   | Aracaju - SE                 | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 4600                    | 4600                 |
| Atalaia do Norte                        | UTE  | Operação   | Atalaia do Norte - AM        | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 940                     | 940                  |
| Atlântica                               | EOL  | Construção | Matacaca - PB                | PIE             |                    |                          | 4500                    |                      |
| Atlas                                   | UTE  | Operação   | Santana do Araguaia - PA     | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 5310                    | 6212                 |

| Nome Correto no BIG                   | Tipo | Estágio    | Município                  | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---------------------------------------|------|------------|----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Auad Mingione                         | UTE  | Operação   | São Paulo - SP             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 40                      | 40                   |
| Aureliano Chaves (Ex-Ibirité)         | UTE  | Operação   | Ibirité - MG               | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 226000                  | 226000               |
| Aurora                                | CGH  | Outorga    | Chapéco - SC               | APE             |                    |                           | 950                     | 950                  |
| Autazes                               | UTE  | Operação   | Autazes - AM               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 5266                    | 5266                 |
| Autódromo                             | PCH  | Outorga    | Guaporé - RS               | PIE             |                    |                           | 24.000                  |                      |
| Avante                                | CGH  | Operação   | Ibiaçá - RS                | SP              |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Aveiro                                | UTE  | Operação   | Aveiro - PA                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 624                     | 624                  |
| Axim                                  | UTE  | Operação   | Borba - AM                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 405                     | 575                  |
| Ayapuá                                | UTE  | Operação   | Beruri - AM                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 100                     | 100                  |
| B                                     | CGH  | Operação   | Nova Lima - MG             | APE             |                    |                           | 940                     | 940                  |
| BA 3 - Caetité                        | EOL  | Outorga    | Caetité - BA               | PIE             |                    |                           | 192100                  |                      |
| Bagagem                               | CGH  | Operação   | Natividade - TO            | SP              |                    |                           | 480                     | 480                  |
| Bagre                                 | UTE  | Operação   | Bagre - PA                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1222                    | 1222                 |
| Baguari                               | UHE  | Construção | Alpercata - MG             | PIE             |                    |                           | 140000                  |                      |
| Bahia I - Camaçari                    | UTE  | Operação   | Camaçari - BA              | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 31800                   | 31800                |
| Bahia Pulp (Ex. Bacel)                | UTE  | Operação   | Camaçari - BA              | APE             | Biomassa           | Licor Negro               | 108600                  | 13600                |
| Bahia Sul                             | UTE  | Operação   | Mucuri - BA                | APE             | Biomassa           | Licor Negro               | 92000                   | 92000                |
| Baía Formosa                          | UTE  | Operação   | Baía Formosa - RN          | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 40240                   | 8240                 |
| Bainha                                | CGH  | Operação   | Cantagalo - PR             | APE             |                    |                           | 320                     | 320                  |
| Balbina                               | UHE  | Operação   | Presidente Figueiredo - AM | SP              |                    |                           | 250000                  | 249750               |
| Bandeirante                           | UTE  | Operação   | São Paulo - SP             | APE / PIE       | Biomassa           | Biogás                    | 20000                   | 20000                |
| Bangu Shopping                        | UTE  | Outorga    | Rio de Janeiro - RJ        | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 1300                    |                      |
| Bannach                               | UTE  | Operação   | Bannach - PA               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 720                     | 720                  |
| Barbosa Lima Sobrinho (Ex-Eletrobolt) | UTE  | Operação   | Seropédica - RJ            | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 385900                  | 379000               |
| Barcarena                             | UTE  | Outorga    | Barcarena - PA             | PIE             | Fóssil             | Carvão Mineral            | 600100                  |                      |
| Barcelos                              | UTE  | Operação   | Barcelos - AM              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2482                    | 2460                 |
| Bariri (Alvaro de Souza Lima)         | UHE  | Operação   | Boracéia - SP              | PIE             |                    |                           | 143100                  | 143100               |
| Barra                                 | UHE  | Operação   | Tapiraí - SP               | APE-COM         |                    |                           | 40400                   | 40400                |
| Barra Bonita                          | UHE  | Operação   | Barra Bonita - SP          | PIE             |                    |                           | 140760                  | 140760               |
| Barra Clara                           | PCH  | Outorga    | Angelina - SC              | PIE             |                    |                           | 1540                    | 1540                 |
| Barra D Ouro                          | CGH  | Operação   | Água Preta - PE            | COM             |                    |                           | 432                     | 432                  |
| Barra da Paciência                    | PCH  | Outorga    | Açucena - MG               | PIE             |                    |                           | 22000                   |                      |

| Nome Correto no BIG     | Tipo | Estágio    | Município                  | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|-------------------------|------|------------|----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Barra do Braúna         | UHE  | Construção | Laranjal - MG              | PIE             |                    |                           | 39000                   |                      |
| Barra do Rio Chapéu     | PCH  | Outorga    | Rio Fortuna - SC           | PIE             |                    |                           | 15000                   |                      |
| Barra dos Coqueiros     | UHE  | Construção | Cachoeira Alta - GO        | PIE             |                    |                           | 90000                   |                      |
| Barra Escondida         | PCH  | Construção | Saudades - SC              | PIE             |                    |                           | 2250                    |                      |
| Barra Grande            | UHE  | Operação   | Anita Garibaldi - SC       | PIE             |                    |                           | 690000                  | 698250               |
| Barra Grande de Lencóis | UTE  | Operação   | Lençóis Paulista - SP      | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 62900                   | 62900                |
| Barra Mansa             | UTE  | Operação   | Sertãozinho - SP           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 824                     | 824                  |
| Barra                   | PCH  | Operação   | Candói - PR                | APE             |                    |                           | 5200                    | 5200                 |
| Barra                   | UTE  | Operação   | Barra Bonita - SP          | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 15800                   | 15800                |
| Barracão                | CGH  | Outorga    | Bento Gonçalves - RS       | COM             |                    |                           | 933,6                   | 933,6                |
| Barralcool              | UTE  | Operação   | Barra do Bugres - MT       | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 23000                   | 23000                |
| Barreira do Andirá      | UTE  | Operação   | Barreirinha - AM           | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 80                      | 80                   |
| Barreira do Campo       | UTE  | Operação   | Santana do Araguaia - PA   | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 440                     | 440                  |
| Barreirinha             | UTE  | Operação   | Barreirinha - AM           | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2982                    | 2982                 |
| Barreiro                | UTE  | Operação   | Belo Horizonte - MG        | PIE             | Outros             | Gás de Alto Forno         | 12900                   | 12900                |
| Barrinha                | CGH  | Outorga    | Xanxeré - SC               | COM             |                    |                           | 450                     | 450                  |
| Barro Preto             | CGH  | Operação   | Nova Ponte - MG            | APE             |                    |                           | 24                      | 24                   |
| Baruítio                | PCH  | Operação   | Campo Novo do Parecis - MT | SP              |                    |                           | 18000                   | 18300                |
| Barulho                 | PCH  | Operação   | Liberdade - MG             | APE             |                    |                           | 1320                    | 1320                 |
| BASF Guaratinguetá      | UTE  | Operação   | Guaratinguetá - SP         | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2850                    | 2850                 |
| Batalha                 | CGH  | Operação   | Paracatu - MG              | APE             |                    |                           | 960                     | 960                  |
| Batalha                 | UHE  | Outorga    | Cristalina - GO            | PIE             |                    |                           | 52500                   |                      |
| Batatais                | UTE  | Operação   | Batatais - SP              | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 3900                    | 3900                 |
| Batavo                  | UTE  | Operação   | Balsas - MA                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 308,8                   | 308,8                |
| Batista                 | PCH  | Operação   | Pilar do Sul - SP          | PIE             |                    |                           | 2704                    | 2704                 |
| Battistella             | UTE  | Operação   | Rio Negrinho - SC          | APE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 3150                    | 3150                 |
| Baturité                | UTE  | Operação   | Baturité - CE              | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 11480                   | 11480                |
| Baú                     | CGH  | Outorga    | Liberdade - MG             | COM             |                    |                           | 425                     | 425                  |
| Baú I                   | UHE  | Outorga    | Rio Doce - MG              | PIE             |                    |                           | 110000                  |                      |
| Bayer                   | UTE  | Operação   | São Paulo - SP             | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 3840                    | 3840                 |
| Bazan                   | UTE  | Operação   | Pontal - SP                | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 10200                   | 10200                |
| BCP                     | UTE  | Operação   | São Paulo - SP             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1310                    | 1310                 |

| Nome Correto no BIG                        | Tipo | Estágio    | Município                     | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|------------|-------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Bebedouro                                  | PCH  | Outorga    | União - MG                    | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 16020                   | 3750                 |
| Bebedidas Ipiranga                         | UTE  | Operação   | Ribeirão Preto - SP           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3750                    | 3750                 |
| Bebedidas Poty                             | UTE  | Operação   | Potirendaba - SP              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 369                     | 369                  |
| Bechara Nassar Frange                      | UTE  | Operação   | Tanabi - SP                   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 228                     | 228                  |
| Bela Vista                                 | UTE  | Operação   | Pontal - SP                   | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 9800                    | 9800                 |
| Bela Vista                                 | PCH  | Outorga    | São João - PR                 | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 29000                   |                      |
| Belco                                      | UTE  | Operação   | São Manuel - SP               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 360                     | 360                  |
| Belém do Sulimões                          | UTE  | Operação   | Tabatinga - AM                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 360                     | 504                  |
| Bellão & Schiavon                          | UTE  | Operação   | Santa Cruz das Palmeiras - SP | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 650                     | 650                  |
| Belmonte (Emergencial)                     | UTE  | Operação   | Belmonte - BA                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1502,4                  | 1502,4               |
| Belo Monte                                 | UTE  | Operação   | Canutama - AM                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 90                      | 90                   |
| Bem Brasil                                 | UTE  | Operação   | Arasá - MG                    | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 2125                    | 2125                 |
| Benácool                                   | UTE  | Operação   | Bento de Abreu - SP           | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 4200                    | 4200                 |
| Benedito Alto                              | CGH  | Operação   | Benedito Novo - SC            | COM             |                    |                           | 954                     | 954                  |
| Benjamim Mário Baptista (Nova Sinceridade) | PCH  | Operação   | Manhuaçu - MG                 | PIE             |                    |                           | 9000                    | 9000                 |
| Benjamim Constant                          | UTE  | Operação   | Benjamim Constant - AM        | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3993                    | 3993                 |
| Beruri                                     | UTE  | Operação   | Beruri - AM                   | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2366                    | 2366                 |
| BG Norte Petróleo                          | UTE  | Operação   | Itaquaquecetuba - SP          | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 156                     | 156                  |
| Bicas                                      | PCH  | Operação   | Mariana - MG                  | APE-COM         |                    |                           | 1560                    | 1560                 |
| Big Mais Supermercados                     | UTE  | Operação   | Governador Valadares - MG     | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 208                     | 208                  |
| Big Mart                                   | UTE  | Operação   | Marília - SP                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 208                     | 208                  |
| Biopav                                     | UTE  | Outorga    | Brejo Alegre - SP             | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 65000                   |                      |
| Bituva                                     | CGH  | Operação   | Mafra - SC                    | APE             |                    |                           | 480                     | 480                  |
| Blue Tree Park Angra dos Reis              | UTE  | Operação   | Angra dos Reis - RJ           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2000                    | 2000                 |
| Boa Esperança (Castelo Branco)             | UHE  | Operação   | Guadalupe - PI                | SP              |                    |                           | 237300                  | 237300               |
| Boa Fé                                     | PCH  | Outorga    | Nova Bassano - RS             | PIE             |                    |                           | 24.000                  |                      |
| Boa Sorte                                  | PCH  | Construção | Dianópolis - TO               | PIE             |                    |                           | 16000                   |                      |
| Boa Vista                                  | UTE  | Operação   | Quirinópolis - GO             | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 80000                   | 40000                |
| Boa Vista do Ramos                         | UTE  | Operação   | Boa Vista do Ramos - AM       | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2582                    | 2582                 |
| Boa Vista I                                | PCH  | Operação   | Turvo - PR                    | APE             |                    |                           | 1192                    | 460                  |
| Boa Vista II                               | PCH  | Operação   | Turvo - PR                    | APE             |                    |                           | 8000                    | 8000                 |
| Boa Vista                                  | CGH  | Operação   | Sarutaiá - SP                 | COM             |                    |                           | 800                     | 800                  |

| Nome Correto no BIG           | Tipo | Estágio    | Município                  | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|-------------------------------|------|------------|----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Boca do Acre                  | UTE  | Operação   | Boca do Acre - AM          | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 7641                    | 7641                 |
| Bocaiúva                      | PCH  | Construção | Brasnorte - MT             | PIE             |                    |                           | 30000                   |                      |
| Boituva                       | UTE  | Outorga    | Boituva - SP               | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 1380                    |                      |
| Bom Jardim                    | EOL  | Outorga    | Bom Jardim da Serra - SC   | PIE             |                    |                           | 30000                   |                      |
| Bom Jesus do Araguaia         | UTE  | Operação   | Bom Jesus do Araguaia - MT | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 952                     | 952                  |
| Bom Jesus do Galho            | CGH  | Operação   | Bom Jesus do Galho - MG    | SP              |                    |                           | 360                     | 360                  |
| Bom Retiro                    | UTE  | Operação   | Capivari - SP              | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 3600                    | 3600                 |
| Bompreço Supermercado Jardins | UTE  | Outorga    | Aracaju - SE               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 368                     |                      |
| Bonanza                       | PCH  | Outorga    | Cornélio Procópio - PR     | PIE             |                    |                           | 9900                    |                      |
| Bonfante                      | PCH  | Operação   | Simão Pereira - MG         | PIE             |                    |                           | 19000                   | 19000                |
| Bons Ventos                   | EOL  | Construção | Aracati - CE               | PIE             |                    |                           | 50000                   |                      |
| Bonsucesso                    | UTE  | Outorga    | Guarulhos - SP             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1267                    |                      |
| Borba                         | UTE  | Operação   | Borba - AM                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 5600                    | 5600                 |
| Bortolan (José Togni)         | CGH  | Operação   | Poços de Caldas - MG       | SP              |                    |                           | 715                     | 720                  |
| Bortolo Carolo                | UTE  | Operação   | Pontal - SP                | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 8000                    | 8000                 |
| Bosque dos Chalés             | CGH  | Operação   | Sabará - MG                | APE             |                    |                           | 12                      | 12                   |
| Bovinex                       | UTE  | Operação   | Marília - SP               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 324                     | 324                  |
| Boyres                        | PCH  | Operação   | Piracicaba - SP            | APE             |                    |                           | 1120                    | 1120                 |
| Bracinho                      | UHE  | Operação   | Schroeder - SC             | SP              |                    |                           | 16500                   | 15000                |
| Braço Norte II                | PCH  | Operação   | Guarantã do Norte - MT     | SP              |                    |                           | 9600                    | 10752                |
| Braço Norte                   | PCH  | Operação   | Guarantã do Norte - MT     | SP              |                    |                           | 5300                    | 5180                 |
| Braço Norte III               | PCH  | Operação   | Guarantã do Norte - MT     | PIE             |                    |                           | 14160                   | 14160                |
| Braço Norte IV                | PCH  | Operação   | Guarantã do Norte - MT     | PIE             |                    |                           | 14000                   | 14000                |
| Braga                         | CGH  | Outorga    | Cristal do Sul - RS        | APE             |                    |                           | 520                     | 520                  |
| Bragagnolo                    | UTE  | Operação   | Faxinal dos Guedes - SC    | APE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 1200                    | 1200                 |
| Brahma                        | UTE  | Operação   | Rio de Janeiro - RJ        | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 13080                   | 13080                |
| Branco Peres                  | UTE  | Operação   | Adamantina - SP            | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 3980                    | 3980                 |
| Brasil Verde                  | UTE  | Operação   | Conceição do Pará - MG     | APE             | Outros             | Gás de Alto Forno         | 1200                    | 1200                 |
| Brasilândia                   | UTE  | Operação   | Brasilândia - MS           | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 18000                   | 10000                |
| Brasiléia                     | UTE  | Operação   | Brasiléia - AC             | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 6502                    | 6078                 |
| Brasileirônica                | UTE  | Operação   | Barueri - SP               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1200                    | 1200                 |
| Brasília                      | UTE  | Operação   | Brasília - DF              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 10000                   | 10000                |

| Nome Correto no BIG                                | Tipo | Estágio    | Município                     | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|------------|-------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Brecha   | UHE  | Operação   | Guaraciaba - MG               | APE             |                    |                           | 12400                   | 12400                |
| Brejatuba  | PCH  | Outorga    | Conceição do Mato Dentro - MG | PIE             |                    |                           | 11000                   |                      |
| Breves   | UTE  | Operação   | Breves - PA                   | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 5070                    | 8701                 |
| Brigadeiro Velloso III                             | CGH  | Operação   | Novo Progresso - PA           | APE-COM         |                    |                           | 640                     | 640                  |
| Brito  | PCH  | Operação   | Ponte Nova - MG               | APE             |                    |                           | 2900                    | 2900                 |
| Britos   | CGH  | Operação   | Igaratinga - MG               | APE             |                    |                           | 680                     | 680                  |
| Brumado  | UTE  | Operação   | Brumado - BA                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 12895                   | 12895                |
| Bruno Heidrich                                     | CGH  | Operação   | Taió - SC                     | APE             |                    |                           | 750                     | 750                  |
| Bruno Heidrich Neto (Ex-Cachoeira do Rio do Rauen) | PCH  | Operação   | Taió - SC                     | PIE             |                    |                           | 1600                    | 1600                 |
| BSH Continental                                    | UTE  | Operação   | Hortolândia - SP              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 800                     | 800                  |
| Budai  | UTE  | Operação   | Jandira - SP                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1070,4                  | 1070,4               |
| Buettner   | UTE  | Operação   | Brusque - SC                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3600                    | 3600                 |
| Bugres   | UHE  | Operação   | Canela - RS                   | SP              |                    |                           | 19200                   | 11500                |
| Bunge Araxá  | UTE  | Operação   | Araxá - MG                    | APE             | Outros             | Enxofre                   | 23000                   | 23000                |
| Bunge Guará  | UTE  | Operação   | Guará - SP                    | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1750                    | 1750                 |
| Buricá   | PCH  | Operação   | Independência - RS            | APE             |                    |                           | 1400                    | 1360                 |
| Buriti   | PCH  | Outorga    | Sapezal - MT                  | PIE             |                    |                           | 10000                   |                      |
| Buriti   | PCH  | Operação   | Água Clara - MS               | PIE             |                    |                           | 30000                   | 30000                |
| Buriti Queimado                                    | CGH  | Operação   | Buritizeiro - MG              | APE             |                    |                           | 7,2                     | 7                    |
| Buriti   | UTE  | Operação   | Buritizal - SP                | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 5000                    | 5000                 |
| Buritis  | CGH  | Operação   | Buritizal - SP                | SP              |                    |                           | 800                     | 800                  |
| Buritis / Fernandes Rivero                         | UTE  | Operação   | Buritis - RO                  | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 13271                   | 13271                |
| Burro Branco                                       | PCH  | Outorga    | Cruz Machado - PR             | PIE             |                    |                           | 10000                   |                      |
| Byk  | UTE  | Operação   | Jaguaruna - SP                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2000                    | 2000                 |
| C & A Modas  | UTE  | Operação   | São Paulo - SP                |                 | Fóssil             | Óleo Diesel               | 40                      | 40                   |
| C&C Casa e Construção São Vicente                  | UTE  | Outorga    | São Vicente - SP              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 400                     |                      |
| CAAL   | UTE  | Construção | Alegrete - RS                 | PIE             | Biomassa           | Casca de Arroz            | 3825                    |                      |
| Caapiranga   | UTE  | Operação   | Caapiranga - AM               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2031                    | 2031                 |
| Caa-Yári   | CGH  | Outorga    | Crüssiumal - RS               | COM             |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Cabeça de Boi                                      | PCH  | Outorga    | Alta Floresta - MT            | PIE             |                    |                           | 30000                   |                      |
| Cabixi   | PCH  | Operação   | Vilhena - RO                  | APE             |                    |                           | 2700                    | 2700                 |
| Cabixi II  | PCH  | Operação   | Comodoro - MT                 | APE             |                    |                           | 2800                    | 2800                 |

| Nome Correto no BIG                         | Tipo | Estágio    | Município                    | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---|------|------------|------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Cabo de Santo Agostinho                     | UTE  | Operação   | Cabo de Santo Agostinho - PE | APE-COM         | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2000                    | 2000                 |
| Cabo Verde                                  | CGH  | Outorga    | Cabo Verde - MG              | APE             |                    |                           | 300                     | 300                  |
| Caboclo                                     | PCH  | Operação   | Ouro Preto - MG              | APE             |                    |                           | 4160                    | 4160                 |
| Caburi                                      | UTE  | Operação   | Parintins - AM               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 679,6                   | 679,6                |
| Caçador                                     | PCH  | Construção | Nova Bassano - RS            | PIE             |                    |                           | 22500                   |                      |
| Cachoeira                                   | PCH  | Operação   | Vilhena - RO                 | SP              |                    |                           | 11120                   | 11120                |
| Cachoeira                                   | UTE  | Operação   | Maceió - AL                  | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 13400                   | 7400                 |
| Cachoeira Alta                              | CGH  | Operação   | Manhumirim - MG              | APE             |                    |                           | 302                     | 302                  |
| Cachoeira da Fumaça                         | PCH  | Operação   | Jaciara - MT                 | APE-COM         |                    |                           | 2560                    | 2560                 |
| Cachoeira da Ilha                           | PCH  | Outorga    | Carolina - MA                | PIE             |                    |                           | 9000                    |                      |
| Cachoeira da Lixa                           | PCH  | Operação   | Itamaraju - BA               | PIE             |                    |                           | 14800                   | 14800                |
| Cachoeira da Onça                           | CGH  | Operação   | São Gabriel da Palha - ES    | SP              |                    |                           | 900                     | 900                  |
| Cachoeira da Província                      | PCH  | Outorga    | Jequeri - MG                 | PIE             |                    |                           | 11700                   |                      |
| Cachoeira da Usina                          | PCH  | Outorga    | Carolina - MA                | PIE             |                    |                           | 12000                   |                      |
| Cachoeira do Arari                          | UTE  | Operação   | Cachoeira do Arari - PA      | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1050                    | 1008                 |
| Cachoeira do Aruá                           | CGH  | Operação   | Santarém - PA                | APE             |                    |                           | 50                      | 50                   |
| Cachoeira do Brumado                        | PCH  | Outorga    | Lima Duarte - MG             | PIE             |                    |                           | 2340                    |                      |
| João Camilo Penna (Ex-Cachoeira do Emboque) | UHE  | Operação   | Raul Soares - MG             | SP              |                    |                           | 21600                   | 21600                |
| Cachoeira do Fagundes                       | PCH  | Operação   | Antônio Carlos - MG          | APE             |                    |                           | 1840                    | 1840                 |
| Cachoeira do Feijó                          | CGH  | Outorga    | São Luís do Quitundé - AL    | APE             |                    |                           | 472,5                   | 472,5                |
| Cachoeira do Lavrinha (São Patrício)        | PCH  | Operação   | Rianápolis - GO              | SP              |                    |                           | 3010                    | 3010                 |
| Cachoeira do Oito                           | CGH  | Operação   | Colatina - ES                | SP              |                    |                           | 240                     | 240                  |
| Cachoeira do Pinheirinho                    | CGH  | Outorga    | Mafra - SC                   | COM             |                    |                           | 551                     | 551                  |
| Cachoeira do Rosário (Usina Carioca)        | PCH  | Operação   | Pará de Minas - MG           | APE             |                    |                           | 1600                    | 1600                 |
| Cachoeira dos Macacos                       | PCH  | Operação   | Perdizes - MG                | APE-COM         |                    |                           | 3375                    | 3375                 |
| Cachoeira dos Prazeres                      | PCH  | Operação   | Ouro Preto - MG              | APE             |                    |                           | 3830                    | 3830                 |
| Cachoeira Dourada                           | UHE  | Operação   | Cachoeira Dourada - MG       | SP              |                    |                           | 658000                  | 658000               |
| Cachoeira Escura                            | PCH  | Outorga    | Jequeri - MG                 | PIE             |                    |                           | 20700                   |                      |
| Cachoeira Formosa                           | PCH  | Outorga    | Buritis - RO                 | PIE             |                    |                           | 12300                   |                      |
| Cachoeira Grande                            | PCH  | Outorga    | Antônio Dias - MG            | PIE             |                    |                           | 10000                   |                      |
| Cachoeira Grande                            | PCH  | Outorga    | Canaã - MG                   | PIE             |                    |                           | 4300                    |                      |
| Cachoeira Grande                            | PCH  | Outorga    | Nacip Raydan - MG            | PIE             |                    |                           | 20000                   |                      |

| Nome Correto no BIG         | Tipo | Estágio    | Município                    | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|-----------------------------|------|------------|------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Cachoeira Poço Preto        | PCH  | Operação   | Itararé - SP                 | APE-COM         |                    |                           | 4000                    | 4000                 |
| Cachoeira                   | PCH  | Operação   | Guarapuava - PR              | APE             |                    |                           | 1840                    | 2920                 |
| Cachoeira Santo Antônio     | CGH  | Operação   | Barroso - MG                 | APE             |                    |                           | 696                     | 696                  |
| Cachoeira Serra D'Água      | CGH  | Outorga    | Matriz de Camaragibe - AL    | APE             |                    |                           | 945                     | 945                  |
| Cachoeira Velonorte         | CGH  | Operação   | Cachoeira da Prata - MG      | APE             |                    |                           | 160                     | 160                  |
| Cachoeirão                  | PCH  | Construção | Alvarenga - MG               | PIE             |                    |                           | 27000                   |                      |
| Cachoeirinha                | CGH  | Operação   | Tesouro - MT                 | APE             |                    |                           | 675                     | 675                  |
| Cachoeirinha                | UHE  | Outorga    | Clevelândia - PR             | PIE             |                    |                           | 45000                   |                      |
| Cachoeirinha                | CGH  | Operação   | Faxinal dos Guedes - SC      | APE             |                    |                           | 657                     | 657                  |
| Caconde                     | UHE  | Operação   | Caconde - SP                 | PIE             |                    |                           | 80490                   | 80400                |
| Caçú                        | UHE  | Construção | Caçú - GO                    | PIE             |                    |                           | 65000                   |                      |
| Cadam                       | UTE  | Operação   | Almeirim - PA                | APE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 24992                   | 24992                |
| Caesar Park Hotel Guarulhos | UTE  | Operação   | São Paulo - SP               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1115                    | 1115                 |
| Caeté                       | UTE  | Operação   | São Miguel dos Campos - AL   | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 35800                   | 35800                |
| Caeté Cachoeira             | CGH  | Operação   | Maceió - AL                  | APE             |                    |                           | 516                     | 516                  |
| Cafundó                     | CGH  | Operação   | Julio de Castilhos - RS      | SP              |                    |                           | 986                     | 986                  |
| Caima                       | UTE  | Operação   | Itaituba - PA                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 4920                    | 4920                 |
| Caixão                      | PCH  | Operação   | Itaúna - MG                  | APE             |                    |                           | 1172                    | 1172                 |
| Caju                        | PCH  | Operação   | Xanxeré - SC                 | PIE             |                    |                           | 3200                    | 3200                 |
| Caju                        | PCH  | Outorga    | Santa Maria Madalena - RJ    | PIE             |                    |                           | 10000                   |                      |
| Cajuru                      | CGH  | Operação   | Cubatão - SP                 | COM             |                    |                           | 607                     | 607                  |
| Cajuru                      | PCH  | Operação   | Carmo do Cajuru - MG         | SP              |                    |                           | 7200                    | 7200                 |
| Calama                      | UTE  | Operação   | Porto Velho - RO             | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 408                     | 408                  |
| Calçados Azaleia            | UTE  | Operação   | Itapetinga - BA              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 7500                    | 7500                 |
| Calçene                     | UTE  | Operação   | Calçene - AP                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1296                    | 1296                 |
| Caldeirões                  | PCH  | Outorga    | Barra Longa - MG             | APE             |                    |                           | 15000                   |                      |
| Calheiros                   | PCH  | Operação   | Bom Jesus do Itabapoana - RJ | PIE             |                    |                           | 19000                   | 19000                |
| Calsete                     | UTE  | Operação   | Sete Lagoas - MG             | APE             | Outros             | Gás de Alto Forno         | 2000                    | 2000                 |
| Camaçari                    | UTE  | Operação   | Camaçari - BA                | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 250400                  | 250400               |
| Camaçari Ambev              | UTE  | Construção | Camaçari - BA                | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 5256                    |                      |
| Camaçari                    | UTE  | Operação   | Dias d'Ávila - BA            | SP              | Fóssil             | Gás Natural               | 346803                  | 346803               |
| Camaçari Muricy I           | UTE  | Outorga    | Camaçari - BA                | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 148000                  |                      |
| Camaçari Pólo de Apoio I    | UTE  | Outorga    | Camaçari - BA                | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 150.000                 |                      |

| Nome Correto no BIG          | Tipo | Estágio    | Município                   | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|------------------------------|------|------------|-----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Camarão                      | CGH  | Operação   | Pedra do Indaiá - MG        | COM             |                    |                           | 910                     | 910                  |
| Camargo                      | CGH  | Operação   | Camargo - RS                | COM             |                    |                           | 200                     | 200                  |
| Camargo Corrêa (Arrossensal) | PCH  | Operação   | Nortelândia - MT            | PIE             |                    |                           | 4230                    | 4230                 |
| Camargos                     | UHE  | Operação   | Itutinga - MG               | SP              |                    |                           | 46000                   | 46000                |
| Camaruã                      | UTE  | Outorga    | Tapauá - AM                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 100                     |                      |
| Camburu                      | PCH  | Outorga    | Caraguatatuba - SP          | PIE             |                    |                           | 30000                   |                      |
| Camen                        | UTE  | Outorga    | Morrinhos - GO              | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 10000                   |                      |
| Cametá                       | UTE  | Operação   | Barreirinha - AM            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 429                     | 429                  |
| Camifra I                    | CGH  | Operação   | Honório Serpa - PR          | APE             |                    |                           | 50                      | 50                   |
| Camifra II                   | CGH  | Outorga    | Abelardo Luz - SC           | APE             |                    |                           | 494                     | 494                  |
| Campina Grande               | UTE  | Outorga    | Campina Grande - PB         | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 169.080                 |                      |
| Campinas                     | UTE  | Operação   | Manacapuru - AM             | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 340                     | 340                  |
| Campo Belo                   | EOL  | Outorga    | Água Doce - SC              | PIE             |                    |                           | 9600                    |                      |
| Campo Florido                | UTE  | Operação   | Campo Florido - MG          | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 30000                   | 30000                |
| Campo Maior                  | UTE  | Operação   | Campo Maior - PI            | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 13120                   | 13120                |
| Campo Novo                   | UTE  | Operação   | Campo Novo de Rondônia - RO | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1941                    | 1941                 |
| Campos (Roberto Silveira)    | UTE  | Operação   | Campos dos Goytacazes - RJ  | SP              | Fóssil             | Gás Natural               | 114150                  | 30000                |
| Campos Novos                 | UTE  | Operação   | Iracema - RR                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 360                     | 360                  |
| Campos Novos                 | UHE  | Operação   | Abdon Batista - SC          | PIE             |                    |                           | 880000                  | 880000               |
| Camurim                      | EOL  | Construção | Mataraca - PB               | PIE             |                    |                           | 4500                    |                      |
| Cana Brava                   | UHE  | Operação   | Cavalcante - GO             | PIE             |                    |                           | 450000                  | 450.000              |
| Canaã                        | UTE  | Operação   | Paraguaçu Paulista - SP     | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 30000                   | 30000                |
| Canaã                        | CGH  | Outorga    | Carmo de Minas - MG         | COM             |                    |                           | 550                     | 550                  |
| Canaã                        | PCH  | Outorga    | Ariquemes - RO              | PIE             |                    |                           | 17000                   |                      |
| Canabrava do Norte           | UTE  | Operação   | Canabrava do Norte - MT     | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1609,6                  | 1609,6               |
| Canastrá                     | UHE  | Operação   | Canelã - RS                 | SP              |                    |                           | 44800                   | 42500                |
| Canauaním                    | UTE  | Operação   | Cantá - RR                  | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 24                      | 10                   |
| Candiota III                 | UTE  | Outorga    | Candiota - RS               | PIE             | Fóssil             | Carvão Mineral            | 350000                  |                      |
| Candió                       | PCH  | Operação   | Candói - PR                 | APE             |                    |                           | 824                     | 824                  |
| Canoa Quebrada               | PCH  | Operação   | Lucas do Rio Verde - MT     | PIE             |                    |                           | 28000                   | 28000                |
| Canoa Quebrada               | EOL  | Outorga    | Aracati - CE                | PIE             |                    |                           | 57000                   |                      |
| Canoas I                     | UHE  | Operação   | Cândido Mota - SP           | APE / PIE       |                    |                           | 82500                   | 82500                |

| Nome Correto no BIG                         | Tipo | Estágio    | Município                  | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---|------|------------|----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Canoas II                                   | UHE  | Operação   | Andirá - PR                | APE / PIE       |                    |                           | 72000                   | 72000                |
| Cantu 2                                     | PCH  | Outorga    | Laranjal - PR              | PIE             |                    |                           | 18000                   |                      |
| Canutama                                    | UTE  | Operação   | Canutama - AM              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2080                    | 2080                 |
| Capão Preto                                 | PCH  | Operação   | São Carlos - SP            | SP              |                    |                           | 4300                    | 4300                 |
| Capigui                                     | PCH  | Operação   | Passo Fundo - RS           | SP              |                    |                           | 4470                    | 3760                 |
| Amador Aguiar I (Ex - Capim Branco I)       | UHE  | Operação   | Araguari - MG              | APE / PIE       |                    |                           | 240000                  | 240000               |
| Amador Aguiar II (Ex - Capim Branco II)     | UHE  | Operação   | Araguari - MG              | APE / PIE       |                    |                           | 210000                  | 210000               |
| Capivara (Escola de Engenharia Mackenzie)   | UHE  | Operação   | Porecatu - PR              | PIE             |                    |                           | 640000                  | 640000               |
| Capivari                                    | PCH  | Construção | São Bonifácio - SC         | PIE             |                    |                           | 12000                   |                      |
| Capixaba                                    | UTE  | Operação   | Capixaba - AC              | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 946                     | 946                  |
| Capricho                                    | UTE  | Operação   | Cajueiro - AL              | APE-COM         | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 2400                    | 2400                 |
| Capuava                                     | UTE  | Operação   | Santo André - SP           | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 18020                   | 18020                |
| Caquende                                    | CGH  | Operação   | Piedade dos Gerais - MG    | COM             |                    |                           | 950                     | 950                  |
| Cará - Açu                                  | UTE  | Outorga    | Urucará - AM               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 120                     |                      |
| Caracaraí                                   | UTE  | Operação   | Caracaraí - RR             | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 6272                    | 6272                 |
| Caraguatá                                   | CGH  | Outorga    | Campina das Missões - RS   | APE             |                    |                           | 953                     | 953                  |
| Carandaí                                    | PCH  | Operação   | Coronel Xavier Chaves - MG | APE             |                    |                           | 1842                    | 1842                 |
| Carangola                                   | PCH  | Operação   | Carangola - MG             | PIE             |                    |                           | 15000                   | 15000                |
| Carauari                                    | UTE  | Operação   | Carauari - AM              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 5456                    | 5456                 |
| Caravela                                    | EOL  | Construção | Matacaca - PB              | PIE             |                    |                           | 4500                    |                      |
| Careiro da Várzea                           | UTE  | Operação   | Careiro da Várzea - AM     | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2068                    | 2068                 |
| Carioba                                     | UTE  | Operação   | Americana - SP             | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 36160                   | 36160                |
| Carioba II                                  | UTE  | Outorga    | Americana - SP             | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 1111120                 |                      |
| Carioca Shopping                            | UTE  | Operação   | Rio de Janeiro - RJ        | APE-COM         | Fóssil             | Gás Natural               | 3200                    | 3200                 |
| Carlos Beviláqua                            | CGH  | Outorga    | Seberi - RS                | APE             |                    |                           | 800                     | 800                  |
| Carlos Gonzatto                             | PCH  | Operação   | Campo Novo - RS            | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 9000                    | 9000                 |
| Carneirinho                                 | UTE  | Operação   | Carneirinho - MG           | PIE             |                    |                           | 24000                   | 24.000               |
| Carrapatos                                  | PCH  | Outorga    | Caconde - SP               | PIE             |                    |                           | 21600                   |                      |
| Carrefour Rio Preto                         | UTE  | Operação   | São José do Rio Preto - SP | Fóssil          |                    |                           | 552                     | 552                  |
| Carvoeiro                                   | UTE  | Operação   | Barcelos - AM              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 60                      | 60                   |
| Casa de Força                               | UTE  | Operação   | Fernandópolis - SP         | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 3920                    | 3920                 |
| Casa de Geradores de Energia Elétrica F-242 | UTE  | Operação   | São José dos Campos - SP   | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 9000                    | 9000                 |

| Nome Correto no BIG                  | Tipo | Estágio    | Município                   | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--------------------------------------|------|------------|-----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Cascal                               | PCH  | Operação   | Chapada dos Guimarães - MT  | SP              |                    |                           | 3520                    | 3520                 |
| Casca III                            | UHE  | Operação   | Chapada dos Guimarães - MT  | SP              |                    |                           | 12420                   | 12420                |
| Cascata                              | PCH  | Outorga    | Mairiporã - SP              | APE             |                    |                           | 3900                    |                      |
| Cascata Chupinguaia                  | PCH  | Construção | Chupinguaia - RO            | PIE             |                    |                           | 7000                    |                      |
| Cascata do Barreiro                  | CGH  | Outorga    | Novo Barreiro - RS          | APE             |                    |                           | 280                     | 280                  |
| Cascata do Buricá                    | CGH  | Operação   | Chiapetta - RS              | APE             |                    |                           | 680                     | 680                  |
| Cascata                              | EOL  | Outorga    | Água Doce - SC              | PIE             |                    |                           | 4800                    |                      |
| Cassilândia                          | CGH  | Operação   | Cassilândia - MS            | SP              |                    |                           | 500                     | 500                  |
| Castaman I (Engenheiro)              | PCH  | Operação   | Colorado do Oeste - RO      | APE             |                    |                           | 1500                    | 1844                 |
| Castaman II                          | PCH  | Operação   | Colorado do Oeste - RO      | APE-COM         |                    |                           | 750                     | 750                  |
| Castaman III                         | PCH  | Operação   | Colorado do Oeste - RO      | PIE             |                    |                           | 1480                    | 1480                 |
| Castanho                             | UTE  | Operação   | Careiro - AM                | SP              | Fóssil             |                           | 6000                    | 6000                 |
| Castelo dos Sonhos                   | UTE  | Operação   | Altamira - PA               | SP              | Fóssil             |                           | 3425                    | 3425                 |
| Castro Alves                         | UHE  | Operação   | Nova Pádua - RS             | PIE             |                    |                           | 130000                  | 130000               |
| Catanduva                            | UTE  | Operação   | Ariantha - SP               | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 30000                   | 9000                 |
| Catas Altas I                        | PCH  | Operação   | Ribeira - SP                | APE             |                    |                           | 4000                    | 4000                 |
| Caterpillar                          | UTE  | Operação   | Piracicaba - SP             | APE             | Fóssil             |                           | 11480                   | 11480                |
| Catete                               | PCH  | Operação   | Nova Friburgo - RJ          | SP              |                    |                           | 1940                    | 1940                 |
| Caucaia                              | UTE  | Operação   | Caucaia - CE                | PIE             | Fóssil             |                           | 14760                   | 14760                |
| Caulim                               | UTE  | Outorga    | Ipojuca - PE                | APE             | Fóssil             |                           | 750                     |                      |
| Caveiras                             | PCH  | Operação   | Lages - SC                  | SP              |                    |                           | 4290                    | 3829                 |
| Cavernoso                            | PCH  | Operação   | Virmond - PR                | SP              |                    |                           | 1300                    | 1260                 |
| Caviana                              | UTE  | Operação   | Manacapuru - AM             | SP              | Fóssil             |                           | 430                     | 430                  |
| Caxambu                              | CGH  | Operação   | Panambi - RS                | APE             |                    |                           | 784                     | 760                  |
| Cedasa                               | UTE  | Operação   | Santa Gertrudes - SP        | APE             | Fóssil             |                           | 3567                    | 3567                 |
| Cedros (Rio dos Cedros)              | PCH  | Operação   | Rio dos Cedros - SC         | SP              |                    |                           | 7400                    | 7280                 |
| CEG                                  | UTE  | Outorga    | Rio de Janeiro - RJ         | APE-COM         | Fóssil             |                           | 4984                    |                      |
| Celsa (Ex-Disa)                      | UTE  | Operação   | Conceição da Barra - ES     | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 36000                   | 5500                 |
| Celpav II                            | UTE  | Operação   | Luis Antônio - SP           | APE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 32600                   | 32600                |
| Celpav IV                            | UTE  | Operação   | Jacareí - SP                | APE-COM         | Fóssil             | Gás Natural               | 138680                  | 139424               |
| Celso Furtado (Ex-Termobahia Fase I) | UTE  | Operação   | São Francisco do Conde - BA | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 185891                  | 185891               |
| Celso Ramos                          | PCH  | Operação   | Faxinal dos Guedes - SC     | SP              |                    |                           | 5400                    | 5600                 |

| Nome Correto no BIG                                  | Tipo | Estágio  | Município                 | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível              | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|----------|---------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Celucat  | UTE  | Operação | Lages - SC                | APE             | Biomassa           | Licor Negro              | 12500                   | 37822                |
| Celulose Irani                                       | UTE  | Operação | Vargem Bonita - SC        | APE             | Biomassa           | Licor Negro              | 4900                    | 4900                 |
| Cenibra  | UTE  | Operação | Belo Oriente - MG         | APE-COM         | Biomassa           | Licor Negro              | 100000                  | 100000               |
| CENPES-Petrobras                                     | UTE  | Outorga  | Rio de Janeiro - RJ       | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 3200                    |                      |
| Central de Cogeração Capuava                         | UTE  | Outorga  | Santo André - SP          | PIE             | Fóssil             | Gás Natural              | 271830                  |                      |
| Central de Co-geração Shopping - Aracaju             | UTE  | Operação | Aracaju - SE              | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 2600                    | 2600                 |
| Central de Vendas em Informática                     | UTE  | Outorga  | São Paulo - SP            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 47,30                   |                      |
| Central Ilha do Sul                                  | UTE  | Operação | São Paulo - SP            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 900                     | 900                  |
| Central Mariquita                                    | CGH  | Operação | Primavera - PE            | COM             |                    |                          | 880                     | 880                  |
| Central Olho D'Água                                  | UTE  | Operação | Camutanga - PE            | PIE             | Biomassa           | Bagazo de Cana de Açúcar | 4200                    | 4200                 |
| Central Pé de Serra                                  | CGH  | Operação | Primavera - PE            | COM             |                    |                          | 144                     | 144                  |
| Central Termelétrica de Geração (Forjasul)           | UTE  | Operação | Encruzilhada do Sul - RS  | APE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira      | 1800                    | 1800                 |
| Central Usina I                                      | CGH  | Operação | Santa Cecília - SC        | APE             |                    |                          | 850                     | 850                  |
| Central Usina II                                     | UTE  | Operação | Campinas - SP             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 600                     | 600                  |
| Centro Alternativo Campinas                          | UTE  | Operação | Iguatemi - MS             | APE             | Biomassa           | Bagazo de Cana de Açúcar | 4000                    | 4000                 |
| Centro Oeste Iguaítemi                               | UTE  | Operação | São Paulo - SP            | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 334                     | 334                  |
| Centro Operacional Região Metropolitana de São Paulo | UTE  | Outorga  | Rio de Janeiro - RJ       | COM             | Biomassa           | Licor Negro              | 440                     |                      |
| Centro Tecnológico Usinaverde                        | UTE  | Operação | São Paulo - SP            | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 4000                    | 4000                 |
| Cenu   | UTE  | Operação | Piracicaba - SP           | APE             | Biomassa           | Bagazo de Cana de Açúcar | 360                     | 360                  |
| Cerba  | UTE  | Outorga  | Frutal - MG               | PIE             | Biomassa           | Bagazo de Cana de Açúcar | 25000                   |                      |
| Cerradão   | UTE  | Operação | Catanduva - SP            | PIE             | Biomassa           | Bagazo de Cana de Açúcar | 75000                   | 75000                |
| Cerradinho   | UTE  | Operação | Potirendaba - SP          | PIE             | Biomassa           | Bagazo de Cana de Açúcar | 40200                   | 40200                |
| Cerradinho Potirendaba                               | UTE  | Operação | Guarulhos - SP            | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 2100                    | 2100                 |
| Cesar Park Business Hotel/Globenergy                 | UTE  | Operação | Patrocínio Paulista - SP  | APE-COM         | Biomassa           | Bagazo de Cana de Açúcar | 16000                   | 16000                |
| Cevasa   | UHE  | Operação | São José dos Pinhais - PR | SP              |                    |                          | 18000                   | 18000                |
| Chamimé  | UTE  | Outorga  | Chapadinha - MA           | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira      | 29920                   |                      |
| Chapadinha   | UTE  | Operação | Chapéu - SC               | APE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira      | 4000                    |                      |
| Chapéco  | UTE  | Outorga  | Charqueadas - RS          | PIE             | Fóssil             | Carvão Mineral           | 72000                   | 72000                |
| Charqueadas  | UTE  | Operação | Chavantes - SP            | PIE             |                    |                          | 414000                  | 414000               |
| Chavantes  | PCH  | Operação | Cantagalo - RJ            | SP              |                    |                          | 1600                    | 680                  |
| Chave do Vaz   | UTE  | Operação | Chaves - PA               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 584                     | 584                  |
| Chaves   |      |          |                           |                 |                    |                          |                         |                      |

| Nome Correto no BIG                        | Tipo | Estágio    | Município               | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|------------|-------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Chibarro                                   | PCH  | Operação   | Araquara - SP           | SP              |                    |                           | 2600                    | 2600                 |
| Chica Valadares                            | PCH  | Outorga    | Imbé de Minas - MG      | PIE             |                    |                           | 3543                    |                      |
| Chiquinho Barbosa                          | CGH  | Outorga    | Coqueiral - MG          | APÉ             |                    |                           | 61                      | 61                   |
| Chopim I                                   | PCH  | Operação   | Itapejara d'Oeste - PR  | SP              |                    |                           | 1980                    | 2080                 |
| Chupinguaiá                                | PCH  | Operação   | Vilhena - RO            | PIE             |                    |                           | 1260                    | 1260                 |
| Chupinguaiá                                | UTE  | Operação   | Chupinguaiá - RO        | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2570                    | 2570                 |
| Cidade Nova                                | UTE  | Operação   | Manaus - AM             | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 17600                   | 11.200               |
| Cidezal                                    | PCH  | Construção | Campos de Júlio - MT    | PIE             |                    |                           | 17000                   |                      |
| Cinal/Trikem                               | UTE  | Operação   | Marechal Deodoro - AL   | APÉ             | Fóssil             | Gás Natural               | 3187,5                  | 3187,5               |
| Cisam                                      | UTE  | Outorga    | Pará de Minas - MG      | APÉ             | Biomassa           | Carvão Vegetal            | 2000                    |                      |
| Cisframa                                   | UTE  | Operação   | Canoinhas - SC          | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 4000                    | 4000                 |
| Citrosuco                                  | UTE  | Operação   | Limeira - SP            | APÉ             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 2000                    | 2300                 |
| Citrosuco Bebedouro (Ex.Cargill Bebedouro) | UTE  | Outorga    | Bebedouro - SP          | APÉ             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 5000                    |                      |
| Citrosuco                                  | UTE  | Operação   | Matão - SP              | APÉ             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 7000                    | 7000                 |
| Citrovita Catanduva                        | UTE  | Operação   | Catanduva - SP          | APÉ             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 4824                    | 4824                 |
| Claudino Fernando Piccoli                  | CGH  | Operação   | Giruá - RS              | APÉ             |                    |                           | 350                     | 350                  |
| Clayton Ferreira                           | PCH  | Outorga    | Caldas - MG             | PIE             |                    |                           | 4000                    |                      |
| Clealco                                    | UTE  | Operação   | Clementina - SP         | APÉ             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 11200                   | 11200                |
| Clínica Rubens Luís Costa                  | UTE  | Operação   | Pirassununga - SP       | APÉ             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 40                      | 40                   |
| CNT  | UTE  | Operação   | Niquelândia - GO        | APÉ-COM         | Fóssil             | Óleo Combustível          | 36000                   | 36.000               |
| Coaracy Nunes                              | UHE  | Operação   | Ferreira Gomes - AP     | SP              |                    |                           | 67982                   | 76952                |
| Coari                                      | UTE  | Operação   | Coari - AM              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 19310                   | 19310                |
| Cobel                                      | CGH  | Operação   | Sonora - MS             | APÉ-COM         |                    |                           | 800                     | 800                  |
| Cocais Grande                              | PCH  | Construção | Antônio Dias - MG       | PIE             |                    |                           | 10000                   |                      |
| Cocal                                      | UTE  | Operação   | Paraguaçu Paulista - SP | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 28200                   | 28200                |
| Cocal II                                   | UTE  | Outorga    | Narandiba - SP          | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 40000                   |                      |
| Cocamar Maringá                            | UTE  | Outorga    | Maringá - PR            | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 13000                   |                      |
| Codajás                                    | UTE  | Operação   | Codajás - AM            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 5200                    | 5200                 |
| Codajás Mirim                              | UTE  | Outorga    | Coari - AM              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 80                      |                      |
| Codorna                                    | PCH  | Operação   | Nova Lima - MG          | APÉ             |                    |                           | 1944                    | 1944                 |
| Coelhos I                                  | EOL  | Construção | Mataraca - PB           | PIE             |                    |                           | 4500                    |                      |
| Coelhos II                                 | EOL  | Construção | Mataraca - PB           | PIE             |                    |                           | 4500                    |                      |

| Nome Correto no BIG                         | Tipo | Estágio    | Município              | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---|------|------------|------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Coelhos III                                 | EOL  | Construção | Mataraca - PB          | PIE             |                    |                           | 4500                    |                      |
| Coelhos IV                                  | EOL  | Construção | Mataraca - PB          | PIE             |                    |                           | 4500                    |                      |
| Cofercatu                                   | UTE  | Operação   | Florestópolis - PR     | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 4000                    | 4000                 |
| Cogerção International Paper (Fases I e II) | UTE  | Operação   | Mogi Guaçu - SP        | APE-COM         | Fóssil             | Óleo Combustível          | 138172                  | 50500                |
| Cogeradora Biancogrêns                      | UTE  | Outorga    | Serra - ES             | APE-COM         | Fóssil             | Gás Natural               | 4915                    |                      |
| Coinbra - Cresciunai                        | UTE  | Operação   | Leme - SP              | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 42300                   | 42300                |
| Coinbra - Frutesp                           | UTE  | Operação   | Bebedouro - SP         | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 5000                    | 5000                 |
| Coinbra - Frutesp                           | UTE  | Operação   | Matao - SP             | APE-COM         | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 8000                    | 8000                 |
| Colino 1                                    | PCH  | Operação   | Medeiros Neto - BA     | PIE             |                    |                           | 11000                   | 11000                |
| Colino 2                                    | PCH  | Operação   | Medeiros Neto - BA     | PIE             |                    |                           | 16000                   | 16000                |
| Colombo                                     | UTE  | Operação   | Arianha - SP           | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 65500                   | 65500                |
| Colorado                                    | PCH  | Operação   | Tapera - RS            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1120                    | 1120                 |
| Colorado do Oeste                           | UTE  | Operação   | Colorado do Oeste - RO | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 10946                   | 10946                |
| Colorado                                    | UTE  | Operação   | Guaira - SP            | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 52760                   | 52760                |
| Combustol                                   | UTE  | Operação   | São Paulo - SP         | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2175                    | 2175                 |
| Comendador Venzâncio                        | PCH  | Operação   | Itaperuna - RJ         | PIE             |                    |                           | 3820                    | 1600                 |
| Comodoro                                    | UTE  | Operação   | Comodoro - MT          | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 4648,8                  | 4648,8               |
| Complem I                                   | UTE  | Operação   | Morrinhos - GO         | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 368,8                   | 368,8                |
| Component                                   | UTE  | Operação   | Diadema - SP           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1620                    | 1620                 |
| Comvap                                      | UTE  | Outorga    | União - PI             | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 8800                    |                      |
| Conceição da Galera                         | UTE  | Operação   | Porto Velho - RO       | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 53                      | 51                   |
| Concórdia                                   | UTE  | Outorga    | Concórdia - SC         | APE             | Fóssil             | Carvão Mineral            | 5000                    |                      |
| Condominio Canoas Shopping Center           | UTE  | Operação   | Canoas - RS            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1334                    | 1334                 |
| Condominio Civit Pantanal Shopping          | UTE  | Operação   | Cuiabá - MT            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1800                    | 1800                 |
| Condomínio do Edifício Barão de Mauá II     | UTE  | Operação   | Rio de Janeiro - RJ    | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2000                    | 2000                 |
| Condomínio E-Tower São Paulo                | UTE  | Operação   | São Paulo - SP         | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 4000                    | 4000                 |
| Condomínio Shopping Center Lapa             | UTE  | Operação   | Salvador - BA          | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1920                    | 1920                 |
| Condomínio Shopping Center Piedade          | UTE  | Operação   | Salvador - BA          | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 223                     | 223                  |
| Condomínio World Trade Center               | UTE  | Operação   | São Paulo - SP         | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 5250                    | 5250                 |
| Confluência                                 | PCH  | Outorga    | Prudentópolis - PR     | PIE             |                    |                           | 20000                   |                      |
| Confresa                                    | UTE  | Operação   | Confresa - MT          | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3902                    | 3902                 |
| Congonhal I                                 | PCH  | Operação   | Baependi - MG          | PIE             |                    |                           | 1816                    | 1816                 |

| Nome Correto no BIG                  | Tipo | Estágio  | Município                  | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--------------------------------------|------|----------|----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Congonhal II                         | CGH  | Operação | Baependi - MG              | COM             |                    |                           | 416                     | 416                  |
| Coniexpress                          | UTE  | Operação | Nerópolis - GO             | APE             | Fossil             | Óleo Diesel               | 3688                    | 3688                 |
| Conquista                            | UTE  | Operação | Palmital - SP              | APE             | Fossil             | Óleo Diesel               | 440                     | 440                  |
| Conrado Heitor de Queiroz            | CGH  | Operação | Pontes e Lacerda - MT      | COM             |                    |                           | 800                     | 800                  |
| Construtora F Rozental               | UTE  | Outorga  | Duque de Caxias - RJ       | APE             | Fossil             | Óleo Diesel               | 729,60                  |                      |
| Contagem                             | UTE  | Operação | Contagem - MG              | APE             | Fossil             | Gás Natural               | 19299                   | 19299                |
| Contão                               | UTE  | Operação | Pacaraima - RR             | SP              | Fossil             | Óleo Diesel               | 160                     | 160                  |
| Contestado                           | PCH  | Operação | Água Doce - SC             | PIE             |                    |                           | 5600                    | 5600                 |
| Coocarol                             | UTE  | Operação | Rondoni - PR               | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 4000                    | 4000                 |
| Coopercitrus - Supermercado Barretos | UTE  | Operação | Barretos - SP              | APE             | Fossil             | Óleo Diesel               | 576                     | 576                  |
| Cooperfigo                           | UTE  | Operação | Promissão - SP             | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 4000                    | 4000                 |
| Coopernavi                           | UTE  | Operação | Naviraí - MS               | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 12000                   | 12000                |
| Cooper-Rubi                          | UTE  | Operação | Rubiataba - GO             | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 18000                   | 2400                 |
| Cooperval                            | UTE  | Operação | Jandaia do Sul - PR        | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 3600                    | 3600                 |
| Copa D'Or                            | UTE  | Operação | Rio de Janeiro - RJ        | APE             | Fossil             | Óleo Diesel               | 1600                    | 1600                 |
| Copatana                             | UTE  | Outorga  | Jutai - AM                 | SP              | Fossil             | Óleo Diesel               | 90                      |                      |
| Copebrás Catalão                     | UTE  | Operação | Catalão - GO               | APE             | Outros             | Efluente Goso             | 14800                   | 14800                |
| Copesul                              | UTE  | Operação | Triunfo - RS               | PIE             | Outros             | Gás de Processo           | 74400                   | 74400                |
| Coprodia                             | UTE  | Operação | Campo Novo do Parecis - MT | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 6000                    | 6000                 |
| Coqueiral                            | PCH  | Outorga  | Angelina - SC              | PIE             |                    |                           | 3188                    |                      |
| Coraci                               | UTE  | Operação | São Pedro do Turvo - SP    | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 1384                    | 1384                 |
| Coroadó                              | CGH  | Operação | Caldas - MG                | APE             |                    |                           | 332                     | 332                  |
| Corona                               | UTE  | Operação | Guariba - SP               | APE-COM         | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 18000                   | 18000                |
| Coronel Américo Teixeira             | PCH  | Operação | Santana do Riacho - MG     | APE             |                    |                           | 5600                    | 5600                 |
| Coronel Araújo                       | PCH  | Operação | Água Doce - SC             | PIE             |                    |                           | 5800                    | 5800                 |
| Coronel Domiciano                    | PCH  | Operação | Muriaé - MG                | SP              |                    |                           | 5040                    | 5040                 |
| Coronel João de Cerqueira Lima       | PCH  | Operação | Itaúna - MG                | APE             |                    |                           | 1152                    | 1152                 |
| Corredeira do Capote                 | CGH  | Outorga  | Paranatinga - MT           | APE             |                    |                           | 1000                    | 1007                 |
| Corredeira do Noronha                | CGH  | Operação | Ribeirão Branco - SP       | APE-COM         |                    |                           | 1723                    | 2000                 |
| Córrego Azul                         | UTE  | Operação | Promissão - SP             | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 520                     | 520                  |
| Córrego Fundo                        | PCH  | Outorga  | Colorado - PR              | PIE             |                    |                           | 10000                   |                      |

| Nome Correto no BIG                        | Tipo | Estágio    | Município                     | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|------------|-------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Córrego Galheiros                          | CGH  | Outorga    | Campo Verde - MT              | APE-COM         |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Córrego Santa Cruz                         | CGH  | Outorga    | Brasnorte - MT                | APE-COM         |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Córrego São Luiz                           | CGH  | Operação   | Amambai - MS                  | APE             |                    |                           | 144                     | 144                  |
| Corrente Grande                            | PCH  | Outorga    | Açucena - MG                  | PIE             |                    |                           | 14000                   |                      |
| Corujão                                    | CGH  | Operação   | Araguaína - TO                | SP              |                    |                           | 680                     | 680                  |
| Corumbá I                                  | UHE  | Operação   | Caldas Novas - GO             | SP              |                    |                           | 375000                  | 375000               |
| Corumbá III                                | UHE  | Construção | Luziânia - GO                 | PIE             |                    |                           | 93600                   |                      |
| Corumbá IV                                 | UHE  | Operação   | Luziânia - GO                 | PIE             |                    |                           | 127000                  | 127000               |
| Corumbataí                                 | PCH  | Operação   | Rio Claro - SP                | PIE             |                    |                           | 1700                    | 1700                 |
| Coruripe                                   | UTE  | Operação   | Coruripe - AL                 | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 32000                   | 16.000               |
| Coruripe Energética - Filial Campo Florido | UTE  | Operação   | Campo Florido - MG            | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 30000                   | 30.000               |
| Coruripe Iturama                           | UTE  | Operação   | Iturama - MG                  | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 30000                   |                      |
| Cory                                       | UTE  | Operação   | Arceburgo - MG                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 24000                   | 24000                |
| Cosipa                                     | UTE  | Operação   | Cubatão - SP                  | APE             | Outros             | Gás de Alto Forno         | 27000                   | 27000                |
| Cosipar                                    | UTE  | Operação   | Marabá - PA                   | PIE             | Outros             | Gás de Alto Forno         | 14000                   | 10000                |
| Costa                                      | PCH  | Outorga    | Formoso - MG                  | PIE             |                    |                           | 19000                   |                      |
| Costa do Ambé                              | UTE  | Outorga    | Anori - AM                    | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 230                     |                      |
| Costa Marques                              | UTE  | Operação   | Costa Marques - RO            | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 4570                    | 4570                 |
| Costa Pinto                                | UTE  | Operação   | Piracicaba - SP               | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 75000                   | 9360                 |
| Costa Rica                                 | PCH  | Operação   | Costa Rica - MS               | PIE             |                    |                           | 16000                   | 16000                |
| Cotia                                      | CGH  | Outorga    | Antonina - PR                 | COM             |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Cotijuba                                   | UTE  | Operação   | Belém - PA                    | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1145                    | 1145                 |
| Cotiporã                                   | PCH  | Construção | Cotiporã - RS                 | PIE             |                    |                           | 19500                   |                      |
| Cotovelo do Jacuí                          | PCH  | Operação   | Victor Graeff - RS            | APE             |                    |                           | 3340                    | 3340                 |
| Cotriguaçu                                 | UTE  | Operação   | Cotriguaçu - MT               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2282                    | 2282                 |
| Couto Magalhães                            | UHE  | Outorga    | Alto Araguaia - MT            | PIE             |                    |                           | 150000                  |                      |
| Covanca                                    | PCH  | Outorga    | Rio Casca - MG                | PIE             |                    |                           | 11500                   |                      |
| Covô                                       | PCH  | Outorga    | Mangueirinha - PR             | PIE             |                    |                           | 5000                    |                      |
| Coxim (Vitor Brito)                        | CGH  | Operação   | Coxim - MS                    | SP              |                    |                           | 400                     | 400                  |
| Crato                                      | UTE  | Operação   | Crato - CE                    | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 13120                   | 13120                |
| Cris                                       | CGH  | Operação   | Boa Ventura de São Roque - PR | APE             |                    |                           | 80                      | 80                   |
| Crisólita                                  | CGH  | Outorga    | Crisólita - MG                | COM             |                    |                           | 800                     | 800                  |

| Nome Correto no BIG                                  | Tipo | Estágio  | Município                     | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|----------|-------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Cristalino   | PCH  | Operação | Manoel Ribas - PR             | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 4000                    | 4000                 |
| Cristiano Rocha                                      | UTE  | Operação | Manaus - AM                   | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 85380                   | 85380                |
| Cristina   | PCH  | Outorga  | Cristina - MG                 | PIE             |                    |                           | 3500                    |                      |
| Cristo Rei   | PCH  | Operação | Campo Mourão - PR             | APE             |                    |                           | 1800                    | 960                  |
| Criúva   | PCH  | Outorga  | Caxias do Sul - RS            | PIE             |                    |                           | 23949                   |                      |
| Cromex   | UTE  | Operação | São Paulo - SP                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 32                      | 32                   |
| Cruz Alta  | EOL  | Outorga  | Água Doce - SC                | PIE             |                    |                           | 30000                   |                      |
| Cruzeiro do Sul                                      | UTE  | Operação | Cruzeiro do Sul - AC          | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 18998                   | 18998                |
| CRV  | UTE  | Operação | Carmo do Rio Verde - GO       | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 20000                   | 4000                 |
| Crylor   | UTE  | Operação | São José dos Campos - SP      | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 8000                    | 8000                 |
| CST  | UTE  | Operação | Serra - ES                    | APE             | Outros             | Gás Siderúrgico           | 278200                  | 278200               |
| CTE Fibra  | UTE  | Operação | American - SP                 | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 8812                    | 8812                 |
| CTE II   | UTE  | Operação | Volta Redonda - RJ            | APE-COM         | Fóssil             | Gás Natural               | 235200                  | 235200               |
| CTS-Central Termelétrica Sul (Ex Rhodia Santo André) | UTE  | Operação | Santo André - SP              | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 11000                   | 11000                |
| Cucuá  | UTE  | Operação | Rio Formoso - PE              | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 12600                   | 12600                |
| Cucuí  | UTE  | Operação | São Gabriel da Cachoeira - AM | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 420                     | 420                  |
| Cuiabá   | UTE  | Operação | Cuiabá - MT                   | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 529200                  | 529200               |
| Cujubim  | UTE  | Operação | Cujubim - RO                  | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 4480                    | 4480                 |
| Culune   | PCH  | Operação | Paranatinga - MT              | SP              |                    |                           | 1790                    | 1794                 |
| Curemas  | PCH  | Operação | Coremas - PB                  | SP              |                    |                           | 3520                    | 3520                 |
| Curralinho   | UTE  | Operação | Curralinho - PA               | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 840                     | 1442                 |
| Curuá  | UTE  | Operação | Curuá - PA                    | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1172                    | 1047                 |
| Curuá-Una  | UHE  | Operação | Santarém - PA                 | SP              |                    |                           | 30300                   | 30300                |
| D  | PCH  | Operação | Nova Lima - MG                | APE             |                    |                           | 1360                    | 1360                 |
| Da Cascata   | CGH  | Operação | Paracambi - RJ                | COM             |                    |                           | 320                     | 320                  |
| Da Fazenda   | PCH  | Operação | Antônio Prado - RS            | PIE             |                    |                           | 19500                   |                      |
| Da Ilha  | UTE  | Outorga  | Nova Monte Verde - MT         | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 26000                   | 26000                |
| Da Mata  | UTE  | Outorga  | Valparaíso - SP               | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 40000                   |                      |
| Da Prata   | UTE  | Outorga  | Prata - MG                    | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 15000                   |                      |
| Da Serra   | CGH  | Operação | Paracambi - RJ                | COM             |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Dacal  | UTE  | Operação | Parapuã - SP                  | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 2700                    | 2700                 |
| Dáia   | UTE  | Operação | Anápolis - GO                 | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 44300                   | 44300                |

| Nome Correto no BIG               | Tipo | Estágio    | Município               | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|-----------------------------------|------|------------|-------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Dalapria                          | PCH  | Operação   | Passos Maia - SC        | APE             |                    |                           | 1440                    | 1440                 |
| Dardanelos                        | UHE  | Construção | Aripuanã - MT           | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 261000                  | 4200                 |
| Dasa                              | UTE  | Operação   | Serra dos Aimorés - MG  | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 4200                    | 4200                 |
| Davanti                           | UTE  | Operação   | Gália - SP              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 144                     | 144                  |
| Decasa                            | UTE  | Operação   | Caiuá - SP              | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 5000                    | 5000                 |
| Della Coletta                     | UTE  | Operação   | Bariri - SP             | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 4000                    | 4000                 |
| Delos                             | UTE  | Operação   | Sertãozinho - SP        | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 700                     | 700                  |
| Delta                             | UTE  | Operação   | Delta - MG              | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 31875                   | 31875                |
| Demarcação                        | UTE  | Operação   | Porto Velho - RO        | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 120                     | 120                  |
| Derivação do Rio Jordão           | PCH  | Operação   | Reservado Iguáçu - PR   | SP              |                    |                           | 6500                    | 6500                 |
| Destil                            | UTE  | Operação   | Marapoama - SP          | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 3400                    | 3400                 |
| Destilaria Andrade                | UTE  | Operação   | Pitangueiras - SP       | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 7200                    | 7200                 |
| Destilaria de Álcool Ibaiti       | UTE  | Operação   | Ibaiti - PR             | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 3600                    | 3600                 |
| Destilaria Guaricanga             | UTE  | Operação   | Presidente Alves - SP   | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 1600                    | 1600                 |
| Destilaria Malosso                | UTE  | Operação   | Itápolis - SP           | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 1200                    | 1200                 |
| Destilaria Melhoramentos          | UTE  | Operação   | Jussara - PR            | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 6400                    | 6400                 |
| Destilaria Paraguaçu              | UTE  | Operação   | Paraguaçu Paulista - SP | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 3600                    | 3600                 |
| Destilaria Porto Alegre           | UTE  | Operação   | Colônia Leopoldina - AL | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 2400                    | 2400                 |
| Destivale                         | UTE  | Operação   | Araçatuba - SP          | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 3200                    | 3200                 |
| Detofol                           | CGH  | Outorga    | Palma Sola - SC         | COM             |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| DH&C Outsourcing S/A - Datacenter | UTE  | Operação   | São Paulo - SP          | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 648                     | 648                  |
| Dia Brasil                        | UTE  | Operação   | Guarulhos - SP          | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 640                     | 640                  |
| Diacial II                        | PCH  | Operação   | Dianópolis - TO         | PIE             |                    |                           | 5040                    | 5040                 |
| Diamante                          | UTE  | Operação   | Jaú - SP                | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 37000                   | 7000                 |
| Diana                             | UTE  | Operação   | Avanhandava - SP        | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 2873                    | 2873                 |
| Dianópolis                        | PCH  | Operação   | Dianópolis - TO         | PIE             |                    |                           | 5500                    | 5500                 |
| Divigusa                          | UTE  | Outorga    | Divinópolis - MG        | APE             | Outros             | Gás de Alto Forno         | 2500                    |                      |
| Divinópolis                       | CGH  | Outorga    | Divinópolis - MG        | COM             |                    |                           | 999                     | 999                  |
| Divisa                            | PCH  | Outorga    | Campos de Júlio - MT    | PIE             |                    |                           | 9500                    |                      |
| Do Atlântico                      | UTE  | Construção | Rio de Janeiro - RJ     | PIE             | Outros             | Gás de Processo           | 490000                  |                      |
| Do Sal                            | PCH  | Outorga    | Padre Bernardo - GO     | PIE             |                    |                           | 14013                   |                      |
| Dois Córregos                     | UTE  | Operação   | Dois Córregos - SP      | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 3600                    | 3600                 |

| Nome Correto no BIG             | Tipo | Estágio  | Município                    | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---------------------------------|------|----------|------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Dois Vizinhos                   | UTE  | Operação | Dois Vizinhos - PR           | APE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 3000                    | 1980                 |
| Dom Pedrito                     | UTE  | Outorga  | Dom Pedrito - RS             | PIE             | Biomassa           | Casca de Arroz            | 12500                   |                      |
| Dona Francisca                  | UHE  | Operação | Agudo - RS                   | PIE / SP        |                    |                           | 125000                  | 125000               |
| Dona Maria Piana                | CGH  | Operação | Flores da Cunha - RS         | COM             |                    |                           | 990                     | 990                  |
| Dona Mirian                     | CGH  | Operação | Capão Bonito do Sul - RS     | COM             |                    |                           | 632                     | 632                  |
| Dona Rita                       | PCH  | Operação | Santa Maria de Itabira - MG  | SP              |                    |                           | 2408                    | 2408                 |
| Dores do Guanhães               | PCH  | Outorga  | Dores de Guanhães - MG       | PIE             |                    |                           | 12000                   |                      |
| Dori Alimentos                  | UTE  | Operação | Marilia - SP                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3750                    | 3750                 |
| Dornelles                       | PCH  | Operação | Passa Tempo - MG             | APE             |                    |                           | 1200                    | 1200                 |
| Dourados                        | PCH  | Operação | Nuporanga - SP               | SP              |                    |                           | 10800                   | 10800                |
| Dourados                        | CGH  | Outorga  | Abadia dos Dourados - MG     | COM             |                    |                           | 990                     | 990                  |
| Doutor Augusto Gonçalves        | PCH  | Operação | Itáúna - MG                  | APE             |                    |                           | 1648                    | 1648                 |
| Dr. Henrique Portugal           | CGH  | Operação | Santa Rita de Jacutinga - MG | COM             |                    |                           | 800                     | 800                  |
| Dr. Tito I                      | CGH  | Outorga  | Arceburgo - MG               | COM             |                    |                           | 200                     | 200                  |
| Dr. Tito II                     | CGH  | Outorga  | Arceburgo - MG               | COM             |                    |                           | 350                     | 350                  |
| DTCEA-TRM                       | UTE  | Outorga  | São Gonçalo do Abaeté - MG   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 448                     |                      |
| Dulcini                         | UTE  | Operação | Santo Antônio de Posse - SP  | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 1851,2                  | 1851                 |
| E                               | PCH  | Operação | Nova Lima - MG               | APE             |                    |                           | 1400                    | 1400                 |
| E Nova                          | PCH  | Operação | Nova Lima - MG               | APE             |                    |                           | 2744                    | 2744                 |
| Eco Vida Cajuru                 | CGH  | Operação | Sacramento - MG              | COM             |                    |                           | 560                     | 560                  |
| Ecoluz                          | UTE  | Operação | Guarapuava - PR              | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 12330                   | 12.330               |
| Editora o Dia                   | UTE  | Operação | Rio de Janeiro - RJ          | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3300                    | 3300                 |
| Egidio                          | UTE  | Operação | Juruena - MT                 | APE-COM         | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 2000                    | 2000                 |
| Eirunepé                        | UTE  | Operação | Eirunepé - AM                | SP              |                    |                           | 5800                    | 5800                 |
| Eldorado                        | UTE  | Outorga  | Rio Brilhante - MS           | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 12000                   | 12000                |
| Eldorado Unidade Nova Andradina | UTE  | Outorga  | Nova Andradina - MS          | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 22000                   | 0                    |
| Electron (TG)                   | UTE  | Operação | Manaus - AM                  | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 121116                  | 120000               |
| Elekeiroz                       | UTE  | Operação | Várzea Paulista - SP         | APE             | Outros             | Enxofre                   | 8988                    | 8988                 |
| Eletrocéu                       | CGH  | Operação | Chapadão do Céu - GO         | APE-COM         |                    |                           | 296                     | 296                  |
| Eloy Chaves                     | UHE  | Operação | Esírito Santo do Pinhal - SP | SP              |                    |                           | 19000                   | 19000                |
| Emborcação                      | UHE  | Operação | Cascalho Rico - MG           | SP              |                    |                           | 1192000                 | 1192000              |
| Energ-Biog                      | UTE  | Operação | Barueri - SP                 | APE             | Biomassa           | Biogás                    | 30                      | 30                   |

| Nome Correto no BIG                                | Tipo | Estágio    | Município                    | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|------------|------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Energética Santa Helena                            | UTE  | Operação   | Nova Andradina - MS          | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 3200                    | 3200                 |
| Energia Ambiental                                  | UTE  | Outorga    | Joaquim Nabuco - PE          | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 38040                   | 8040                 |
| Energia Ambiental 2                                | UTE  | Outorga    | Joaquim Nabuco - PE          | PIE             | Biomassa           | Biogás                    | 3775                    | 0                    |
| Energy Green                                       | UTE  | Operação   | Carambeí - PR                | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 5000                    | 5000                 |
| Energy Works Kaiser Jacareí                        | UTE  | Operação   | Jacareí - SP                 | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 8592                    | 8592                 |
| Energy Works Kaiser Pacatuba                       | UTE  | Operação   | Pacatuba - CE                | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 5552                    | 5552                 |
| EnergyWorks Corn Products Balsa                    | UTE  | Operação   | Balsa Nova - PR              | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 9119                    | 9119                 |
| EnergyWorks Corn Products Mogi                     | UTE  | Operação   | Mogi Guaporé - SP            | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 30775                   | 30775                |
| Enersisa   | UTE  | Outorga    | Silves - AM                  | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 168800                  |                      |
| Engenheiro Bernardo Figueiredo                     | CGH  | Operação   | Pedreira - SP                | APE-COM         |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Engenheiro Ernesto Jorge Dreher                    | PCH  | Construção | Júlio de Castilhos - RS      | PIE             |                    |                           | 17000                   |                      |
| Engenheiro Henrique Kotzian                        | PCH  | Construção | Júlio de Castilhos - RS      | PIE             |                    |                           | 13000                   |                      |
| Engevix - Salvador 1                               | UTE  | Outorga    | Salvador - BA                | PIE             | Biomassa           | Biogás                    | 24438                   |                      |
| Engevix-Blu 1                                      | UTE  | Outorga    | Blumenau - SC                | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 3000                    |                      |
| Engº José Gelásio da Rocha                         | PCH  | Operação   | Pedra Preta - MT             | PIE             |                    |                           | 23700                   | 23700                |
| Enguiá Pecém                                       | UTE  | Operação   | São Gonçalo do Amarante - CE | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 14760                   | 14760                |
| Entidade Religiosa                                 | UTE  | Operação   | Florianópolis - SC           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 744                     | 744                  |
| Envira   | UTE  | Operação   | Envira - AM                  | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3609                    | 3609                 |
| Eólica Água Doce                                   | EOL  | Operação   | Água Doce - SC               | PIE             |                    |                           | 9000                    | 9000                 |
| Eólica Ariós                                       | EOL  | Outorga    | Beberibe - CE                | PIE             |                    |                           | 16200                   |                      |
| Eólica Canoa Quebrada                              | EOL  | Construção | Aracati - CE                 | PIE             |                    |                           | 10500                   | 49300                |
| Eólica de Bom Jardim                               | EOL  | Operação   | Bom Jardim da Serra - SC     | PIE             |                    |                           | 600                     | 600                  |
| Eólica de Fernando de Noronha                      | EOL  | Operação   | Fernando de Noronha - PE     | PIE             |                    |                           | 225                     | 225                  |
| Eólica de Praia de Prainha                         | EOL  | Operação   | Aquiraz - CE                 | PIE             |                    |                           | 10000                   | 10000                |
| Eólica de Taíba                                    | EOL  | Operação   | São Gonçalo do Amarante - CE | PIE             |                    |                           | 5.000                   | 5000                 |
| Eólica Icaraizinho                                 | EOL  | Construção | Amontada - CE                | PIE             |                    |                           | 54000                   |                      |
| Eólica Olinda                                      | EOL  | Operação   | Olinda - PE                  | PIE             |                    |                           | 225                     | 225                  |
| Eólica Paracuru                                    | EOL  | Construção | Paracuru - CE                | PIE             |                    |                           | 23400                   |                      |
| Eólica Praias de Parajuru                          | EOL  | Construção | Beberibe - CE                | PIE             |                    |                           | 28800                   |                      |
| Eólica-Elétrica Experimental do Morro do Camelinho | EOL  | Operação   | Gouveia - MG                 | SP              |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Eólio - Elétrica de Palmas                         | EOL  | Operação   | Palmas - PR                  | PIE             |                    |                           | 2500                    | 2500                 |
| Eólio-Elétrica São Gonçalo                         | EOL  | Outorga    | São Gonçalo do Amarante - RN | PIE             |                    |                           | 60000                   |                      |

| Nome Correto no BIG                              | Tipo | Estágio    | Município                  | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|------------|----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Equador  | UTE  | Operação   | Rorainópolis - RR          | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 281                     | 281                  |
| Equipav  | UTE  | Operação   | Promissão - SP             | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 58400                   | 58400                |
| Equipav II                                       | UTE  | Outorga    | Promissão - SP             | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 80000                   | 80000                |
| Ericsson Telecomunicações                        | UTE  | Operação   | São Paulo - SP             | Fóssil          |                    | Óleo Diesel               | 324                     | 324                  |
| Erna Heidrich                                    | CGH  | Operação   | Taió - SC                  | COM             |                    |                           | 600                     | 975                  |
| Ernestina  | PCH  | Operação   | Ernestina - RS             | SP              |                    |                           | 4960                    | 4800                 |
| Ervália  | PCH  | Operação   | Ervália - MG               | SP              |                    |                           | 6970                    | 6970                 |
| Esmeralda  | PCH  | Operação   | Barracão - RS              | PIE             |                    |                           | 22200                   | 22200                |
| Esmeril  | PCH  | Operação   | Patrocínio Paulista - SP   | SP              |                    |                           | 5040                    | 5040                 |
| Espígio  | CGH  | Outorga    | Espigão d'Oeste - RO       | COM             |                    |                           | 900                     | 900                  |
| Espora   | UHE  | Operação   | Aporé - GO                 | PIE             |                    |                           | 32000                   | 32010                |
| Estação Ana Neri                                 | UTE  | Outorga    | São Paulo - SP             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 67                      | 67                   |
| Estação Clube Atlético Ypiranga                  | UTE  | Outorga    | São Paulo - SP             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 67                      | 67                   |
| Estação Pedro II                                 | UTE  | Outorga    | São Paulo - SP             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 67                      | 67                   |
| Estação Rua do Grito                             | UTE  | Outorga    | São Paulo - SP             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 62                      | 62                   |
| Estamipotec                                      | UTE  | Operação   | Guarulhos - SP             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 264                     | 264                  |
| Ester  | CGH  | Operação   | Cosmópolis - SP            | APE             |                    |                           | 581                     | 581                  |
| Ester  | UTE  | Operação   | Cosmópolis - SP            | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 46400                   | 16400                |
| Estirão do Equador                               | UTE  | Operação   | Atalaia do Norte - AM      | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 555                     | 555                  |
| Estivas  | UTE  | Operação   | Atrés - RN                 | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 17000                   | 17000                |
| Estreito   | UHE  | Construção | Aguiarnópolis - TO         | PIE             |                    |                           | 1087000                 |                      |
| Estreito (Luiz Carlos Barreto de Carvalho)       | UHE  | Operação   | Rifaina - SP               | SP              |                    |                           | 1050000                 | 1050000              |
| Estrela  | CGH  | Operação   | Palmas - PR                | APE             |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Eucatex  | UTE  | Operação   | Salto - SP                 | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 9800                    | 9800                 |
| Eucliadiândia                                    | PCH  | Operação   | Cantagalo - RJ             | SP              |                    |                           | 1400                    | 1400                 |
| Euclides da Cunha                                | UHE  | Operação   | São José do Rio Pardo - SP | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 108890                  | 108800               |
| Euzébio Rocha (Ex Cubatão - CCBS)                | UTE  | Construção | Cubatão - SP               | PIE             |                    |                           | 249900                  |                      |
| Evangelista                                      | CGH  | Outorga    | Passos Maia - SC           | COM             |                    |                           | 998                     | 998                  |
| Expresso Tiradentes - Terminal Mercado Municipal | UTE  | Outorga    | São Paulo - SP             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 120                     | 120                  |
| F  | PCH  | Operação   | Nova Lima - MG             | APE             |                    |                           | 3972                    | 3792                 |
| Fábrica da Wobben Windpower no Pecém             | EOL  | Outorga    | Caucaia - CE               | PIE             |                    |                           | 600                     | 600                  |
| Fagundes   | PCH  | Operação   | Areal - RJ                 | SP              |                    |                           | 4800                    | 4800                 |

| Nome Correto no BIG                      | Tipo | Estágio  | Município                  | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|----------|----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Fany                                     | UTE  | Operação | Regente Feijó - SP         | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 1200                    | 1200                 |
| Fapar                                    | CGH  | Outorga  | Abelardo Luz - SC          | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 900                     | 900                  |
| Farmalab                                 | UTE  | Operação | Santana de Parnaíba - SP   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 240                     | 240                  |
| Faro                                     | UTE  | Operação | Faro - PA                  | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 700                     | 954                  |
| Fartura                                  | UTE  | Operação | Mendonça - SP              | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 39400                   | 39400                |
| Faxinal dos Guedes                       | PCH  | Operação | Faxinal dos Guedes - SC    | PIE             |                    |                           | 4000                    | 4000                 |
| Faxinal II                               | PCH  | Operação | Aripuanã - MT              | PIE             |                    |                           | 10000                   | 10000                |
| Faxinal I                                | PCH  | Operação | Aripuanã - MT              | APE             |                    |                           | 2788                    | 2788                 |
| Fazenda Aquidauana                       | CGH  | Operação | Juiz de Fora - MG          | APE             |                    |                           | 12                      | 12                   |
| Fazenda Cachoeira                        | UTE  | Outorga  | Formosa do Rio Preto - BA  | não Ident       | Fóssil             | Óleo Diesel               | 60                      | 60                   |
| Fazenda Figueirão                        | CGH  | Operação | Alta Floresta D'Oeste - RO | APE             |                    |                           | 40                      | 40                   |
| Fazenda Galera I                         | CGH  | Operação | Nova Lacerda - MT          | APE             |                    |                           | 200                     | 200                  |
| Fazenda Galera IA                        | CGH  | Operação | Nova Lacerda - MT          | APE             |                    |                           | 770                     | 770                  |
| Fazenda Jatobá                           | CGH  | Operação | Rio Verde - GO             | APE             |                    |                           | 64                      | 64                   |
| Fazenda Jedai                            | CGH  | Operação | Mateiros - TO              | APE             |                    |                           | 100                     | 100                  |
| Fazenda Magna Mater                      | CGH  | Operação | Platá - BA                 | APE             |                    |                           | 7,5                     | 8                    |
| Fazenda Maracaná                         | CGH  | Operação | São Desidério - BA         | APE             |                    |                           | 450                     | 450                  |
| Fazenda Nazaré                           | CGH  | Operação | Buritizeiro - MG           | APE             |                    |                           | 16                      | 16                   |
| Fazenda Nova                             | EOL  | Outorga  | Porto do Mangue - RN       | PIE             |                    |                           | 180000                  |                      |
| Fazenda Pedra Negra                      | CGH  | Operação | Varginha - MG              | APE             |                    |                           | 24                      | 24                   |
| Fazenda Riga                             | CGH  | Operação | Buritizeiro - MG           | APE             |                    |                           | 10,25                   | 10                   |
| Fazenda Santa Marta                      | UTE  | Outorga  | Grão Mogol - MG            | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 3600                    |                      |
| Fazenda Santa Sofia                      | CGH  | Operação | Áurea - RS                 | APE             |                    |                           | 94                      | 144                  |
| Fazenda Santana                          | PCH  | Outorga  | Rio Claro - RJ             | PIE             |                    |                           | 9600                    |                      |
| Fazenda São José                         | CGH  | Operação | Rosário Oeste - MT         | APE             |                    |                           | 120                     | 120                  |
| Fazenda São Luiz                         | CGH  | Operação | Duas Barras - RJ           | COM             |                    |                           | 900                     | 900                  |
| Fazenda Tabua                            | CGH  | Operação | Buritizeiro - MG           | APE             |                    |                           | 28                      | 28                   |
| Feijó                                    | UTE  | Operação | Feijó - AC                 | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2584                    | 2769                 |
| Feijoal                                  | UTE  | Operação | Benjamim Constant - AM     | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 284                     | 284                  |
| Félix Pinto                              | UTE  | Operação | Cantá - RR                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 600                     | 600                  |
| Fernando Gasparian (Ex-Nova Piratininga) | UTE  | Operação | São Paulo - SP             | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 386080                  | 386080               |
| Ferradura                                | PCH  | Operação | Erval Seco - RS            | PIE             |                    |                           | 9200                    | 9200                 |

| Nome Correto no BIG                                  | Tipo | Estágio    | Município                    | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|------------|------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Ferrari  | UTE  | Operação   | Pirassununga - SP            | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 41000                   | 4000                 |
| Figueira   | UTE  | Operação   | Figueira - PR                | SP              | Fóssil             | Carvão Mineral            | 160250                  | 20000                |
| Figueira   | PCH  | Outorga    | Alta Floresta d'Oeste        | PIE             |                    |                           | 1400                    | 1400                 |
| Figueirópolis  | PCH  | Construção | Figueirópolis d'Oeste - MT   | PIE             |                    |                           | 19.410                  |                      |
| Flor do Mato   | PCH  | Operação   | Ponte Serrada - SC           | APE             |                    |                           | 4800                    | 4800                 |
| Flor do Sertão                                       | PCH  | Operação   | Flor do Sertão - SC          | PIE             |                    |                           | 16500                   | 16500                |
| Floraplac  | UTE  | Operação   | Paragominas - PA             | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 1250                    | 1250                 |
| Flores   | UTE  | Operação   | Manaus - AM                  | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 14400                   | 12.800               |
| Florevale  | UTE  | Outorga    | Grão Mogol - MG              | APE-COM         | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 2520                    |                      |
| Florida Paulista                                     | UTE  | Operação   | Flórida Paulista - SP        | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 55000                   | 15000                |
| Fonte Boa  | UTE  | Operação   | Fonte Boa - AM               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3550                    | 3550                 |
| Fontes Nova  | UHE  | Operação   | Piraí - RJ                   | SP              |                    |                           | 131988                  | 130300               |
| Fordlândia   | UTE  | Outorga    | Aveiro - PA                  | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 960                     |                      |
| Formoso  | UTE  | Operação   | Formoso - MG                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 440                     | 440                  |
| Forquilha  | PCH  | Operação   | Maximiliano de Almeida - RS  | SP              |                    |                           | 1118                    | 1000                 |
| Fortaleza  | UTE  | Operação   | Caucaia - CE                 | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 346630                  | 346630               |
| Fortaleza do Abunã                                   | UTE  | Operação   | Porto Velho - RO             | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 322                     | 322                  |
| Fortuna II   | PCH  | Outorga    | Guanhães - MG                | PIE             |                    |                           | 9000                    |                      |
| Fosfértil (Expansão do Complexo Industrial Uberaba)  | UTE  | Operação   | Uberaba - MG                 | APE             | Outros             | Gás de Processo           | 24400                   | 24400                |
| Foz da Anta  | PCH  | Outorga    | Arapoti - PR                 | PIE             |                    |                           | 12000                   |                      |
| Governador Bento Munhoz da Rocha Neto (Foz do Arela) | UHE  | Operação   | Pinhão - PR                  | SP              |                    |                           | 1676000                 | 1676000              |
| Foz do Chapecó                                       | UHE  | Construção | Águas de Chapecó - SC        | PIE             |                    |                           | 855000                  |                      |
| Júlio de Mesquita Filho (Foz do Chopim)              | PCH  | Operação   | Cruzeiro do Iguaçu - PR      | PIE             |                    |                           | 29072                   | 29072                |
| Foz do Curucaca                                      | PCH  | Outorga    | Clevelândia - PR             | PIE             |                    |                           | 29500                   |                      |
| Foz do Estrela                                       | PCH  | Outorga    | Coronel Domingos Soares - PR | PIE             |                    |                           | 29800                   |                      |
| Foz do Rio Choró                                     | EOL  | Construção | Beberibe - CE                | PIE             |                    |                           | 25200                   |                      |
| Foz do Rio Claro                                     | UHE  | Construção | Caçú - GO                    | PIE             |                    |                           | 68400                   |                      |
| Foz do Turvo   | PCH  | Outorga    | Cruz Machado - PR            | PIE             |                    |                           | 8800                    |                      |
| França   | UHE  | Operação   | Jequitiba - SP               | APE-COM         |                    |                           | 29500                   | 29520                |
| Franca Amaral  | PCH  | Operação   | Bom Jesus do Itabapoana - RJ | SP              |                    |                           | 4500                    | 4500                 |
| Frango Sertanejo                                     | UTE  | Operação   | Guapiaçu - SP                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 4944                    | 4944                 |
| Frascomar  | UTE  | Outorga    | Taboão da Serra - SP         | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 400                     |                      |

| Nome Correto no BIG    | Tipo | Estágio    | Município                    | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível              | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|------------------------|------|------------|------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Frederico João Cerutti | CGH  | Operação   | Seberi - RS                  | COM             |                    |                          | 1000                    | 1000                 |
| Freguesia do Andirá    | UTE  | Outorga    | Barreirinha - AM             | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 80                      |                      |
| Frigor Hans            | UTE  | Operação   | Jundiaí - SP                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 720                     | 720                  |
| Frigorífico D Italia   | UTE  | Outorga    | Pedras Grandes - SC          | APE             | Biomassa           | Biogás                   | 42                      |                      |
| Fronteira              | UTE  | Operação   | Fronteira - MG               | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 2600                    | 2600                 |
| Frutal                 | UTE  | Outorga    | Frutal - MG                  |                 | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 15000                   |                      |
| Fruteiras              | PCH  | Operação   | Cachoeiro de Itapemirim - ES | SP              |                    |                          | 8736                    | 8736                 |
| Fuganti                | CGH  | Operação   | Tangará - SC                 | APE             |                    |                          | 160                     | 160                  |
| Fumaça                 | UHE  | Operação   | Ibiúna - SP                  | APE-COM         |                    |                          | 36400                   | 36400                |
| Fumaça IV              | PCH  | Construção | Caiana - MG                  | PIE             |                    |                          | 4500                    |                      |
| Fumaça                 | PCH  | Operação   | Mariana - MG                 | APE             |                    |                          | 10000                   | 10080                |
| Fundão                 | UHE  | Operação   | Foz do Jordão - PR           | PIE             |                    |                          | 180.500                 | 120168               |
| Fundão I               | PCH  | Operação   | Foz do Jordão - PR           | PIE             |                    |                          | 2475                    | 2475                 |
| Funfarme               | UTE  | Operação   | São José do Rio Preto - SP   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1609                    | 1609                 |
| Funil                  | UHE  | Operação   | Lavras - MG                  | PIE             |                    |                          | 180000                  | 180000               |
| Funil                  | UHE  | Operação   | Ubatã - BA                   | SP              |                    |                          | 30000                   | 30000                |
| Funil                  | PCH  | Operação   | Ouro Preto - MG              | APE             |                    |                          | 3600                    | 3600                 |
| Funil                  | PCH  | Operação   | Dores de Guanhães - MG       | PIE             |                    |                          | 22500                   | 22500                |
| Funil                  | UHE  | Operação   | Itatiaia - RJ                | SP              |                    |                          | 216000                  | 216000               |
| Furlan                 | UTE  | Operação   | Santa Bárbara d'Oeste - SP   | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 3600                    | 3600                 |
| Furnas                 | UHE  | Operação   | Alpinópolis - MG             | SP              |                    |                          | 1216000                 | 1216000              |
| Furnas do Segredo      | PCH  | Operação   | Jaguari - RS                 | PIE             |                    |                          | 9800                    | 9800                 |
| Furquim                | PCH  | Operação   | Mariana - MG                 | APE             |                    |                          | 6000                    | 6000                 |
| G                      | PCH  | Operação   | Nova Lima - MG               | APE             |                    |                          | 1440                    | 1440                 |
| Gabriel Passos         | UTE  | Operação   | Betim - MG                   | APE             | Outros             | Gás de Processo          | 57220                   | 9220                 |
| Gafanhoto              | UHE  | Operação   | Divinópolis - MG             | SP              |                    |                          | 14000                   | 14000                |
| Galo Bravo             | UTE  | Operação   | Ribeirão Preto - SP          | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 9000                    | 9000                 |
| Galópolis              | CGH  | Outorga    | Caxias do Sul - RS           | COM             |                    |                          | 540                     | 540                  |
| Galópolis              | PCH  | Outorga    | Caxias do Sul - RS           | PIE             |                    |                          | 1500                    |                      |
| Galvani                | UTE  | Operação   | Paulínia - SP                | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 11500                   | 11500                |
| Gama                   | UTE  | Operação   | Assis - SP                   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 144                     | 144                  |
| Gameleira              | UTE  | Operação   | Confresa - MT                | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 4032                    | 2032                 |

| Nome Correto no BIG                        | Tipo | Estágio    | Município                        | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|------------|----------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Garcia                                     | PCH  | Operação   | Angelina - SC                    | SP              |                    |                           | 8600                    | 8920                 |
| Garganta da Jararaca                       | PCH  | Operação   | Campo Novo do Parecis - MT       | PIE             |                    |                           | 29300                   | 29300                |
| Gargáu                                     | EOL  | Outorga    | São Francisco de Itabapoana - RJ | PIE             |                    |                           | 28050                   |                      |
| Gasa                                       | UTE  | Operação   | Andradina - SP                   | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 44000                   | 44000                |
| Gaseifamaz I                               | UTE  | Operação   | São Paulo - SP                   | APE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 27                      | 27                   |
| Gaseifamaz II                              | UTE  | Outorga    | Manaus - AM                      | APE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 27                      |                      |
| Gáúcha do Norte                            | UTE  | Operação   | Gaúcha do Norte - MT             | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1970                    | 1970                 |
| Gavião Peixoto                             | PCH  | Operação   | Gavião Peixoto - SP              | SP              |                    |                           | 4800                    | 4800                 |
| GE Celma Ltda.                             | UTE  | Operação   | Petrópolis - RJ                  | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 1063                    | 1063                 |
| GEEA Alegrete                              | UTE  | Outorga    | Alegrete - RS                    | PIE             | Biomassa           | Casca de Arroz            | 5000                    |                      |
| GeneralCo                                  | UTE  | Operação   | General Salgado - SP             | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 3800                    | 3800                 |
| Geratão Própria de Energia Elétrica - GPEE | UTE  | Outorga    | Rio de Janeiro - RJ              | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 6000                    |                      |
| Gerador de Emergência                      | UTE  | Outorga    | Nova Lima - MG                   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 996                     |                      |
| Giasai II                                  | UTE  | Operação   | Pedras de Fogo - PB              | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 30000                   | 30000                |
| Gibóia                                     | CGH  | Operação   | São José da Laje - AL            | COM             |                    |                           | 160                     | 160                  |
| Gindai                                     | PCH  | Operação   | Rio Formoso - PE                 | APE             |                    |                           | 4500                    | 4500                 |
| Global I                                   | UTE  | Outorga    | Candeias - BA                    | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 143840                  |                      |
| Global II                                  | UTE  | Outorga    | Candeias - BA                    | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 148000                  |                      |
| Globo                                      | UTE  | Operação   | Duque de Caxias - RJ             | APE-COM         | Fóssil             | Gás Natural               | 5160                    | 5160                 |
| Glória                                     | UHE  | Operação   | Muriáé - MG                      | APE             |                    |                           | 13800                   | 11360                |
| Goiandira                                  | PCH  | Construção | Goiandira - GO                   | PIE             |                    |                           | 27000                   |                      |
| Goiânia S                                  | UTE  | Operação   | Goiânia - GO                     | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 10300                   | 10300                |
| Goiânia II                                 | UTE  | Construção | Aparecida de Goiânia - GO        | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 140000                  |                      |
| Goiás                                      | UTE  | Operação   | Goiatuba - GO                    | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 46520                   | 46520                |
| Goodyear - Divisão SpiraFlex               | UTE  | Operação   | Osasco - SP                      | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 972                     | 972                  |
| Governador Leonel Brizola (Ex TermoRio)    | UTE  | Operação   | Duque de Caxias - RJ             | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 1058300                 | 1058300              |
| Grafite                                    | CGH  | Operação   | Itapecerica - MG                 | APE             |                    |                           | 528                     | 528                  |
| Grand Hyatt São Paulo                      | UTE  | Operação   | São Paulo - SP                   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2720                    | 2720                 |
| Granja Giombelli                           | UTE  | Outorga    | Seara - SC                       | APE             | Biomassa           | Biogás                    | 11                      |                      |
| Granja São José                            | UTE  | Operação   | Amparo - SP                      | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 184                     | 184                  |
| Gravatá                                    | UTE  | Operação   | Gravatá - PE                     | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 480                     | 480                  |
| Gravatá Fruitrade                          | EOL  | Outorga    | Gravatá - PE                     | PIE             |                    |                           | 4250                    |                      |

| Nome Correto no BIG                                  | Tipo | Estágio  | Município                  | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|----------|----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Grendene Fortaleza                                   | UTE  | Outorga  | Fortaleza - CE             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1500                    |                      |
| Grendene Sobral                                      | UTE  | Outorga  | Sobral - CE                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 4500                    |                      |
| Grizzo   | UTE  | Operação | Jáu - SP                   | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 768                     | 768                  |
| Grupamento de Navegação Aérea de Bauru               | UTE  | Operação | Bauru - SP                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 48                      | 48                   |
| Grupamento de Navegação Aérea de Poços de Caldas     | UTE  | Operação | Poços de Caldas - MG       | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 65                      | 65                   |
| Grupamento de Navegação Aérea de Presidente Prudente | UTE  | Operação | Presidente Prudente - SP   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 44                      | 44                   |
| Grupamento de Navegação Aérea de Ribeirão Preto      | UTE  | Operação | Ribeirão Preto - SP        | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 44                      | 44                   |
| Grupo Geradores Moore                                | UTE  | Operação | Osasco - SP                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1296                    | 1296                 |
| Guaiianazes  | UTE  | Operação | São Paulo - SP             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 464                     | 464                  |
| Guajará  | UTE  | Operação | Guajará - AM               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1280                    | 580                  |
| Guaporé  | UHE  | Operação | Pontes e Lacerda - MT      | APE-COM / PIE   |                    |                           | 120000                  | 124200               |
| Guaporé  | CGH  | Operação | Guaporé - RS               | COM             |                    |                           | 667                     | 667                  |
| Guarani  | UTE  | Operação | Severínia - SP             | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 9400                    | 9400                 |
| Guarani - Cruz Alta                                  | UTE  | Operação | Olimpia - SP               | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 40.000                  | 30000                |
| Guaraú   | PCH  | Outorga  | São Paulo - SP             | APE             |                    |                           | 5800                    |                      |
| Guariba  | UTE  | Operação | Cohniza - MT               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1448                    | 1448                 |
| Guaricana  | UHE  | Operação | Guaratuba - PR             | SP              |                    |                           | 36000                   | 36000                |
| Guariroba  | UTE  | Operação | Pontes Gestal - SP         | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 12000                   | 12000                |
| Guarita  | PCH  | Operação | Erval Seco - RS            | SP              |                    |                           | 1760                    | 1760                 |
| Guary  | PCH  | Operação | Santos Dumont - MG         | PIE             |                    |                           | 5400                    | 4800                 |
| Guaxuma  | UTE  | Operação | Coruripe - AL              | APE-COM         | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 14312                   | 14312                |
| Guilham-Amorim                                       | UHE  | Operação | Antônio Dias - MG          | APE             |                    |                           | 140000                  | 140040               |
| Gurupá   | UTE  | Operação | Gurupá - PA                | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1690                    | 1603                 |
| Gusa Nordeste  | UTE  | Operação | Açailândia - MA            | PIE             | Biomassa           | Carvão Vegetal            | 10000                   | 10.000               |
| Hacker   | CGH  | Operação | Xanxeré - SC               | APE-COM         |                    |                           | 400                     | 400                  |
| Halotek  | UTE  | Operação | Palmital - SP              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 472                     | 472                  |
| Hans   | CGH  | Operação | Nova Friburgo - RJ         | SP              |                    |                           | 294                     | 294                  |
| Henry Borden   | UHE  | Operação | Cubatão - SP               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 7590                    | 7590                 |
| Hermasa  | UTE  | Operação | Itacoatiara - AM           | APE             |                    |                           | 889000                  | 889000               |
| Herval   | PCH  | Operação | Santa Maria do Herval - RS | SP              |                    |                           | 1520                    | 1440                 |
| Herval   | CGH  | Operação | Capinzal - SC              | APE             |                    |                           | 387                     | 387                  |
| Hevea-Tec  | UTE  | Operação | Jaci - SP                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 900                     | 900                  |

| Nome Correto no BIG                      | Tipo | Estágio  | Município                     | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível              | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|----------|-------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Hidrossol                                | UTE  | Operação | Marília - SP                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 252                     | 252                  |
| Hiperideal                               | UTE  | Operação | Cuiabá - MT                   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1080                    | 1080                 |
| Honolulu                                 | UTE  | Outorga  | São Paulo - SP                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 134                     |                      |
| Hospital Barra D'Or                      | UTE  | Operação | Rio de Janeiro - RJ           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1444                    | 1444                 |
| Hospital de Base                         | UTE  | Operação | São José do Rio Preto - SP    | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1666                    | 1666                 |
| Hospital Municipal Ipatinga              | UTE  | Operação | Ipatinga - MG                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 208                     | 208                  |
| Hospital São Francisco                   | UTE  | Operação | Ribeirão Preto - SP           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 648                     | 648                  |
| Hotel Hilton Morumbi                     | UTE  | Operação | São Paulo - SP                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1280                    | 1280                 |
| Hotel Softel                             | UTE  | Operação | São Paulo - SP                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 564                     | 264                  |
| Hotel Tenda                              | UTE  | Operação | Marília - SP                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 88                      | 88                   |
| Hotel Vale do Jiquiriçá                  | CGH  | Outorga  | Jiquiriçá - BA                | APE             |                    |                          | 40                      | 40                   |
| Hudtelfa I                               | UTE  | Operação | Nova Odessa - SP              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 2000                    | 2000                 |
| Humaitá                                  | UTE  | Operação | Humaitá - AM                  | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 8850                    | 8850                 |
| Humaytá                                  | CGH  | Operação | Bonito - PR                   | COM             |                    |                          | 1000                    | 1000                 |
| Hy-Line                                  | UTE  | Operação | Nova Granada - SP             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1172                    | 1172                 |
| Iacanga                                  | UTE  | Outorga  | Iacanga - SP                  | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 12000                   |                      |
| Iauareté                                 | UTE  | Operação | São Gabriel da Cachoeira - AM | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1310                    | 1310                 |
| Ibirá                                    | UTE  | Operação | Santa Rosa de Viterbo - SP    | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 7952,5                  | 7953                 |
| Ibirama                                  | PCH  | Outorga  | Ibirama - SC                  | PIE             |                    |                          | 21000                   |                      |
| Ibitinga                                 | UHE  | Operação | Ibitinga - SP                 | PIE             |                    |                          | 131490                  | 131490               |
| Ibituruna                                | PCH  | Outorga  | Bom Sucesso - MG              | PIE             |                    |                          | 30000                   |                      |
| Ibrap                                    | UTE  | Operação | Urussanga - SC                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 480                     | 480                  |
| Igarapava                                | UHE  | Operação | Conquista - MG                | APE / SP        |                    |                          | 210000                  | 210000               |
| Igarapé                                  | UTE  | Operação | Juatuba - MG                  | SP              | Fóssil             | Óleo Ultravisco          | 131000                  | 131000               |
| Iguatemi (Ex Santa Terezinha - Iguatemi) | UTE  | Operação | Maringá - PR                  | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 3400                    | 3400                 |
| Iguatemi Bahia                           | UTE  | Operação | Salvador - BA                 | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 8316                    | 8316                 |
| Iguatemi Fortaleza                       | UTE  | Operação | Fortaleza - CE                | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 4794                    | 4794                 |
| Iguatu                                   | UTE  | Operação | Iguatu - CE                   | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 14760                   | 14760                |
| IGW/Service Energy                       | UTE  | Operação | São Paulo - SP                | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 2825                    | 2825                 |
| Ijuizinho                                | PCH  | Operação | Entre-Ijuís - RS              | APE             |                    |                          | 3600                    | 3600                 |
| Ijuizinho                                | PCH  | Operação | Eugenio de Castro - RS        | SP              |                    |                          | 1118                    | 1000                 |
| Ilha Comprida                            | PCH  | Outorga  | Campos de Júlio - MT          | PIE             |                    |                          | 18700                   |                      |

| Nome Correto no BIG           | Tipo | Estágio  | Município                 | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|-------------------------------|------|----------|---------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Ilha dos Pombos               | UHE  | Operação | Além Paraíba - MG         | SP              |                    |                           | 187169                  | 187169               |
| Ilha Solteira                 | UHE  | Operação | Ilha Solteira - SP        | SP              |                    |                           | 3444000                 | 3444000              |
| Ilhéus                        | PCH  | Operação | Barbacena - MG            | APE             |                    |                           | 2560                    | 2560                 |
| Imbé I                        | PCH  | Outorga  | Imbé de Minas - MG        | PIE             |                    |                           | 2332                    |                      |
| Imcopia                       | UTE  | Operação | Araucária - PR            | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 7000                    | 7000                 |
| Inapel                        | UTE  | Operação | Guarulhos - SP            | COM             | Fóssil             | Gás Natural               | 1120                    | 1120                 |
| Indiaváí                      | PCH  | Operação | Indiavai - MT             | PIE             |                    |                           | 28000                   | 28000                |
| Índio Condá                   | CGH  | Outorga  | Chapecó - SC              | COM             |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Indústrial Cerâmicos          | UTE  | Operação | Rio Claro - SP            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1440                    | 1440                 |
| Inhapim                       | PCH  | Outorga  | Inhapim - MG              | PIE             |                    |                           | 6000                    |                      |
| Inject Indústria de Injetados | UTE  | Operação | Candelária - RS           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 496                     | 496                  |
| Inj-Tamp                      | UTE  | Operação | Sorocaba - SP             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 120                     | 120                  |
| Interlagos                    | UTE  | Operação | Pereira Barreto - SP      | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 40000                   | 40000                |
| lolando Leite                 | UTE  | Operação | Capela - SE               | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 8000                    | 8000                 |
| Ipatinga                      | UTE  | Operação | Ipatinga - MG             | PIE             | Outros             | Gás de Alto Forno         | 40000                   | 40000                |
| Ipaussu                       | UTE  | Operação | Ipaussu - SP              | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 6000                    | 6000                 |
| Iperó                         | UTE  | Operação | Iperó - SP                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 844                     | 844                  |
| Ipiranga                      | UTE  | Operação | Mococa - SP               | APE-COM         | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 2400                    | 2400                 |
| Ipiranga Filial Descalvado    | UTE  | Operação | Santo Antônio do Içá - AM | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 288                     | 288                  |
| Ipixuna                       | UTE  | Operação | Descalvado - SP           | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 3025                    | 3025                 |
| Ipojuca                       | UTE  | Operação | IPIXUNA - AM              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2668                    | 2668                 |
| Iracema                       | UTE  | Operação | Ipojuca - PE              | APE-COM         | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 5000                    | 9200                 |
| Iranduba                      | UTE  | Operação | Iracemápolis - SP         | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 14000                   | 14000                |
| Irani                         | UTE  | Operação | Iranduba - AM             | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 6082                    | 6082                 |
| Irapé                         | UHE  | Operação | Vargem Bonita - SC        | APE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 10000                   | 9800                 |
| Irara                         | PCH  | Operação | Berilo - MG               | PIE             |                    |                           | 360000                  | 360000               |
| Isamu Ikeda                   | UHE  | Operação | Rio Verde - GO            | PIE             |                    |                           | 30.000                  | 30.000               |
| Isolet                        | UTE  | Operação | Monte do Carmo - TO       | SP              |                    |                           | 27600                   | 29064                |
| Itá                           | UHE  | Operação | Itu - SP                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 160                     | 160                  |
| Itacoatiara                   | UTE  | Operação | Aratiba - RS              | PIE             |                    |                           | 1450000                 | 1450000              |
| Itacoatiara                   | UTE  | Operação | Itacoatiara - AM          | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 20.640                  | 19890                |
| Itacoatiara                   | UTE  | Operação | Itacoatiara - AM          | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 9000                    | 9000                 |

| Nome Correto no BIG               | Tipo | Estágio    | Município                     | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível              | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|-----------------------------------|------|------------|-------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Itaenga                           | UTE  | Operação   | Lagoa do Itaenga - PE         | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 47000                   | 47000                |
| Itaguaçu                          | PCH  | Outorga    | Boa Ventura de São Roque - PR | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 9000                    |                      |
| Itaguassu Agro Industrial         | UTE  | Operação   | Nossa Senhora do Socorro - SE | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 4450,4                  | 4450,4               |
| Itaipava                          | PCH  | Operação   | Santa Rosa de Viterbo - SP    | PIE             |                    |                          | 3880                    | 3880                 |
| Itaipu (Parte Brasileira)         | UHE  | Operação   | Foz do Iguaçu - PR            | SP              |                    |                          | 6300000                 | 7000000              |
| Itaiquara                         | UTE  | Operação   | Tapiratiba - SP               | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 1200                    | 1200                 |
| Itamarati                         | UTE  | Operação   | Itamarati - AM                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 2575                    | 2575                 |
| Itamarati                         | UTE  | Operação   | Nova Olímpia - MT             | APE-COM         | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 42501                   | 28000                |
| Itaocara                          | UHE  | Outorga    | Aperibé - RJ                  | PIE             |                    |                          | 195000                  |                      |
| Itapagipe                         | UTE  | Operação   | Itapagipe - MG                | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 6000                    | 6000                 |
| Luiz Gonzaga (Itaparica)          | UHE  | Operação   | Glória - BA                   | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 789                     | 789                  |
| Itapeacu                          | UTE  | Operação   | Urucurituba - AM              | SP              |                    |                          | 1479600                 | 1479600              |
| Itapebi                           | UHE  | Operação   | Itapebi - BA                  | PIE             |                    |                          | 450000                  | 450000               |
| Itapebi                           | UTE  | Outorga    | Itapebi - BA                  | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível         | 137600                  |                      |
| Itapiçuru                         | UTE  | Operação   | Codó - MA                     | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1440                    | 1440                 |
| Itapiranga                        | UTE  | Operação   | Itapiranga - AM               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 2172                    | 2172                 |
| Itapisuma                         | UTE  | Outorga    | Fronteiras - PI               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 4500                    |                      |
| Itapocuzinho                      | CGH  | Operação   | Jaraguá do Sul - SC           | COM             |                    |                          | 480                     | 480                  |
| Itapuru                           | UTE  | Outorga    | Beruri - AM                   | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 55                      |                      |
| Itaqueré                          | CGH  | Operação   | Nova Europa - SP              | APE             |                    |                          | 512                     | 512                  |
| Itaqueré I                        | CGH  | Operação   | Novo São Joaquim - MT         | APE             |                    |                          | 72                      | 72                   |
| Itaqueré II                       | CGH  | Operação   | Novo São Joaquim - MT         | APE             |                    |                          | 112                     | 112                  |
| Itaqui                            | UTE  | Operação   | Itaqui - RS                   | PIE             | Biomassa           | Casca de Arroz           | 4200                    | 4200                 |
| Itararé                           | PCH  | Outorga    | Lages - SC                    | PIE             |                    |                          | 9000                    |                      |
| Itatémica Pernambuco              | UTE  | Construção | Goiana - PE                   | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 8700                    |                      |
| Itatinga                          | PCH  | Operação   | Bertioga - SP                 | SP              |                    |                          | 15000                   | 15000                |
| Itáu Mooca                        | UTE  | Operação   | São Paulo - SP                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 7300                    | 7300                 |
| Itáubá                            | UHE  | Operação   | Pinhal Grande - RS            | SP              |                    |                          | 512400                  | 512400               |
| Itáusá                            | UTE  | Operação   | São Paulo - SP                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 5475                    | 7300                 |
| Itautinga                         | UTE  | Operação   | Manaus - AM                   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 6560                    | 6560                 |
| Itiquira (Casas de Forças I e II) | UHE  | Operação   | Itiquira - MT                 | APE-COM         |                    |                          | 156000                  | 156060               |
| Itueré                            | PCH  | Operação   | Rio Pomba - MG                | APE             |                    |                          | 4040                    | 4040                 |

| Nome Correto no BIG            | Tipo | Estágio    | Município                  | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--------------------------------|------|------------|----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Itumbiara                      | UHE  | Operação   | Araporá - MG               | SP              |                    |                           | 2082000                 | 2280000              |
| Itumirim                       | UHE  | Outorga    | Aporé - GO                 | PIE             |                    |                           | 50000                   | 50000                |
| Itupararanga                   | UHE  | Operação   | Votorantim - SP            | APE-COM         |                    |                           | 55000                   | 56170                |
| Itutinga                       | UHE  | Operação   | Itutinga - MG              | SP              |                    |                           | 52000                   | 52000                |
| Ivai                           | CGH  | Operação   | Júlio de Castilhos - RS    | SP              |                    |                           | 768                     | 700                  |
| Ivan Botelho I (Ex-Ponte)      | PCH  | Operação   | Descoberto - MG            | PIE             |                    |                           | 24300                   | 24400                |
| Ivan Botelho II (Ex-Palestina) | PCH  | Operação   | Guarani - MG               | PIE             |                    |                           | 12400                   | 12480                |
| Ivan Botelho III (Ex-Triunfo)  | PCH  | Operação   | Astolfo Dutra - MG         | PIE             |                    |                           | 24400                   | 24400                |
| Ivo Silveira                   | PCH  | Operação   | Campos Novos - SC          | SP              |                    |                           | 2500                    | 2600                 |
| Izidrolândia                   | UTE  | Operação   | Alta Floresta D'Oeste - RO | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 280                     | 280                  |
| J. L. G.                       | UTE  | Operação   | Dobrada - SP               | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 1600                    | 1600                 |
| J. Pilon                       | UTE  | Operação   | Cerquilho - SP             | APE-COM         | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 3800                    | 3800                 |
| J. Shayeb                      | UTE  | Operação   | Bauru - SP                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 600                     | 600                  |
| Jacanim                        | UTE  | Operação   | Bonfim - RR                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 10                      | 10                   |
| Jacaré                         | UTE  | Operação   | Manacapuru - AM            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 440                     | 440                  |
| Jacaré                         | PCH  | Outorga    | Dores de Guanhães - MG     | PIE             |                    |                           | 10500                   |                      |
| Jacaré Pepira                  | PCH  | Construção | Brotas - SP                | PIE             |                    |                           | 2600                    |                      |
| Jacareacanga                   | UTE  | Operação   | Jacareacanga - PA          | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1417                    | 1417                 |
| Jacareí                        | UTE  | Construção | Jacareí - SP               | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 10500                   |                      |
| Jacarezinho                    | UTE  | Operação   | Jacarezinho - PR           | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 4600                    | 4600                 |
| Jaciara                        | UTE  | Operação   | Jaciara - MT               | APE-COM         | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 2800                    | 2800                 |
| Jaci-Paraná                    | UTE  | Operação   | Porto Velho - RO           | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2410                    | 2410                 |
| Jacuí                          | UHE  | Operação   | Salto do Jacuí - RS        | SP              |                    |                           | 180000                  | 180000               |
| Jacutinga                      | CGH  | Operação   | Jacutinga - MG             | SP              |                    | Carvão Mineral            | 350200                  |                      |
| Jaguara                        | UHE  | Operação   | Rifaina - SP               | SP              |                    |                           | 720                     | 720                  |
| Jaguarari                      | UTE  | Operação   | Jaguarari - BA             | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 101540                  | 101540               |
| Jaguari                        | UHE  | Operação   | Pedreira - SP              | SP              |                    |                           | 11800                   | 11800                |
| Jaguari                        | UHE  | Operação   | Jacareí - SP               | SP              |                    |                           | 27600                   | 27600                |
| Jaguaricatu I                  | PCH  | Operação   | Sengés - PR                | APE             |                    |                           | 2200                    | 1760                 |
| Jaguaricatu II                 | PCH  | Operação   | Sengés - PR                | APE             |                    |                           | 2400                    | 2400                 |
| Jaguaríuna                     | UTE  | Construção | Jaguaríuna - SP            | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 7902                    |                      |

| Nome Correto no BIG                     | Tipo | Estágio  | Município                     | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível              | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---|------|----------|-------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Jalles Machado                          | UTE  | Operação | Goiânia - GO                  | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 50000                   | 50000                |
| Jamai                                   | PCH  | Outorga  | Ariquemes - RO                | PIE             |                    |                          | 20010                   |                      |
| Jambo                                   | PCH  | Outorga  | Santa Maria Madalena - RJ     | PIE             |                    |                          | 17280                   |                      |
| Jangada I                               | CGH  | Operação | General Carneiro - PR         | APE             |                    |                          | 696                     | 696                  |
| Jangada II                              | CGH  | Outorga  | General Carneiro - PR         | APE             |                    |                          | 1000                    | 1000                 |
| Japunqu                                 | UTE  | Operação | Santa Rita - PB               | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 16800                   | 16800                |
| Japurá                                  | UTE  | Operação | Japurá - AM                   | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 180                     | 180                  |
| Jaraqui                                 | UTE  | Operação | Manaus - AM                   | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 83280                   | 83280                |
| Jararaca                                | PCH  | Operação | Nova Roma do Sul - RS         | PIE             |                    |                          | 28000                   | 28000                |
| Jardest                                 | UTE  | Operação | Jardinópolis - SP             | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 8000                    | 8000                 |
| Jari Celulose                           | UTE  | Operação | Almeirim - PA                 | PIE             | Biomassa           | Licor Negro              | 55000                   | 55000                |
| Jataí                                   | PCH  | Operação | Jataí - GO                    | PIE             |                    |                          | 30.000                  | 30.000               |
| Jatiboca                                | UTE  | Outorga  | Urucânia - MG                 | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 3800                    |                      |
| Jatobá                                  | PCH  | Outorga  | São Desidério - BA            | PIE             |                    |                          | 11000                   |                      |
| Jauru                                   | UHE  | Operação | Indiavá - MT                  | APE-COM / PIE   |                    |                          | 121500                  | 121500               |
| JB                                      | UTE  | Operação | Vitória de Santo Antônio - PE | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 36200                   | 36200                |
| Jesuítia                                | PCH  | Outorga  | Campos de Júlio - MT          | PIE             |                    |                          | 22300                   |                      |
| Jesus Soares Pereira (Ex - Vale do Açu) | UTE  | Operação | Alto do Rodrigues - RN        | PIE             | Fóssil             | Gás Natural              | 367920                  | 367920               |
| Jirau                                   | UHE  | Outorga  | Porto Velho - RO              | SP              |                    |                          | 3300000                 | 3300000              |
| Jituba Santo Antônio                    | UTE  | Operação | São Luís do Quitundé - AL     | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 27400                   | 27400                |
| João Baptista de Lima Figueiredo        | PCH  | Operação | São José do Rio Pardo - SP    | APE             |                    |                          | 3500                    | 3500                 |
| João Borges                             | PCH  | Outorga  | Campo Belo do Sul - SC        | PIE             |                    |                          | 19000                   |                      |
| João de Deus                            | PCH  | Operação | Bom Despacho - MG             | APE-COM         |                    |                          | 1548                    | 1548                 |
| João Franco                             | CGH  | Operação | Poço Fundo - MG               | APE             |                    |                          | 100                     | 100                  |
| João Neiva                              | UTE  | Outorga  | João Neiva - ES               | APE             | Outros             | Gás de Alto Forno        | 3000                    |                      |
| Joaquim Fernandes Luiz                  | CGH  | Outorga  | General Carneiro - PR         | APE             |                    |                          | 951                     | 951                  |
| Joasal                                  | PCH  | Operação | Juiz de Fora - MG             | SP              |                    |                          | 8400                    | 8400                 |
| Jordá Flor                              | PCH  | Operação | Pilar do Sul - SP             | PIE             |                    |                          | 1550                    | 1550                 |
| Jordão                                  | UTE  | Operação | Jordão - AC                   | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 232                     | 254                  |
| Jorge Lacerda I e II                    | UTE  | Operação | Capivari de Baixo - SC        | PIE             | Fóssil             | Carvão Mineral           | 232000                  | 232000               |
| Jorge Lacerda III                       | UTE  | Operação | Capivari de Baixo - SC        | PIE             | Fóssil             | Carvão Mineral           | 262000                  | 262000               |
| Jorge Lacerda IV                        | UTE  | Operação | Capivari de Baixo - SC        | PIE             | Fóssil             | Carvão Mineral           | 363000                  | 363000               |

| Nome Correto no BIG                   | Tipo | Estágio  | Município               | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---------------------------------------|------|----------|-------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Jornal da Cidade                      | UTE  | Operação | Bauru - SP              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 142                     | 142                  |
| Josapar                               | UTE  | Outorga  | Pelotas - RS            | PIE             | Biomassa           | Casca de Arroz            | 8000                    |                      |
| Josapar Itaqui                        | UTE  | Outorga  | Itaqui - RS             | PIE             | Biomassa           | Casca de Arroz            | 6000                    |                      |
| Juazeiro do Norte                     | UTE  | Operação | Juazeiro do Norte - CE  | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 14760                   | 14760                |
| Juba I                                | UHE  | Operação | Barra do Bugres - MT    | APE             |                    |                           | 42000                   | 42000                |
| Juba II                               | UHE  | Operação | Barra do Bugres - MT    | APE             |                    |                           | 42000                   | 42000                |
| Juba IV                               | PCH  | Outorga  | Tangará da Serra - MT   | PIE             |                    |                           | 7480                    |                      |
| Jubinha II                            | PCH  | Outorga  | Barra do Bugres - MT    | PIE             |                    |                           | 15980                   |                      |
| Jubinha III                           | PCH  | Outorga  | Barra do Bugres - MT    | PIE             |                    |                           | 4080                    |                      |
| Juçara                                | UTE  | Outorga  | Coari - AM              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 4296                    |                      |
| Jucu                                  | PCH  | Operação | Domingos Martins - ES   | SP              |                    |                           | 4840                    | 4840                 |
| Juína                                 | PCH  | Operação | Juína - MT              | SP              |                    |                           | 2650                    | 2648                 |
| Juiz de Fora                          | UTE  | Operação | Juiz de Fora - MG       | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 87048                   | 87048                |
| Juliana I                             | CGH  | Outorga  | Igrapiúna - BA          | COM             |                    |                           | 144                     | 144                  |
| Juliana II                            | CGH  | Outorga  | Igrapiúna - BA          | COM             |                    |                           | 400                     | 400                  |
| Junco Novo                            | UTE  | Operação | Capela - SE             | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 1200                    | 1200                 |
| Jundiaí                               | UTE  | Operação | Rorainópolis - RR       | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 400                     | 400                  |
| Junqueira                             | UTE  | Operação | Igarapava - SP          | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 7200                    | 7200                 |
| Jupiá (Engº Souza Dias)               | UHE  | Operação | Castilho - SP           | SP              |                    |                           | 1551200                 | 1551200              |
| Juruá                                 | UTE  | Operação | Juruá - AM              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1220                    | 1220                 |
| Juruna                                | UTE  | Operação | Juruena - MT            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3826,82                 | 3826,82              |
| Jurumirim (Armando Avellanal Laydher) | UHE  | Operação | Cerqueira César - SP    | PIE             |                    |                           | 97750                   | 97700                |
| Jurumirim                             | PCH  | Outorga  | Rio Casca - MG          | PIE             |                    |                           | 18000                   |                      |
| Jurupará                              | PCH  | Operação | Ibiúna - SP             | APE             |                    |                           | 7200                    | 7200                 |
| Juruti                                | UTE  | Operação | Juruti - PA             | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1690                    | 1675                 |
| Justus                                | CGH  | Operação | Inácio Martins - PR     | APE             |                    |                           | 432                     | 400                  |
| Jutai                                 | UTE  | Operação | Jutai - AM              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3279                    | 3279                 |
| Kaiser - Araraquara                   | UTE  | Operação | Araraquara - SP         | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1600                    | 1600                 |
| Kaiser - Feira de Santana             | UTE  | Outorga  | Feira de Santana - BA   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1600                    |                      |
| Karapanã                              | UTE  | Operação | São Félix do Xingu - PA | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 300                     | 300                  |
| Kawakami                              | UTE  | Operação | Marilia - SP            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 208                     | 208                  |
| Kawakami Tupã                         | UTE  | Operação | Tupã - SP               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 208                     | 208                  |

| Nome Correto no BIG               | Tipo | Estágio    | Município                    | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível              | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|-----------------------------------|------|------------|------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Kabin                             | UTE  | Operação   | Telêmaco Borba - PR          | PIE             | Biomassa           | Licor Negro              | 113250                  | 113250               |
| Kabin Otacílio Costa (Ex Igaraçá) | UTE  | Operação   | Otacílio Costa - SC          | APE             | Biomassa           | Licor Negro              | 33745                   | 33745                |
| Kabin Piracicaba                  | UTE  | Outorga    | Piracicaba - SP              | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 15045                   | 242590               |
| Klotz Campo Grande II             | UTE  | Outorga    | Campo Grande - MS            | PIE             | Fóssil             | Gás Natural              | 176000                  | 176000               |
| Klotz Corumbá                     | UTE  | Outorga    | Corumbá - MS                 | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 480                     | 480                  |
| Kopenhagen                        | UTE  | Outorga    | Barueri - SP                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 6300                    | 6300                 |
| Lábrea                            | UTE  | Operação   | Lábrea - AM                  | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1800                    | 1776                 |
| Lageado                           | PCH  | Operação   | Lajeado - TO                 | SP              |                    |                          | 680                     | 680                  |
| Lages                             | CGH  | Operação   | Coromandel - MG              | SP              |                    |                          | 28000                   | 28000                |
| Lages                             | UTE  | Operação   | Lages - SC                   | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira      | 28000                   | 28000                |
| Laginha - Matrix                  | UTE  | Operação   | União dos Palmares - AL      | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 4950                    | 4950                 |
| Lago Azul                         | PCH  | Operação   | Cristalina - GO              | COM             |                    |                          | 3992                    | 3992                 |
| Lago Azul                         | UTE  | Operação   | Ipameri - GO                 | COM             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 2000                    | 2000                 |
| Lago do Beruri                    | UTE  | Outorga    | Beruri - AM                  | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 64,8                    | 64,8                 |
| Lago Grande                       | UTE  | Operação   | Caracarái - RR               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 26                      | 26                   |
| Lagoa do Mató                     | EOL  | Construção | Aracatí - CE                 | PIE             |                    |                          | 3230                    | 3230                 |
| Lagoa Grande                      | PCH  | Operação   | Dianópolis - TO              | PIE             |                    |                          | 25.600                  | 25.600               |
| Laje                              | CGH  | Operação   | São José da Laje - AL        | COM             |                    |                          | 200                     | 200                  |
| Luis Eduardo Magalhães (Lajeado)  | UHE  | Operação   | Miracema do Tocantins - TO   | PIE             |                    |                          | 902500                  | 902500               |
| Lajes                             | PCH  | Operação   | Wanderlândia - TO            | SP              |                    |                          | 2060                    | 2070                 |
| Lajinha                           | PCH  | Outorga    | Monte Carmelo - MG           | PIE             |                    |                          | 1600                    | 1600                 |
| Lamins                            | CGH  | Construção | Passa Quatro - MG            | COM             |                    |                          | 848                     | 848                  |
| Laranja Doce                      | CGH  | Operação   | Martinópolis - SP            | SP              |                    |                          | 720                     | 720                  |
| Laranjal do Jari                  | UTE  | Operação   | Laranjal do Jari - AP        | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 8675                    | 8675                 |
| Laranjinha                        | PCH  | Outorga    | Nova Fátima - PR             | PIE             |                    |                          | 3240                    | 3240                 |
| Lasa                              | UTE  | Operação   | Linhares - ES                | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 3200                    | 3200                 |
| Latasa                            | UTE  | Operação   | Cabo de Santo Agostinho - PE | APE-COM         | Fóssil             | Gás Natural              | 5088                    | 5088                 |
| Latas Santa Cruz                  | CGH  | Operação   | Rio de Janeiro - RJ          | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 4480                    | 4480                 |
| Lavrinha                          | PCH  | Construção | São Miguel Arcanjo - SP      | SP              |                    |                          | 332                     | 332                  |
| Lavrinhas                         | PCH  | Operação   | Macatuba - SP                | SP              |                    |                          | 30000                   | 30000                |
| Lençóis                           | UTE  | Operação   | Lençóis Paulista - SP        | APE             | Biomassa           | Licor Negro              | 1680                    | 1680                 |
| Lençóis Paulista                  | UTE  | Operação   |                              |                 |                    |                          | 25700                   | 21700                |

| Nome Correto no BIG                   | Tipo | Estágio    | Município                   | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível              | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---------------------------------------|------|------------|-----------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Limeira do Oeste                      | UTE  | Operação   | Limeira do Oeste - MG       | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 5000                    | 5000                 |
| Limoeiro (Armando Salles de Oliveira) | UHE  | Operação   | São José do Rio Pardo - SP  | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 32000                   | 32000                |
| Limoeiro                              | UTE  | Operação   | Japurá - AM                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1425                    | 1425                 |
| Limoeiro                              | CGH  | Outorga    | Canaã - MG                  | COM             |                    |                          | 220                     | 220                  |
| Lindóia                               | UTE  | Operação   | Itacoatiara - AM            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 320                     | 320                  |
| Linha 3 Leste                         | PCH  | Operação   | Ijuí - RS                   | APE             |                    |                          | 13500                   | 13500                |
| Linha Emilia                          | PCH  | Construção | Dois Lajeados - RS          | PIE             |                    |                          | 19500                   |                      |
| Linha Granja Velha                    | CGH  | Operação   | Erval Seco - RS             | APE             |                    |                          | 1000                    | 1000                 |
| Lito Mendes                           | CGH  | Operação   | Teresópolis - RJ            | APE             |                    |                          | 50                      | 50                   |
| Lobo                                  | PCH  | Operação   | Itirapina - SP              | SP              |                    |                          | 2000                    | 2000                 |
| Londra                                | UTE  | Operação   | Itai - SP                   | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 1380                    | 1380                 |
| Lontras                               | CGH  | Outorga    | Clevelândia - PR            | COM             |                    |                          | 612                     | 612                  |
| Lontras                               | CGH  | Outorga    | Xanxeré - SC                | APE-COM         |                    |                          | 650                     | 650                  |
| Louis Dreyfus Lagoa da Prata          | UTE  | Outorga    | Lagoa da Prata - MG         | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 60000                   |                      |
| Louis Dreyfus Rio Brilhante           | UTE  | Outorga    | Rio Brilhante - MS          | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 90000                   |                      |
| Lourenço                              | UTE  | Operação   | Caçoeiro - AP               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 720                     | 720                  |
| Lucélia                               | UTE  | Operação   | Lucélia - SP                | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 35700                   | 15700                |
| Lúcia Cherobim                        | PCH  | Outorga    | Lapa - PR                   | PIE             |                    |                          | 25500                   |                      |
| Luciara                               | UTE  | Operação   | Luciára - MT                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 948                     | 948                  |
| Ludesá                                | PCH  | Operação   | Abelardo Luz - SC           | PIE             |                    |                          | 30000                   | 30000                |
| Luiz Carlos Prestes (Ex-Três Lagoas)  | UTE  | Operação   | Três Lagoas - MS            | PIE             | Fóssil             | Gás Natural              | 418.119                 | 258319               |
| Luiz Dias                             | PCH  | Operação   | Itajubá - MG                | SP              |                    |                          | 1620                    | 1620                 |
| Luiz Queiroz                          | PCH  | Operação   | Piracicaba - SP             | PIE             |                    |                          | 2880                    | 2880                 |
| Lwarcel                               | UTE  | Operação   | Lençóis Paulista - SP       | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 4000                    | 4000                 |
| M. Reis                               | UTE  | Operação   | Itajaí - SC                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 909                     | 909                  |
| Mac Loren Máquinas para Agricultura   | UTE  | Operação   | Garça - SP                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 204                     | 204                  |
| Macabu                                | UHE  | Operação   | Trajano de Moraes - RJ      | SP              |                    |                          | 21000                   | 21000                |
| Macaco Branco                         | PCH  | Operação   | Campinas - SP               | SP              |                    |                          | 2363                    | 2363                 |
| Macainha (Ex Termo Toalia)            | UTE  | Operação   | Macaíba - RN                | PIE             | Fóssil             | Gás Natural              | 5680                    | 5680                 |
| Macau                                 | EOL  | Operação   | Macau - RN                  | APE             |                    |                          | 1800                    | 1800                 |
| Maceió                                | EOL  | Outorga    | Itapioca - CE               | PIE             |                    |                          | 235800                  |                      |
| Machadinho                            | UHE  | Operação   | Maximiliano de Almeida - RS | APE-COM / SP    |                    |                          | 1140000                 | 1140000              |

| Nome Correto no BIG                 | Tipo | Estágio    | Município               | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível              | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|-------------------------------------|------|------------|-------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Machadinho do Oeste                 | UTE  | Operação   | Machadinho D'Oeste - RO | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 8958                    | 8958                 |
| Machadinho I                        | PCH  | Outorga    | Machadinho D'Oeste - RO | PIE             |                    |                          | 10500                   |                      |
| Machado Mineiro                     | PCH  | Operação   | Águas Vermelhas - MG    | PIE             |                    |                          | 1720                    | 1720                 |
| Mactronic Elétrônica e Hidráulica   | UTE  | Operação   | Garça - SP              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 120                     | 120                  |
| Madame Denise (Cachoeira do Furado) | PCH  | Operação   | Taquaraçu de Minas - MG | APE             |                    |                          | 2880                    | 2880                 |
| Mãe Benta                           | CGH  | Operação   | Niquelândia - GO        | APE             |                    |                          | 750                     | 750                  |
| Mafra's                             | PCH  | Operação   | Ibirama - SC            | PIE             |                    |                          | 4000                    | 4000                 |
| Maici                               | UTE  | Operação   | Porto Velho - RO        | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 36                      | 36                   |
| Mak de Jacareí Supermercado         | UTE  | Operação   | Jacareí - SP            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 320                     | 320                  |
| Malagone                            | PCH  | Construção | Uberlândia - MG         | PIE             |                    |                          | 19000                   |                      |
| Maloca Araçá do Amajari             | UTE  | Operação   | Amajari - RR            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 48                      | 48                   |
| Maloca Boca da Mata                 | UTE  | Operação   | Pacaraima - RR          | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 48                      | 48                   |
| Maloca da Bala                      | UTE  | Operação   | Normandia - RR          | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 6                       | 6                    |
| Maloca da Raposa                    | UTE  | Operação   | Normandia - RR          | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 64                      | 64                   |
| Maloca do Araçá                     | UTE  | Operação   | Amajari - RR            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 48                      | 48                   |
| Maloca do Manoá                     | UTE  | Operação   | Bonfim - RR             | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 32                      | 32                   |
| Maloca Flexal                       | UTE  | Operação   | Normandia - RR          | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 24                      | 24                   |
| Maloca Guariba                      | UTE  | Operação   | Normandia - RR          | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 24                      | 24                   |
| Maloca Malacacheta                  | UTE  | Operação   | Cantá - RR              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 48                      | 48                   |
| Maloca Moscow                       | UTE  | Operação   | Bonfim - RR             | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 4,8                     | 4,8                  |
| Maloca Santa Rosa                   | UTE  | Operação   | Pacaraima - RR          | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 24                      | 24                   |
| Maloca São Marcos                   | UTE  | Operação   | Boa Vista - RR          | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 6                       | 6                    |
| Maloca Trairão                      | UTE  | Operação   | Amajari - RR            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 320                     | 320                  |
| Maloca Três Corações                | UTE  | Operação   | Amajari - RR            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 320                     | 320                  |
| Maloca Vista Alegre                 | UTE  | Operação   | Boa Vista - RR          | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 24                      | 24                   |
| Mambai                              | CGH  | Operação   | Sítio D'Abadia - GO     | SP              |                    |                          | 352                     | 352                  |
| Mambai II                           | PCH  | Construção | Sítio D'Abadia - GO     | PIE             |                    |                          | 12000                   |                      |
| Manacapuru                          | UTE  | Operação   | Manacapuru - AM         | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 15550                   | 15550                |
| Manaquiri                           | UTE  | Operação   | Manaquiri - AM          | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 2100                    | 2100                 |
| Manauara                            | UTE  | Operação   | Manaus - AM             | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível         | 85380                   | 85380                |
| Mandacaru                           | EOL  | Outorga    | Gravatá - PE            | PIE             |                    |                          | 4250                    |                      |
| Mandu                               | UTE  | Operação   | Guáira - SP             | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 25000                   | 25000                |

| Nome Correto no BIG                         | Tipo | Estágio    | Município                    | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---|------|------------|------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Manicoré                                    | UTE  | Operação   | Manicoré - AM                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 6450                    | 6450                 |
| Manoel Urbano                               | UTE  | Operação   | Manoel Urbano - AC           | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1086                    | 1169                 |
| Manso                                       | UHE  | Operação   | Chapada dos Guimarães - MT   | PIE / SP        | Fóssil             | Óleo Diesel               | 210000                  | 210900               |
| Maraá                                       | UTE  | Operação   | Maraá - AM                   | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2050                    | 2050                 |
| Maracai                                     | UTE  | Operação   | Maracai - SP                 | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 46820                   | 46820                |
| Maracanã                                    | UTE  | Operação   | Normandia - RR               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 56,8                    | 56,8                 |
| Maracanaú                                   | UTE  | Outorga    | Maracanaú - CE               | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 168.000                 |                      |
| Maracanaú II                                | UTE  | Outorga    | São Gonçalo do Amarante - CE | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 73712                   |                      |
| Marambaia                                   | UTE  | Operação   | Teresina - PI                | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 13120                   | 13120                |
| Marchiori                                   | UTE  | Outorga    | Amparo - SP                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 352                     |                      |
| Marco Baldo                                 | PCH  | Outorga    | Braga - RS                   | PIE             |                    |                           | 15580                   |                      |
| Marechal Floriano                           | PCH  | Outorga    | Domingos Martins - ES        | PIE             |                    |                           | 26100                   |                      |
| Marechal Máscarenhas de Moraes (Ex-Peixoto) | UHE  | Operação   | Ibiraci - MG                 | SP              |                    |                           | 476000                  | 478000               |
| Marechal Thaumaturgo                        | UTE  | Operação   | Marechal Thaumaturgo - AC    | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 673                     | 565                  |
| Marimbondo                                  | UHE  | Operação   | Fronteira - MG               | SP              |                    |                           | 1440000                 | 1440000              |
| Mário Lago (Ex. Macaé Merchant)             | UTE  | Operação   | Macaé - RJ                   | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 922615                  | 922615               |
| Marituba                                    | UTE  | Operação   | Igreja Nova - AL             | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 8500                    | 8500                 |
| Marmelos                                    | PCH  | Operação   | Juiz de Fora - MG            | SP              |                    |                           | 4000                    | 4000                 |
| Marmelos III                                | CGH  | Operação   | Campos do Jordão - SP        | APE             |                    |                           | 360                     | 360                  |
| Marombas                                    | CGH  | Operação   | Curitibanos - SC             | APE             |                    |                           | 64                      | 64                   |
| Marombas                                    | CGH  | Operação   | Curitibanos - SC             | APE             |                    |                           | 80                      | 80                   |
| Martins                                     | PCH  | Operação   | Uberlândia - MG              | SP              |                    |                           | 7700                    | 7700                 |
| Martins Goodyear                            | UTE  | Operação   | Barueri - SP                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 541                     | 541                  |
| Martinuv                                    | CGH  | Operação   | Vilhena - RO                 | COM             |                    |                           | 920                     | 920                  |
| Marzagão                                    | PCH  | Operação   | Sabará - MG                  | APE             |                    |                           | 2023                    | 923                  |
| Mascarenhas                                 | UHE  | Operação   | Aimorés - MG                 | SP              |                    |                           | 180500                  | 180500               |
| Mata Cobra                                  | PCH  | Operação   | Carazinho - RS               | SP              |                    |                           | 2880                    | 2880                 |
| Mata Velha                                  | PCH  | Outorga    | Cabeceira Grande - MG        | PIE             |                    |                           | 24000                   |                      |
| Matadouro e Frigorífico Paladar             | UTE  | Outorga    | Jaguaracu - MG               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 352                     |                      |
| Mataraca                                    | EOL  | Construção | Mataraca - PB                | PIE             |                    |                           | 4500                    |                      |
| Matipó                                      | CGH  | Operação   | Matipó - MG                  | APE             |                    |                           | 416                     | 416                  |
| Mat-Prima                                   | UTE  | Outorga    | Divinópolis - MG             | APE             | Outros             | Gás de Alto Forno         | 1200                    |                      |

| Nome Correto no BIG                      | Tipo | Estágio  | Município                  | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|----------|----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Mat-Prima II                             | UTE  | Outorga  | Divinópolis - MG           | APE             | Outros             | Gás de Alto Forno         | 1200                    |                      |
| Matupí                                   | UTE  | Operação | Manicoré - AM              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2350                    | 2350                 |
| Mauá                                     | UHE  | Outorga  | Ortigueira - PR            | PIE             |                    |                           | 361000                  |                      |
| Mauá (UTM-II) Blocos 1 a 4               | UTE  | Operação | Manaus - AM                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 552564                  | 552564               |
| Maués                                    | UTE  | Operação | Maués - AM                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 7350                    | 7350                 |
| Maurício                                 | PCH  | Operação | Leopoldina - MG            | SP              |                    |                           | 1280                    | 1280                 |
| MB                                       | UTE  | Operação | Morro Agudo - SP           | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 16400                   | 16400                |
| Meio do Mundo                            | UTE  | Outorga  | Santana - AP               | PIE             | Fóssil             | Carvão Mineral            | 153000                  |                      |
| Melgaço                                  | UTE  | Operação | Melgaço - PA               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 720                     | 720                  |
| Melissa                                  | CGH  | Operação | Corbélia - PR              | SP              |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Mello                                    | PCH  | Outorga  | Raul Soares - MG           | PIE             |                    |                           | 9660                    |                      |
| Melo Viana                               | PCH  | Operação | Rio Preto - MG             | APE             |                    |                           | 10685                   | 8480                 |
| Menu                                     | UTE  | Operação | Guararapes - SP            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3000                    | 3000                 |
| Mercdes I e II                           | CGH  | Operação | Tabaporã - MT              | APE             |                    |                           | 153,6                   | 154                  |
| Merck                                    | UTE  | Operação | Campinas - SP              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3750                    | 3750                 |
| Mercocítrico                             | UTE  | Operação | Santa Rosa de Viterbo - SP | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1825                    | 1850                 |
| Metalurgia Caraíba                       | UTE  | Operação | Dias d'Ávila - BA          | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 18000                   | 18000                |
| Metalúrgica Mococa                       | UTE  | Operação | Mococa - SP                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 360                     | 360                  |
| Michelin                                 | CGH  | Operação | Itiquira - MT              | APE             |                    |                           | 96                      | 96                   |
| Micro Central Hidrelétrica Major         | CGH  | Operação | Ibaté - SP                 | APE             |                    |                           | 192                     | 192                  |
| Microturgan                              | UTE  | Outorga  | Campo Grande - MS          | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 80                      |                      |
| Miguel Forte                             | UTE  | Operação | União da Vitória - PR      | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 16000                   | 16000                |
| Miguel Pereira                           | CGH  | Operação | Mirai - MG                 | APE             |                    |                           | 736                     | 736                  |
| Millennium                               | UTE  | Operação | Camaçari - BA              | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 4781                    | 4781                 |
| Millennium                               | EOL  | Operação | Mataraca - PB              | PIE             |                    |                           | 10200                   | 10200                |
| Miranda                                  | UHE  | Operação | Indianópolis - MG          | SP              |                    |                           | 408000                  | 408000               |
| MMCH Córrego da Cava                     | CGH  | Outorga  | Varginha - MG              | APE             |                    |                           | 100                     | 100                  |
| Mocambo                                  | UTE  | Operação | Parintins - AM             | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 372                     | 372                  |
| Moças                                    | CGH  | Operação | Jaqueira - PE              |                 |                    |                           | 252                     | 252                  |
| Modular de Campo Grande (Willian Arjona) | UTE  | Operação | Campo Grande - MS          | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 206350                  | 206350               |
| Moema                                    | UTE  | Operação | Orindiúva - SP             | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 24000                   | 24000                |
| Mogi-Guaçu                               | PCH  | Operação | Mogi Guaçu - SP            | PIE             |                    |                           | 7200                    | 7200                 |

| Nome Correto no BIG     | Tipo | Estágio    | Município                     | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|-------------------------|------|------------|-------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Moinho                  | CGH  | Outorga    | Novo Tiradentes - RS          | APE             |                    |                           | 270                     | 270                  |
| Moinho                  | PCH  | Outorga    | Barracão - RS                 | PIE             |                    |                           | 13700                   |                      |
| Montões                 | UTE  | Outorga    | Monções - SP                  | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 22000                   |                      |
| Monjolinho              | CGH  | Operação   | São Carlos - SP               | SP              |                    |                           | 600                     | 600                  |
| Monjolinho              | UHE  | Construção | Faxinalzinho - RS             | PIE             |                    |                           | 67000                   |                      |
| Monjolo                 | PCH  | Outorga    | Conceição do Mato Dentro - MG | PIE             |                    |                           | 15000                   |                      |
| Monte Alegre            | UTE  | Operação   | Monte Alegre - PA             | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 4225                    | 4563                 |
| Monte Alegre            | PCH  | Outorga    | Areal - RJ                    | PIE             |                    |                           | 18600                   |                      |
| Monte Alto              | PCH  | Operação   | Passos - MG                   | APE             |                    |                           | 7360                    | 7360                 |
| Monte Belo              | PCH  | Operação   | Alta Floresta D'Oeste - RO    | PIE             |                    |                           | 4800                    | 4800                 |
| Monte Claro             | UHE  | Operação   | Bento Gonçalves - RS          | PIE             |                    |                           | 130000                  | 130000               |
| Monte Cuco              | PCH  | Outorga    | Anta Gorda - RS               | PIE             |                    |                           | 30000                   |                      |
| Monte Dourado           | UTE  | Operação   | Almeirim - PA                 | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 5475                    | 5475                 |
| Monte Pascoal           | UTE  | Outorga    | Eunápolis - BA                | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 137600                  |                      |
| Monte Serrat            | PCH  | Construção | Simão Pereira - MG            | PIE             |                    |                           | 25000                   |                      |
| Monteiro                | CGH  | Operação   | Candeias - MG                 | APE             |                    |                           | 680                     | 680                  |
| Moreno                  | UTE  | Operação   | Luis Antônio - SP             | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 5520                    | 5520                 |
| Morillo                 | UTE  | Operação   | Guarulhos - SP                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 320                     | 320                  |
| Morro do Cruzeiro       | CGH  | Operação   | São Ludgero - SC              | COM             |                    |                           | 85                      | 85                   |
| Morumbi Shopping        | UTE  | Operação   | São Paulo - SP                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1450                    | 1450                 |
| Mosquitão               | PCH  | Operação   | Arenópolis - GO               | PIE             |                    |                           | 30000                   | 30000                |
| Mosquito                | CGH  | Operação   | Campos Belos - GO             | SP              |                    |                           | 900                     | 340                  |
| Motorola SP             | UTE  | Operação   | Jaguariúna - SP               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1342                    | 1342                 |
| Moura                   | UTE  | Outorga    | Barcelos - AM                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 240                     |                      |
| Mourão I                | PCH  | Operação   | Campo Mourão - PR             | SP              |                    |                           | 8200                    | 8200                 |
| Moxotó (Apolônio Sales) | UHE  | Operação   | Delmiro Gouveia - AL          | SP              |                    |                           | 400000                  | 400000               |
| MPX                     | UTE  | Outorga    | Caucaia - CE                  | PIE             | Fóssil             | Carvão Mineral            | 700000                  |                      |
| MRN UG II               | UTE  | Operação   | Oriximiná - PA                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 45800                   | 45800                |
| Muaná                   | UTE  | Operação   | Muaná - PA                    | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1190                    | 1163                 |
| Muçungo                 | PCH  | Outorga    | Água Fria de Goiás - GO       | PIE             |                    |                           | 9990                    |                      |
| Mucuri                  | PCH  | Outorga    | Carlos Chagas - MG            | PIE             |                    |                           | 22500                   |                      |
| Mucuripe                | EOL  | Operação   | Fortaleza - CE                | PIE             |                    |                           | 2400                    | 2400                 |

| Nome Correto no BIG | Tipo | Estágio    | Município                   | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível              | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---------------------|------|------------|-----------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Müller              | UTE  | Operação   | Pirassununga - SP           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 972                     | 972                  |
| Müller Destilaria   | UTE  | Operação   | Porto Ferreira - SP         | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 2000                    | 2000                 |
| Mumbuca             | UTE  | Operação   | Platina - SP                | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 504                     | 504                  |
| Munguba             | UTE  | Operação   | Almeirim - PA               | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 8000                    | 8000                 |
| Muniz Freire        | UHE  | Operação   | Muniz Freire - ES           | APE             |                    |                          | 25000                   | 25000                |
| Murituba            | UTE  | Operação   | Codajás - AM                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 200                     | 200                  |
| Murta               | UHE  | Outorga    | Coronel Murta - MG          | PIE             |                    |                          | 120000                  |                      |
| Museu da Água       | CGH  | Operação   | Piracicaba - SP             |                 |                    |                          | 386                     | 386                  |
| Mutum               | UTE  | Operação   | Uiramutá - RR               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 65                      | 72                   |
| Mutum Paraná        | UTE  | Operação   | Ji-Paraná - RO              | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 332                     | 332                  |
| Napoleão            | UTE  | Operação   | Normandia - RR              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 72                      | 72                   |
| Nardini             | UTE  | Operação   | Vista Alegre do Alto - SP   | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 21400                   | 21400                |
| Nazaré              | UTE  | Operação   | Porto Velho - RO            | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 288                     | 288                  |
| Nazária             | UTE  | Operação   | Teresina - PI               | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 13120                   | 13120                |
| Nebínia             | PCH  | Operação   | Ipanema - MG                | SP              |                    |                          | 6468                    | 6468                 |
| Negro de Fumo       | UTE  | Operação   | Cubatão - SP                | PIE             | Outros             | Gás de Processo          | 24400                   | 24400                |
| Neiva               | UTE  | Operação   | Botucatu - SP               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 900                     | 900                  |
| Nerinha             | CGH  | Operação   | Campina do Simão - PR       | APE             |                    |                          | 400                     | 400                  |
| Nestlé              | UTE  | Operação   | Araçatuba - SP              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 725                     | 725                  |
| Nestlé Araraquara   | UTE  | Operação   | Araraquara - SP             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 600                     | 600                  |
| Nestlé SJ Rio Pardo | PCH  | Construção | São José do Rio Pardo - SP  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 725                     | 725                  |
| Nhandu              |      |            | Novo Mundo - MT             | PIE             |                    |                          | 13000                   |                      |
| Nilo Peçanha        | UHE  | Operação   | Pirai - RJ                  | SP              |                    |                          | 380030                  | 378420               |
| Ninho da Águia      | PCH  | Outorga    | Delfim Moreira - MG         | PIE             |                    |                          | 13000                   |                      |
| Nitro Química       | UTE  | Operação   | São Paulo - SP              | APE-COM         | Outros             | Enxofre                  | 5000                    | 12000                |
| Nobrecel            | UTE  | Operação   | Pindamonhangaba - SP        | APE             | Biomassa           | Licor Negro              | 3200                    | 3200                 |
| Noide               | CGH  | Operação   | Campinápolis - MT           | COM             |                    |                          | 1000                    | 1000                 |
| Normândia           | UTE  | Operação   | Normandia - RR              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1220                    | 1220                 |
| Noroeste Paulista   | UTE  | Outorga    | Sebastiãoópolis do Sul - SP | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 18000                   |                      |
| Norte               | UTE  | Operação   | Paulínia - SP               | APE             | Fóssil             | Óleo Combustível         | 3898                    | 3898                 |
| Norte Fluminense    | UTE  | Operação   | Macaé - RJ                  | PIE             | Fóssil             | Gás Natural              | 868925                  | 868925               |
| Norte Shopping      | UTE  | Operação   | Rio de Janeiro - RJ         | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 3750                    | 3750                 |

| Nome Correto no BIG            | Tipo | Estágio    | Município                 | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--------------------------------|------|------------|---------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Nossa Senhora de Lourdes       | CGH  | Outorga    | Carvalhos - MG            | APE             |                    |                           | 799                     | 799                  |
| Nova América                   | UTE  | Operação   | Tarumã - SP               | APE-COM         | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 24000                   | 24000                |
| Nova Aurora                    | PCH  | Construção | Goiandira - GO            | PIE             |                    |                           | 21000                   |                      |
| Nova Avanhandava (Rui Barbosa) | UHE  | Operação   | Buritama - SP             | PIE             |                    |                           | 347400                  | 347400               |
| Nova Bandeirantes              | UTE  | Operação   | Nova Bandeirantes - MT    | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3597                    | 3597                 |
| Nova Califórnia                | UTE  | Operação   | Porto Velho - RO          | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1111                    | 1111                 |
| Nova Esperança                 | UTE  | Operação   | Bonfim - RR               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 32                      | 32                   |
| Nova Fátima                    | PCH  | Construção | Santa Rosa de Lima - SC   | PIE             |                    |                           | 4100                    |                      |
| Nova Geração                   | UTE  | Operação   | Jandaia - GO              | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 31200                   | 6200                 |
| Nova Jaguariaíva               | PCH  | Operação   | Jaguariaíva - PR          | PIE             |                    |                           | 1219                    | 1219                 |
| Nova Maringá                   | UTE  | Operação   | Nova Maringá - MT         | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2683                    | 2683                 |
| Nova Maurício                  | UHE  | Operação   | Leopoldina - MG           | APE             |                    |                           | 32000                   | 27872                |
| Nova Monte Verde               | UTE  | Operação   | Nova Monte Verde - MT     | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2502                    | 2502                 |
| Nova Moreno                    | UTE  | Operação   | Monte Aprazível - SP      | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 15504                   | 15504                |
| Nova Olinda                    | UTE  | Outorga    | Nova Olinda - TO          | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 165000                  |                      |
| Nova Olinda do Norte           | UTE  | Operação   | Nova Olinda do Norte - AM | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 6164                    | 6164                 |
| Nova Palma                     | CGH  | Operação   | Júlio de Castilhos - RS   | SP              |                    |                           | 306                     | 306                  |
| Nova Ponte                     | UHE  | Operação   | Nova Ponte - MG           | SP              |                    |                           | 510000                  | 510000               |
| Nova Tamoio                    | UTE  | Operação   | Araraquara - SP           | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 3600                    | 3600                 |
| Nova Trento                    | PCH  | Outorga    | Nova Trento - SC          |                 |                    |                           | 1403                    |                      |
| Novagerar                      | UTE  | Outorga    | Nova Iguaçu - RJ          | PIE             | Biomassa           | Biogás                    | 4000                    |                      |
| Novo Airão                     | UTE  | Operação   | Novo Airão - AM           | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2760                    | 2760                 |
| Novo Aripuanã                  | UTE  | Operação   | Novo Aripuanã - AM        | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3358                    | 3358                 |
| Novo Céu                       | UTE  | Operação   | Autazes - AM              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 650                     | 650                  |
| Novo Horizonte                 | PCH  | Outorga    | Bocaíva do Sul - PR       | PIE             |                    |                           | 15000                   |                      |
| Novo Progresso                 | UTE  | Operação   | Novo Progresso - PA       | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 9125                    | 9125                 |
| Novo Remanso                   | UTE  | Operação   | Itacoatiara - AM          | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2300                    | 2300                 |
| Novo Santo Antônio             | UTE  | Operação   | Novo Santo Antônio - MT   | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 652                     | 652                  |
| NR                             | CGH  | Operação   | Sapucaí-Mirim - MG        | APE             |                    |                           |                         |                      |
| Nutepa                         | UTE  | Operação   | Porto Alegre - RS         | SP              | Fóssil             | Óleo Combustível          | 24000                   | 24000                |
| Óbidos                         | UTE  | Operação   | Óbidos - PA               | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 4443                    | 6053                 |
| Oeiras do Pará                 | UTE  | Operação   | Oeiras do Pará - PA       | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 834                     | 1008                 |

| Nome Correto no BIG                              | Tipo | Estágio    | Município              | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|------------|------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Oesp   | UTE  | Operação   | São Paulo - SP         | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 4000                    | 4000                 |
| Qiapoque   | UTE  | Operação   | Oiapoque - AP          | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 8250                    | 8250                 |
| Olho D Água                                      | UHE  | Outorga    | Itajá - GO             | PIE             |                    |                           | 33000                   |                      |
| Olho D Água                                      | UTE  | Operação   | Normandia - RR         | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 24                      | 24                   |
| Ombreiras  | PCH  | Operação   | Araputanga - MT        | PIE             |                    |                           | 26000                   | 26000                |
| Operadora São Paulo Renaissance                  | UTE  | Operação   | São Paulo - SP         | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 1600                    | 1720                 |
| Optiglobe Rio                                    | UTE  | Operação   | Rio de Janeiro - RJ    | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 5475                    | 5474                 |
| Optiglobe São Paulo                              | UTE  | Operação   | São Paulo - SP         | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 5475                    | 5474                 |
| Organon  | UTE  | Outorga    | São Paulo - SP         | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1150                    |                      |
| Oriental   | PCH  | Operação   | São José da Laje - AL  | PIE             |                    |                           | 1250                    | 1250                 |
| Oriximiná  | UTE  | Operação   | Oriximiná - PA         | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 5070                    | 8482                 |
| Ormeo Junqueira Botelho (Ex-Cachoeira Encoberta) | PCH  | Operação   | Muriaé - MG            | PIE             |                    |                           | 22700                   | 22700                |
| Orsa   | UTE  | Operação   | Nova Campina - SP      | APE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 4500                    | 4500                 |
| Ouriinhos  | UHE  | Operação   | Jacarezinho - PR       | PIE             |                    |                           | 44000                   | 44000                |
| Ouro   | PCH  | Construção | Barracão - RS          | PIE             |                    |                           | 12000                   |                      |
| Pacaraima  | UTE  | Operação   | Pacaraima - RR         | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2408                    | 2408                 |
| Pacarana   | UTE  | Operação   | Espigão D'Oeste - RO   | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 672                     | 672                  |
| Paciência  | PCH  | Operação   | Matias Barbosa - MG    | SP              |                    |                           | 4080                    | 4080                 |
| Pacifico Măscarenhas                             | PCH  | Operação   | Santana do Riacho - MG | APE             |                    |                           | 3044                    | 2944                 |
| Padre Carlos (Ex-PCH Rolador)                    | PCH  | Operação   | Poços de Caldas - MG   | PIE             |                    |                           | 7800                    | 7800                 |
| Paes Leme  | PCH  | Operação   | Passa-Vinte - MG       | PIE             |                    |                           | 1920                    | 1920                 |
| Pai Joaquim                                      | PCH  | Operação   | Sacramento - MG        | PIE             |                    |                           | 23000                   | 23000                |
| Paiqueré   | UHE  | Outorga    | Bom Jesus - RS         | PIE             |                    |                           | 292000                  |                      |
| Painal II  | PCH  | Operação   | Castro - PR            | APE             |                    |                           | 1200                    | 1200                 |
| Paineiras  | UTE  | Operação   | Itapemirim - ES        | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 3200                    | 3200                 |
| Paiol  | PCH  | Outorga    | Frei Inocêncio - MG    | PIE             |                    |                           | 28000                   |                      |
| País   | UTE  | Operação   | Penedo - AL            | APE-COM         | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 4400                    | 4800                 |
| Palanquinho                                      | PCH  | Outorga    | Caxias do Sul - RS     | PIE             |                    |                           | 24165                   |                      |
| Palma  | PCH  | Outorga    | Mimoso do Goiás - GO   | PIE             |                    |                           | 27000                   |                      |
| Palma Sola                                       | CGH  | Operação   | Campo Erê - SC         | APE             |                    |                           | 880                     | 880                  |
| Palmeiral  | PCH  | Outorga    | São Desidério - BA     | PIE             |                    |                           | 10300                   |                      |
| Palmeiras  | UHE  | Operação   | Rio dos Cedros - SC    | SP              |                    |                           | 24400                   | 24602                |

| Nome Correto no BIG                              | Tipo | Estágio    | Município                    | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível              | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|------------|------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Palmeiras  | UTE  | Operação   | Atalaia do Norte - AM        | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 424                     | 424                  |
| Palmeiras de Goiás                               | UTE  | Outorga    | Palmeiras de Goiás - GO      | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 174300                  |                      |
| Palmeiras  | PCH  | Outorga    | Guará - SP                   | PIE             |                    |                          | 16000                   |                      |
| Palmital do Meio                                 | CGH  | Operação   | União da Vitória - PR        | APE             |                    |                          | 85                      | 85                   |
| Pamesa   | UTE  | Operação   | Cabo de Santo Agostinho - PE | APE-COM         | Fóssil             | Gás Natural              | 4072                    | 4072                 |
| Pampa  | UTE  | Operação   | Belém - PA                   | APE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira      | 550                     | 400                  |
| Pampeana   | PCH  | Construção | Barra do Bugres - MT         | PIE             |                    |                          | 28000                   |                      |
| Panacárica                                       | UTE  | Operação   | Caracarai - RR               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 60                      | 60                   |
| Pandeiros  | PCH  | Operação   | Januária - MG                | SP              |                    |                          | 4200                    | 4200                 |
| Panoármica                                       | UTE  | Operação   | Itaí - SP                    | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 3700                    | 3700                 |
| Pantanal   | UTE  | Operação   | Jaciara - MT                 | APE-COM         | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 5000                    | 5000                 |
| Pará de Minas                                    | UTE  | Operação   | Pará de Minas - MG           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 200                     | 200                  |
| Paracambi  | PCH  | Outorga    | Paracambi - RJ               | PIE             |                    |                          | 30000                   |                      |
| Paraibuna  | UHE  | Operação   | Paraibuna - SP               | SP              |                    |                          | 85000                   | 85000                |
| Paraibuna  | UTE  | Operação   | Juiz de Fora - MG            | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 2000                    | 2000                 |
| Paráíso  | UTE  | Operação   | Brotas - SP                  | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 7700                    | 7700                 |
| Paráíso I  | PCH  | Operação   | Costa Rica - MS              | PIE             |                    |                          | 21000                   | 21600                |
| Paraitinga                                       | PCH  | Outorga    | Cunha - SP                   | PIE             |                    |                          | 7000                    |                      |
| Paranapanema                                     | UHE  | Operação   | Piraju - SP                  | SP              |                    |                          | 31500                   | 29840                |
| Paranatinga I                                    | PCH  | Outorga    | Campinápolis - MT            | PIE             |                    |                          | 22300                   |                      |
| Paranatinga II                                   | PCH  | Operação   | Campinápolis - MT            | PIE             |                    |                          | 29020                   | 29020                |
| Paranoá  | UHE  | Operação   | Brasília - DF                | SP              |                    |                          | 30000                   | 29700                |
| Paranorte  | CGH  | Outorga    | Juara - MT                   | COM             |                    |                          | 9976                    | 9976                 |
| Paranorte  | UTE  | Operação   | Juara - MT                   | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 984                     | 984                  |
| Parauá   | UTE  | Outorga    | Careiro da Várzea - AM       | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 280                     |                      |
| Paraúna  | PCH  | Operação   | Gouveia - MG                 | SP              |                    |                          | 4280                    | 4280                 |
| Parecis  | PCH  | Construção | Campos de Júlio - MT         | PIE             |                    |                          | 15400                   |                      |
| Pari   | PCH  | Operação   | Cândido Mota - SP            | SP              |                    |                          | 1344                    | 1344                 |
| Governador Parigot de Souza (Capivari/Cachoeira) | UHE  | Operação   | Antonina - PR                | SP              |                    |                          | 260000                  | 260000               |
| Parintins  | UTE  | Operação   | Parintins - AM               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 29550                   | 26550                |
| Parque Eólico de Beberibe                        | EOL  | Operação   | Beberibe - CE                | PIE             |                    |                          | 25600                   | 25600                |
| Parque Eólico de Osório                          | EOL  | Operação   | Osório - RS                  | PIE             |                    |                          | 50000                   | 50000                |

| Nome Correto no BIG                             | Tipo | Estágio    | Município                    | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---|------|------------|------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Parque Eólico de Palmares                       | EOL  | Outorga    | Palmares do Sul - RS         | PIE             |                    |                           | 7562                    |                      |
| Parque Eólico do Horizonte                      | EOL  | Operação   | Águia Doce - SC              | APE-COM         |                    |                           | 4800                    | 4800                 |
| Parque Eólico do Vigia                          | EOL  | Outorga    | Águia Doce - SC              | PIE             |                    |                           | 30000                   |                      |
| Parque Eólico dos Índios                        | EOL  | Operação   | Osório - RS                  | PIE             |                    |                           | 50000                   | 50000                |
| Parque Eólico Elebrás Cidreira I                | EOL  | Outorga    | Tramandai - RS               | PIE             |                    |                           | 70000                   |                      |
| Parque Eólico Elebrás Santa Vitória do Palmar I | EOL  | Outorga    | Santa Vitória do Palmar - RS | PIE             |                    |                           | 126000                  |                      |
| Parque Eólico Enacef                            | EOL  | Construção | Aracati - CE                 | PIE             |                    |                           | 31500                   |                      |
| Parque Eólico Giruá                             | EOL  | Outorga    | Giruá - RS                   | PIE             |                    |                           | 11050                   |                      |
| Parque Eólico Pinhal                            | EOL  | Outorga    | Palmares do Sul - RS         | PIE             |                    |                           | 9350                    |                      |
| Parque Eólico Ponta do Mel                      | EOL  | Outorga    | Areia Branca - RN            | PIE             |                    |                           | 50400                   |                      |
| Parque Eólico Sangradouro                       | EOL  | Operação   | Osório - RS                  | PIE             |                    |                           | 50000                   | 50000                |
| Parque Eólico Tainhas I                         | EOL  | Outorga    | São Francisco de Paula - RS  | PIE             |                    |                           | 15000                   |                      |
| Parque Eólico Xangri-lá II                      | EOL  | Outorga    | Capão da Canoa - RS          | PIE             |                    |                           | 6000                    |                      |
| Passa Tempo                                     | UTE  | Operação   | Rio Brilhante - MS           | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 10000                   | 10000                |
| Passarão  | UTE  | Operação   | Boa Vista - RR               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 600                     | 600                  |
| Passo de Ajuricaba                              | PCH  | Operação   | Ijuí - RS                    | SP              |                    |                           | 6200                    | 3400                 |
| Passo do Inferno                                | PCH  | Operação   | São Francisco de Paula - RS  | SP              |                    |                           | 1490                    | 1332                 |
| Passo do Meio                                   | PCH  | Operação   | Bom Jesus - RS               | PIE             |                    |                           | 30000                   | 30000                |
| Passo Fundo                                     | UHE  | Operação   | Entre Rios do Sul - RS       | PIE             |                    |                           | 220000                  | 226000               |
| Passo Real                                      | UHE  | Operação   | Salto do Jacuí - RS          | SP              |                    |                           | 158000                  | 158000               |
| Passo São João                                  | UHE  | Construção | Dezesseis de Novembro - RS   | SP              |                    |                           | 77000                   |                      |
| Passos Maia                                     | PCH  | Outorga    | Passos Maia - SC             | PIE             |                    |                           | 22200                   |                      |
| Pastifício Santa Amália                         | UTE  | Operação   | Machado - MG                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1864                    | 1864                 |
| Pau D'Alho                                      | UTE  | Operação   | Ibirarema - SP               | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 4160                    | 4160                 |
| Pau Ferro I                                     | UTE  | Construção | Cabo de Santo Agostinho - PE | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 102.600                 |                      |
| Pau Sangue                                      | PCH  | Operação   | Gameleira - PE               | PIE             |                    |                           | 1224                    | 1224                 |
| Pauini  | UTE  | Operação   | Pauini - AM                  | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3018                    | 3018                 |
| Paulo Afonso I                                  | UHE  | Operação   | Delmiro Gouveia - AL         | SP              |                    |                           | 180001                  |                      |
| Paulo Afonso II                                 | UHE  | Operação   | Delmiro Gouveia - AL         | SP              |                    |                           | 443000                  | 443000               |
| Paulo Afonso III                                | UHE  | Operação   | Delmiro Gouveia - AL         | SP              |                    |                           | 794200                  | 794200               |
| Paulo Afonso IV                                 | UHE  | Operação   | Delmiro Gouveia - AL         | SP              |                    |                           | 2462400                 | 2462400              |
| Paulo Mascarenhas                               | CGH  | Operação   | Rio Doce - MG                | APE             |                    |                           | 1000                    | 1000                 |

| Nome Correto no BIG | Tipo | Estágio    | Município                      | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---------------------|------|------------|--------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| PCT Barueri Biogás  | UTE  | Outorga    | Carapicuíba - SP               | APE             | Biomassa           | Biogás                    | 2601                    |                      |
| Pé de Serra         | CGH  | Operação   | Água Boa - MT                  | APE             |                    |                           | 24,6                    | 25                   |
| Pecém               | EOL  | Outorga    | Caucaia - CE                   | PIE             |                    |                           | 31200                   |                      |
| Pederneiras         | UTE  | Operação   | Tietê - SP                     | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 2400                    | 2400                 |
| Pedra               | UHE  | Operação   | Jequié - BA                    | SP              |                    |                           | 20007                   | 20007                |
| Pedra do Cavalo     | UHE  | Operação   | Cachoeira - BA                 | PIE             |                    |                           | 160000                  | 162000               |
| Pedra do Garrafão   | PCH  | Construção | Campos dos Goytacazes - RJ     | PIE             |                    |                           | 16500                   |                      |
| Pedra do Sal        | EOL  | Outorga    | Parnaíba - PI                  | PIE             |                    |                           | 17850                   |                      |
| Pedras              | UTE  | Operação   | Barreirainha - AM              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 432                     | 432                  |
| Pedras Negras       | UTE  | Operação   | São Francisco do Guaporé - RO  | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 53                      | 53                   |
| Pedrinho I          | PCH  | Operação   | Boa Ventura de São Roque - PR  | PIE             |                    |                           | 16200                   | 16200                |
| Pedrosa             | UTE  | Operação   | Cortês - PE                    | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 2400                    | 2400                 |
| Peixe Angical       | UHE  | Operação   | Peixe - TO                     | PIE             |                    |                           | 452000                  | 498750               |
| Peixoto Gonçalves   | UTE  | Operação   | Neópolis - SE                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1230                    | 1230                 |
| Pequi               | PCH  | Construção | Jaciara - MT                   | PIE             |                    |                           | 6000                    |                      |
| Pereira Passos      | UHE  | Operação   | Pirá - RJ                      | SP              |                    |                           | 99900                   | 99110                |
| Petrobálcool        | UTE  | Operação   | Perobal - PR                   | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 2400                    | 2400                 |
| Pery                | PCH  | Operação   | Curitibanos - SC               | SP              |                    |                           | 4400                    | 4400                 |
| Pesqueiro           | PCH  | Operação   | Jaguariaíva - PR               | PIE             |                    |                           | 10960                   | 12440                |
| Peti                | PCH  | Operação   | São Gonçalo do Rio Abaixo - MG | SP              |                    |                           | 9400                    | 9400                 |
| Petribu             | UTE  | Operação   | Lagoa do Itaenga - PE          | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 36.500                  | 14500                |
| Petroflex           | UTE  | Operação   | Duque de Caxias - RJ           | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 15.000                  | 25000                |
| Petrolinea          | UTE  | Operação   | Petrolina - PE                 | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 136200                  | 136200               |
| Petrolinea do Norte | UTE  | Operação   | Caracarai - RR                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 80                      | 80                   |
| Petropolitana       | CGH  | Operação   | Petrópolis - RJ                | APE             |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Pezzi               | PCH  | Outorga    | Bom Jesus - RS                 | PIE             |                    |                           | 20000                   |                      |
| PG2                 | CGH  | Operação   | Ipameri - GO                   | COM             |                    |                           | 288                     | 288                  |
| Piabanhã            | PCH  | Operação   | Areal - RJ                     | SP              |                    |                           | 9000                    | 9000                 |
| Piau                | UHE  | Operação   | Santos Dumont - MG             | SP              |                    |                           | 18012                   | 18012                |
| Picada              | UHE  | Operação   | Juiz de Fora - MG              | APE / PIE       |                    |                           | 50000                   | 50000                |
| Picada 48           | CGH  | Operação   | Dois Irmãos - RS               | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 240                     | 240                  |
| PIE - RP            | UTE  | Operação   | Ribeirão Preto - SP            | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 27800                   | 27800                |

| Nome Correto no BIG  | Tipo | Estágio    | Município                     | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível              | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|----------------------|------|------------|-------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Piedade              | CGH  | Operação   | Piedade - SP                  | APE             |                    |                          | 442                     | 416                  |
| Piedade              | PCH  | Construção | Monte Alegre de Minas - MG    | PIE             |                    |                          | 16000                   |                      |
| Pilar                | PCH  | Operação   | Pilar do Sul - SP             | PIE             |                    |                          | 1300                    | 1300                 |
| Piloto               | PCH  | Operação   | Paulo Afonso - BA             | SP              |                    |                          | 2000                    | 2000                 |
| Piloto de Rio Grande | EOL  | Outorga    | Rio Grande - RS               | APE             |                    |                          | 4500                    |                      |
| Pimenta Bueno        | UTE  | Operação   | Pimenta Bueno - RO            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 13000                   | 13000                |
| Pinhal               | PCH  | Operação   | Espírito Santo do Pinhal - SP | SP              |                    |                          | 6800                    | 6800                 |
| Pinhalzinho          | PCH  | Outorga    | Cruz Machado - PR             | PIE             |                    |                          | 10900                   |                      |
| Pinheirinho          | CGH  | Operação   | Monte Santo de Minas - MG     | SP              |                    |                          | 636                     | 636                  |
| Pinheiro             | PCH  | Outorga    | Lages - SC                    | PIE             |                    |                          | 10000                   |                      |
| Pinheiros I          | CGH  | Outorga    | Orleans - SC                  | COM             |                    |                          | 350                     | 350                  |
| Pinheiros II         | CGH  | Outorga    | São Ludgero - SC              | COM             |                    |                          | 230                     | 230                  |
| Pioneiros            | UTE  | Operação   | Sud Mennucci - SP             | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 42000                   | 42000                |
| Pioneiros II         | UTE  | Outorga    | Ilha Solteira - SP            | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 50000                   |                      |
| Pipoca               | PCH  | Outorga    | Caratinga - MG                | PIE             |                    |                          | 20000                   |                      |
| Pira                 | PCH  | Outorga    | Ipira - SC                    | PIE             |                    |                          | 16000                   |                      |
| Piraí                | PCH  | Operação   | Joinville - SC                | SP              |                    |                          | 1350                    | 780                  |
| Piraí                | UTE  | Operação   | Piraí do Sul - PR             | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira      | 9000                    | 9000                 |
| Pirajú               | UHE  | Operação   | Piraju - SP                   | APE-COM         |                    |                          | 70000                   | 81000                |
| Pirajú II            | PCH  | Outorga    | Piraju - SP                   | APE             |                    |                          | 28400                   |                      |
| Pirambeira           | CGH  | Operação   | Baependi - MG                 | COM             |                    |                          | 528                     | 528                  |
| Piranhas             | PCH  | Operação   | Piranhas - GO                 | PIE             |                    |                          | 18000                   | 18000                |
| Pirapama             | PCH  | Operação   | Escada - PE                   | APE             |                    |                          | 1444                    | 1444                 |
| Pirapama             | UTE  | Outorga    | Vitória de Santo Antônio - PE | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 25000                   |                      |
| Pirapetinga          | PCH  | Outorga    | Bom Sucesso - MG              | PIE             |                    |                          | 30000                   |                      |
| Pirapetinga          | CGH  | Operação   | Roque Gonzales - RS           | COM             |                    |                          | 15700                   |                      |
| Pirapora             | PCH  | Outorga    | Pirapora do Bom Jesus - SP    | PIE             |                    |                          | 25024                   |                      |
| Piratini             | UTE  | Operação   | Piratini - RS                 | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira      | 10000                   | 10000                |
| Piratininga          | UTE  | Operação   | São Paulo - SP                | SP              | Fóssil             | Óleo Combustível         | 470000                  | 472000               |
| Pirauá               | EOL  | Outorga    | Macaparana - PE               | PIE             |                    |                          | 4250                    |                      |
| Pissarão             | CGH  | Operação   | Belo Horizonte - MG           | COM             |                    |                          | 800                     | 800                  |

| Nome Correto no BIG                       | Tipo | Estágio    | Município                    | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---|------|------------|------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Pitangueiras                              | UTE  | Operação   | Pitangueiras - SP            | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 25000                   | 25000                |
| Pitangui                                  | CGH  | Operação   | Ponta Grossa - PR            | SP              |                    |                           | 870                     | 870                  |
| Pitangui (Cachoeira Bento Lopes)          | PCH  | Operação   | Conceição do Pará - MG       | APE             |                    |                           | 1400                    | 1456                 |
| Pitangui                                  | UTE  | Outorga    | Pitangui - MG                | PIE             | Outros             | Gás de Alto Forno         | 4000                    |                      |
| Pitinga                                   | UHE  | Operação   | Presidente Figueiredo - AM   | APE             |                    |                           | 24960                   | 24960                |
| Pium                                      | UTE  | Operação   | Bonfim - RR                  | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 18                      | 18                   |
| Pizzatto                                  | UTE  | Operação   | General Carneiro - PR        | COM             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 2000                    | 2000                 |
| Planalto                                  | PCH  | Construção | Aporé - GO                   | PIE             |                    |                           | 17000                   |                      |
| Plano Alto                                | PCH  | Operação   | Faxinal dos Guedes - SC      | PIE             |                    |                           | 16000                   | 16000                |
| Plasnew                                   | UTE  | Operação   | Pedreira - SP                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 696                     | 696                  |
| Plasútil                                  | UTE  | Operação   | Bauru - SP                   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 725                     | 725                  |
| Pluritec Indústria e Comércio de Máquinas | UTE  | Operação   | São Paulo - SP               |                 | Fóssil             | Óleo Diesel               | 168                     | 168                  |
| Poço Fundo                                | PCH  | Operação   | Poço Fundo - MG              | SP              |                    |                           | 9160                    | 9160                 |
| Poções                                    | CGH  | Outorga    | Prata - MG                   | APE             |                    |                           | 576                     | 576                  |
| Polibrasil Globenergy                     | UTE  | Outorga    | Mauá - SP                    | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 23080                   |                      |
| Policam                                   | UTE  | Operação   | Campos dos Goytacazes - RJ   |                 | Fóssil             | Gás Natural               | 4000                    | 4000                 |
| Polifrigor                                | UTE  | Operação   | Itapuí - SP                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1056                    | 1056                 |
| Poly Embalagens                           | UTE  | Operação   | Simões Filho - BA            |                 | Fóssil             | Óleo Diesel               | 324                     | 324                  |
| Poly II                                   | UTE  | Operação   | Simões Filho - BA            |                 | Fóssil             | Óleo Diesel               | 168                     | 168                  |
| Poncho I                                  | CGH  | Operação   | São Bonifácio - SC           | APE             |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Poncho II                                 | CGH  | Operação   | São Bonifácio - SC           | APE             |                    |                           | 883                     | 883                  |
| Ponta de Pedras                           | UTE  | Operação   | Ponta de Pedras - PA         | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1540                    | 1499                 |
| Ponta do Costa                            | UTE  | Operação   | Cabo Frio - RJ               | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 4000                    | 4000                 |
| Ponta Negra                               | UTE  | Operação   | Manaus - AM                  | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 85380                   | 85380                |
| Pontal                                    | PCH  | Outorga    | Ponte Nova - MG              | PIE             |                    |                           | 29000                   |                      |
| Pontal do Prata                           | PCH  | Outorga    | Aporé - GO                   | PIE             |                    |                           | 12000                   |                      |
| Ponte Alta                                | CGH  | Operação   | Ponte Alta do Bom Jesus - TO | SP              |                    |                           | 280                     | 280                  |
| Ponte Alta                                | PCH  | Operação   | São Gabriel do Oeste - MS    | PIE             |                    |                           | 13000                   | 13000                |
| Ponte de Pedra                            | UHE  | Operação   | Itiquira - MT                | PIE             |                    |                           | 176100                  | 176100               |
| Ponte do Silva                            | CGH  | Operação   | Manhuaçu - MG                | SP              |                    |                           | 175                     | 152                  |
| Ponte Queimada - Usina 1                  | CGH  | Operação   | Rio Casca - MG               | APE             |                    |                           | 880                     | 880                  |
| Ponte Queimada - Usina 2                  | CGH  | Operação   | Urucânia - MG                | APE             |                    |                           | 760                     | 760                  |

| Nome Correto no BIG                 | Tipo | Estágio    | Município                    | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível      | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|-------------------------------------|------|------------|------------------------------|-----------------|--------------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| Poquim                              | PCH  | Operação   | Itambacuri - MG              | SP              |                    |                  | 1408                    | 1408                 |
| Portel                              | UTE  | Operação   | Portel - PA                  | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel      | 2535                    | 3350                 |
| Porto Alegre do Norte               | UTE  | Operação   | Porto Alegre do Norte - MT   | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel      | 2406,4                  | 2406,4               |
| Porto Colômbia                      | UHE  | Operação   | Guaíra - SP                  | SP              |                    |                  | 320000                  | 320000               |
| Porto das Pedras                    | PCH  | Operação   | Água Clara - MS              | PIE             |                    |                  | 28030                   | 14.015               |
| Porto de Moz                        | UTE  | Operação   | Porto de Moz - PA            | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel      | 1050                    | 2566                 |
| Porto do Pecém                      | CGU  | Outorga    | São Gonçalo do Amarante - CE | APE             |                    | Ondas do mar     | 50                      | 50                   |
| Porto do Pecém                      | UTE  | Operação   | São Gonçalo do Amarante - CE | APE             | Fóssil             | Gás Natural      | 5250                    | 5250                 |
| Porto Estrela                       | UHE  | Operação   | Açucena - MG                 | APE-COM / PIE   |                    |                  | 112000                  | 112000               |
| Porto Franco                        | PCH  | Construção | Dianópolis - TO              | PIE             |                    |                  | 30000                   |                      |
| Porto Góes                          | UHE  | Operação   | Salto - SP                   | SP              |                    |                  | 24800                   | 24800                |
| Porto Primavera (Engº Sérgio Motta) | UHE  | Operação   | Anaurilândia - MS            | SP              |                    |                  | 1540000                 | 1540000              |
| Porto Raso                          | UHE  | Operação   | Tapirá - SP                  | APE-COM         |                    |                  | 28400                   | 28400                |
| Porto Trombetas                     | UTE  | Operação   | Oriximiná - PA               | APE             | Fóssil             | Óleo Combustível | 15300                   | 45800                |
| Porto Walter                        | UTE  | Operação   | Porto Walter - AC            | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel      | 448                     | 496                  |
| Posse                               | PCH  | Outorga    | Petrópolis - RJ              | PIE             |                    |                  | 15800                   |                      |
| Potiguar                            | UTE  | Operação   | Macaliba - RN                | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel      | 53.120                  | 52800                |
| Potiguar III                        | UTE  | Construção | Macaíba - RN                 | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel      | 66.400                  |                      |
| Pousso Alegre                       | CGH  | Operação   | Formiga - MG                 | APE             |                    |                  | 352                     | 352                  |
| Poxoréu (José Fragelli)             | PCH  | Operação   | Poxoréo - MT                 | SP              |                    |                  | 1200                    | 1200                 |
| PQU                                 | UTE  | Operação   | Santo André - SP             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel      | 11960                   | 11960                |
| Praia da Costa                      | UTE  | Outorga    | Vila Velha - ES              | APE             | Fóssil             | Gás Natural      | 3646                    |                      |
| Praia do Arrombado                  | EOL  | Outorga    | Luis Correia - PI            | PIE             |                    |                  | 23400                   |                      |
| Praia do Morgado                    | EOL  | Construção | Acaráú - CE                  | PIE             |                    |                  | 28800                   |                      |
| Praia Formosa                       | EOL  | Construção | Camocim - CE                 | PIE             |                    |                  | 104400                  |                      |
| Prainha                             | UTE  | Operação   | Prainha - PA                 | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel      | 840                     | 1202                 |
| Pratinha                            | CGH  | Outorga    | Pratinha - MG                | COM             |                    |                  | 163                     | 163                  |
| Preformax                           | CGH  | Outorga    | Nova Lacerda - MT            | APE             |                    |                  | 1000                    | 1000                 |
| Presidente                          | EOL  | Construção | Matacara - PB                | PIE             |                    |                  | 4500                    |                      |
| Presidente Goulart                  | PCH  | Operação   | Correntina - BA              | SP              |                    |                  | 8000                    | 8000                 |
| Presidente Médici A, B e C          | UTE  | Operação   | Candiota - RS                | SP              | Fóssil             | Carvão Mineral   | 796000                  | 446000               |
| Prezotto 1                          | CGH  | Outorga    | Xanxeré - SC                 | APE             |                    |                  | 300                     | 300                  |

| Nome Correto no BIG                 | Tipo | Estágio    | Município                      | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|-------------------------------------|------|------------|--------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Primavera                           | PCH  | Operação   | Poxoréo - MT                   | SP              |                    |                           | 8.120                   | 8120                 |
| Primavera do Rio Turvo              | PCH  | Outorga    | Ipé - RS                       | PIE             |                    |                           | 30000                   |                      |
| Primavera Proceda                   | PCH  | Operação   | Pimenta Bueno - RO             | PIE             |                    |                           | 18200                   | 18200                |
| Processamento de Fumo               | UTE  | Operação   | São Paulo - SP                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2494                    | 2494                 |
| PROJAC Central Globo de Produção    | UTE  | Operação   | Rio Negro - PR                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 900                     | 900                  |
| Promissão (Mário Lopes Leão)        | UTE  | Operação   | Rio de Janeiro - RJ            | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 4950                    | 4950                 |
| Pulador                             | UHE  | Operação   | Ubarana - SP                   | PIE             |                    |                           | 264000                  | 264000               |
| Púlpito                             | PCH  | Outorga    | Itapuca - RS                   | PIE             |                    |                           | 6400                    |                      |
| Pumáty                              | EOL  | Outorga    | Bom Jardim da Serra - SC       | PIE             |                    |                           | 30000                   |                      |
| Qualifund                           | UTE  | Operação   | Joaquim Nabuco - PE            | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 8000                    | 8040                 |
| Quatá                               | UTE  | Operação   | Itu - SP                       | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 11                      | 11                   |
| Quatiara                            | UTE  | Operação   | Quatá - SP                     | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 65000                   | 5000                 |
| Quattro M                           | PCH  | Operação   | Rancharia - SP                 | SP              |                    |                           | 2600                    | 2600                 |
| Quebra Queixo                       | UTE  | Operação   | São Paulo - SP                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 184                     | 184                  |
| Quebrada Funda                      | PCH  | Outorga    | Ipuacu - SC                    | PIE             |                    |                           | 120000                  | 121500               |
| Queimado                            | UHE  | Operação   | Bom Jesus - RS                 | PIE             |                    |                           | 16000                   |                      |
| Queluz                              | PCH  | Construção | Lavrinhas - SP                 | PIE             |                    |                           | 105000                  | 105000               |
| Querência do Norte                  | UTE  | Operação   | Querência - MT                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3626                    | 3626                 |
| Quinquirim                          | PCH  | Outorga    | Conceição do Mato Dentro - MG  | PIE             |                    |                           | 14000                   |                      |
| Quintanilha Machado I               | EOL  | Outorga    | Arraial do Cabo - RJ           | PIE             |                    |                           | 135000                  | 135000               |
| Quirinópolis                        | UTE  | Operação   | Quirinópolis - GO              | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 80000                   | 40000                |
| R. B. A. Portuguesa de Beneficência | UTE  | Outorga    | São Paulo - SP                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 720                     |                      |
| Rádio e Televisão Bandeirante       | UTE  | Operação   | São Paulo - SP                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2040                    | 2040                 |
| Rafard                              | UTE  | Operação   | Rafard - SP                    | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 50000                   | 10200                |
| Rancho Grande                       | PCH  | Outorga    | Coronel Domingos Soares - PR   | PIE             |                    |                           | 17700                   |                      |
| Rancho Queimado I                   | PCH  | Outorga    | Santo Antônio do Leverger - MT | PIE             |                    |                           | 5000                    |                      |
| Rasgão                              | UHE  | Operação   | Pirapora do Bom Jesus - SP     | SP              |                    |                           | 22000                   | 22000                |
| Razzo                               | UTE  | Operação   | São Paulo - SP                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 725                     | 725                  |
| Record                              | UTE  | Operação   | São Paulo - SP                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3750                    | 3750                 |
| Redonda                             | PCH  | Operação   | Wenceslau Braz - MG            | PIE             |                    |                           | 3340                    | 3340                 |
|                                     | EOL  | Outorga    | Icapuí - CE                    | PIE             |                    |                           | 300600                  |                      |

| Nome Correto no BIG                   | Tipo | Estágio    | Município                   | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---------------------------------------|------|------------|-----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| REFAP                                 | UTE  | Operação   | Canoas - RS                 | APE-COM         | Fóssil             | Óleo Combustível          | 71900                   | 48720                |
| Refinaria de Paulínea - REPLAN        | UTE  | Operação   | Paulínia - SP               | APE             | Fóssil             | Gás de Refinaria          | 60500                   | 60500                |
| Refinaria Duque de caxias - REDUC     | UTE  | Operação   | Duque de Caxias - RJ        | APE             | Fóssil             | Gás de Refinaria          | 40800                   | 63300                |
| Refinaria Getúlio Vargas (REPAR)      | UTE  | Operação   | Araucária - PR              | APE-COM         | Fóssil             | Gás de Refinaria          | 32000                   | 32000                |
| Refinaria Henrique Lages (REVA/P)     | UTE  | Operação   | São José dos Campos - SP    | APE             | Fóssil             | Gás de Refinaria          | 76000                   | 30000                |
| Refinaria Landulpho Alves (RLAM)      | UTE  | Operação   | São Francisco do Conde - BA | APE-COM         | Fóssil             | Gás de Refinaria          | 62500                   | 62500                |
| Refinaria Presidente Bernardes - RPBC | UTE  | Operação   | Cubatão - SP                | APE             | Fóssil             | Gás de Refinaria          | 24500                   | 24500                |
| Refinaria Presidente Getúlio Vargas   | UTE  | Operação   | Araucária - PR              | APE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 69000                   | 32000                |
| Reichhold do Brasil                   | UTE  | Operação   | Mogi das Cruzes - SP        | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1620                    | 1620                 |
| Reinaldo Gonçalves                    | CGH  | Operação   | Borborema - SP              | SP              |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Reman                                 | UTE  | Operação   | Manaus - AM                 | APE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 6400                    | 6400                 |
| Rênic                                 | PCH  | Outorga    | Arenópolis - GO             | PIE             |                    |                           | 10998                   |                      |
| Retiro                                | PCH  | Construção | Guará - SP                  | PIE             |                    |                           | 16000                   |                      |
| Retiro Baixo                          | UHE  | Construção | Curvelo - MG                | PIE             |                    |                           | 82000                   |                      |
| Retiro do Indaiá                      | CGH  | Operação   | Bom Despacho - MG           | PIE             |                    |                           | 990                     | 990                  |
| Retro Velho                           | PCH  | Construção | Aporé - GO                  | PIE             |                    |                           | 18000                   |                      |
| Rhodia Paulínia                       | UTE  | Operação   | Paulínia - SP               | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 12098                   | 12098                |
| Riachão (Ex-Santa Edwiges I)          | PCH  | Operação   | Buritinhópolis - GO         | PIE             |                    |                           | 13.400                  | 10100                |
| Riacho Preto                          | PCH  | Operação   | Dianópolis - TO             | PIE             |                    |                           | 9300                    | 9300                 |
| Riachuelo                             | UTE  | Operação   | Aracaju - SE                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 360                     | 360                  |
| Ribeirão                              | CGH  | Operação   | Baependi - MG               | COM             |                    |                           | 180                     | 180                  |
| Ribeirão Cascalheira                  | UTE  | Operação   | Ribeirão Cascalheira - MT   | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2344                    | 2344                 |
| Ribeirão do Inferno                   | CGH  | Outorga    | Pirenópolis - GO            | APE             |                    |                           | 500                     | 500                  |
| Ribeirão do Lage                      | CGH  | Outorga    | Caratinga - MG              | APE             |                    |                           | 800                     | 800                  |
| Ribeirão do Pinhal                    | PCH  | Operação   | Limeira - SP                | PIE             |                    |                           | 1200                    | 1200                 |
| Ribeirão                              | UTE  | Operação   | Ribeirão - PE               | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 14400                   | 6400                 |
| Ribeirão Shopping                     | UTE  | Outorga    | Ribeirão Preto - SP         | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1360                    |                      |
| Rical                                 | UTE  | Operação   | Vilhena - RO                |                 | Biomassa           | Casca de Arroz            | 2288                    | 2288                 |
| Rigesa                                | UTE  | Operação   | Três Barras - SC            | APE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 7500                    | 7500                 |
| Rio Acre                              | UTE  | Operação   | Rio Branco - AC             | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 45497                   | 45497                |
| Rio Alegre                            | CGH  | Operação   | Condor - RS                 | SP              |                    |                           | 760                     | 760                  |
| Rio Amazonas (Ex-Itacoatiara)         | UTE  | Construção | Itacoatiara - AM            | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 8000                    |                      |

| Nome Correto no BIG                  | Tipo | Estágio    | Município                    | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--------------------------------------|------|------------|------------------------------|-----------------|--------------------|-------------|-------------------------|----------------------|
| Rio Bonito                           | UHE  | Operação   | Santa Maria de Jetibá - ES   | SP              |                    |             | 16800                   | 16800                |
| Rio Bonito                           | CGH  | Operação   | Caiapônia - GO               | COM             |                    |             | 997                     | 997                  |
| Rio Bonito I                         | CGH  | Operação   | Boa Ventura de S. Roque - PR | APE             |                    |             | 346                     | 346                  |
| Rio Bonito II                        | CGH  | Operação   | Boa Ventura de S. Roque - PR | APE             |                    |             | 910                     | 910                  |
| Rio Bonito II                        | CGH  | Outorga    | Caiapônia - GO               | COM             |                    |             | 600                     | 600                  |
| Rio Bonito                           | CGH  | Operação   | Tangará - SC                 | COM             |                    |             | 625                     | 625                  |
| Rio Branco                           | PCH  | Operação   | Alta Floresta D'Oeste - RO   | PIE             |                    |             | 6900                    | 7140                 |
| Rio Branco I                         | UTE  | Operação   | Rio Branco - AC              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel | 18657                   | 18607                |
| Rio Branco II                        | UTE  | Operação   | Rio Branco - AC              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel | 32750                   | 31800                |
| Rio Chapéu                           | CGH  | Outorga    | Rio Fortuna - SC             | COM             |                    |             | 960                     | 960                  |
| Rio das Furnas                       | CGH  | Outorga    | São Ludgero - SC             | COM             |                    |             | 318                     | 318                  |
| Rio das Pedras                       | CGH  | Operação   | Curitibanos - SC             | APE             |                    |             | 370                     | 370                  |
| Rio de Janeiro Refrescos Coca-Cola   | UTE  | Outorga    | Rio de Janeiro - RJ          | APE             | Fóssil             | Gás Natural | 4800                    |                      |
| Rio de Pedras                        | PCH  | Operação   | Itabirito - MG               | SP              |                    |             | 9280                    | 9280                 |
| Rio do Ouro                          | EOL  | Outorga    | Bom Jardim da Serra - SC     | PIE             |                    |             | 30000                   |                      |
| Rio do Peixe                         | CGH  | Operação   | Videira - SC                 | SP              |                    |             | 720                     | 720                  |
| Rio do Peixe - Specht                | CGH  | Operação   | Joaçaba - SC                 | APE             |                    |             | 350                     | 990                  |
| Rio do Peixe (Casas de Força I e II) | UHE  | Operação   | São José do Rio Pardo - SP   | SP              |                    |             | 18060                   | 18060                |
| Rio dos Patos                        | PCH  | Operação   | Prudentópolis - PR           | SP              |                    |             | 1720                    | 1720                 |
| Rio Fortaleza                        | CGH  | Operação   | Erval Seco - RS              | APE             |                    |             | 880                     | 880                  |
| Rio Fortuna                          | PCH  | Construção | Rio Fortuna - SC             | PIE             |                    |             | 6850                    |                      |
| Rio Funchal                          | CGH  | Outorga    | São Gotardo - MG             | APE             |                    |             | 1000                    | 1000                 |
| Rio Itaiozinho                       | CGH  | Operação   | Santa Terezinha - SC         | APE-COM         |                    |             | 900                     | 900                  |
| Rio Madeira                          | UTE  | Operação   | Porto Velho - RO             | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel | 119350                  | 83000                |
| Rio Margarida                        | CGH  | Operação   | Comodoro - MT                | APE             |                    |             | 465                     | 809                  |
| Rio Mazutti                          | CGH  | Operação   | Comodoro - MT                | APE             |                    |             | 809                     | 465                  |
| Rio Novo                             | PCH  | Operação   | Avaré - SP                   | SP              |                    |             | 1280                    | 997                  |
| Rio Palmeira                         | CGH  | Operação   | Panambi - RS                 | SP              |                    |             | 740                     | 740                  |
| Rio Palmeiras I                      | PCH  | Operação   | Orleans - SC                 | PIE             |                    |             | 1500                    | 1500                 |
| Rio Palmeiras II                     | PCH  | Operação   | Urussanga - SC               | PIE             |                    |             | 1380                    | 1380                 |
| Rio Piracicaba                       | PCH  | Operação   | João Monlevade - MG          | APE             |                    |             | 9000                    | 9000                 |

| Nome Correto no BIG  | Tipo | Estágio    | Município                    | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível         | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|------------|------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|
| Rio Prata  | PCH  | Operação   | Comodoro - MT                | PIE             |                    |                     | 2135                    | 2135                 |
| Rio Preto  | CGH  | Operação   | Matos Costa - SC             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 75                      | 75                   |
| Rio Preto da Eva   | UTE  | Operação   | Rio Preto da Eva - AM        | SP              | Fóssil             |                     | 3200                    | 3200                 |
| Rio Preto  | CGH  | Operação   | Rio Negrinho - SC            | APE             |                    |                     | 360                     | 360                  |
| Rio São Marcos   | PCH  | Operação   | Caxias do Sul - RS           | PIE             |                    |                     | 2200                    | 2200                 |
| Rio Suspiro  | CGH  | Outorga    | Santo Antônio do Leste - MT  | APE-COM         |                    |                     | 1000                    | 1000                 |
| Rio Tigre  | PCH  | Operação   | Guatambú - SC                | PIE             |                    |                     | 2080                    | 2080                 |
| Rio Timbó  | PCH  | Operação   | Irineópolis - SC             | APE             |                    |                     | 5080                    | 5080                 |
| Rio Verdinho   | CGH  | Outorga    | Rio Verde - GO               | COM             |                    |                     | 901                     | 901                  |
| Rio Vermelho   | UTE  | Operação   | Anápolis - GO                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 369                     | 369                  |
| Rio Vermelho   | PCH  | Outorga    | São Bento do Sul - SC        | PIE             |                    |                     | 2320                    |                      |
| Ripasa   | UTE  | Operação   | Limeira - SP                 | APE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira | 49630                   | 49630                |
| Risoleta Neves (Ex-Candonga)   | UHE  | Operação   | Rio Doce - MG                | PIE             |                    |                     | 140000                  | 140000               |
| RN 15 - Rio do Fogo  | EOL  | Operação   | Rio do Fogo - RN             | PIE             |                    |                     | 49300                   | 49300                |
| Roça Grande  | CGH  | Operação   | Manhuaçu - MG                | APE             |                    |                     | 768                     | 768                  |
| Rochedo  | PCH  | Operação   | Piracanjuba - GO             | COM             |                    |                     | 4000                    | 4000                 |
| Rochedo  | PCH  | Outorga    | Novo Mundo - MT              | PIE             |                    |                     | 9000                    |                      |
| Rodeio Bonito  | PCH  | Construção | Arvoredo - SC                | PIE             |                    |                     | 14000                   |                      |
| Rodovias Integradas do Oeste 1   | UTE  | Operação   | Quadra - SP                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 144                     | 144                  |
| Rodovias Integradas do Oeste 10  | UTE  | Operação   | Avaré - SP                   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 92                      | 92                   |
| Rodovias Integradas do Oeste 2   | UTE  | Operação   | Itatinga - SP                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 144                     | 144                  |
| Rodovias Integradas do Oeste 3   | UTE  | Operação   | Tatuí - SP                   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 92                      | 92                   |
| Rodovias Integradas do Oeste 4   | UTE  | Operação   | Itapetininga - SP            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 92                      | 92                   |
| Rodovias Integradas do Oeste 5   | UTE  | Operação   | Itararé - SP                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 92                      | 92                   |
| Rodovias Integradas do Oeste 6   | UTE  | Operação   | Iaras - SP                   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 136                     | 136                  |
| Rodovias Integradas do Oeste 7   | UTE  | Operação   | Capão Bonito - SP            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 92                      | 92                   |
| Rodovias Integradas do Oeste 8   | UTE  | Operação   | Taquarivaí - SP              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 92                      | 92                   |
| Rodovias Integradas do Oeste 9   | UTE  | Operação   | Sarapuí - SP                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 92                      | 92                   |
| Rohden   | UTE  | Operação   | Salete - SC                  | APE-COM         | Biomassa           | Resíduos de Madeira | 3500                    | 3500                 |
| Rolim de Moura do Guaporé  | UTE  | Operação   | S. Francisco do Guaporé - RO | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel         | 116                     | 116                  |
| Rômulo Almeida Unidade I (EX: Usina de Cogeração Camacari - FAFEN Energia) | UTE  | Operação   | Camaçari - BA                | PIE             | Fóssil             | Gás Natural         | 138020                  | 138020               |
| Roncador   | CGH  | Operação   | Anchieta - SC                | COM             |                    |                     | 1000                    | 1000                 |

| Nome Correto no BIG      | Tipo | Estágio    | Município                    | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível              | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--------------------------|------|------------|------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Rondolândia              | UTE  | Operação   | Rondolândia - MT             | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1598                    | 1598                 |
| Rondon                   | PCH  | Construção | Campos de Júlio - MT         | PIE             |                    |                          | 13000                   |                      |
| Rondon II                | UHE  | Construção | Pimenta Bueno - RO           | SP              | Biomassa           | Resíduos de Madeira      | 73500                   | 20000                |
| Rondon II                | UTE  | Construção | Pimenta Bueno - RO           | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira      | 26600                   | 26600                |
| Rondonópolis             | PCH  | Operação   | Rondonópolis - MT            | PIE             |                    |                          | 1040                    | 874                  |
| Ronuro                   | PCH  | Operação   | Paranatinga - MT             | APE             |                    |                          | 2600                    | 2600                 |
| Rorainópolis             | UTE  | Operação   | Rorainópolis - RR            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 55000                   | 55000                |
| Rosal                    | UHE  | Operação   | Bom Jesus do Itabapoana - RJ | SP              |                    |                          | 372000                  | 369200               |
| Rosana                   | UHE  | Operação   | Diamante do Norte - PR       | PIE             |                    |                          | 4800                    | 4800                 |
| Rovema                   | UTE  | Operação   | São João da Baliza - RR      | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1632                    | 1632                 |
| Rovema Bandeirantes      | UTE  | Operação   | Porto Velho - RO             | COM             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 4500                    | 4500                 |
| Rovema Colorado do Oeste | UTE  | Operação   | Colorado do Oeste - RO       | COM             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 4340                    | 4340                 |
| Rovema-Triunfo           | UTE  | Operação   | Candeias do Jamari - RO      | COM             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1800                    | 1800                 |
| Royal Palm Plaza         | UTE  | Operação   | Campinas - SP                | Fóssil          |                    |                          | 28000                   | 28000                |
| Ruette                   | UTE  | Operação   | Paraíso - SP                 | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 78000                   | 78000                |
| RVR                      | UTE  | Outorga    | Prudente de Moraes - MG      | APE             | Outros             | Gás de Alto Forno        | 1200                    |                      |
| S. A. V. - Uniúninos     | UTE  | Outorga    | São Leopoldo - RS            | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 4600                    |                      |
| Sá Carvalho              | UHE  | Operação   | Antônio Dias - MG            | SP              |                    |                          |                         |                      |
| Sacáí                    | UTE  | Operação   | Rorainópolis - RR            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 48                      | 48                   |
| Sacre 2                  | PCH  | Operação   | Brasnorte - MT               | PIE             |                    |                          | 30000                   | 30000                |
| Safi                     | UTE  | Operação   | Nova Alvorada do Sul - MS    | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 2920                    | 2920                 |
| Sagrado Coração de Jesus | CGH  | Operação   | Ponte Serrada - SC           | APE             |                    |                          | 199                     | 199                  |
| Saia Velha               | CGH  | Operação   | Valparaíso de Goiás - GO     | SP              |                    |                          | 360                     | 360                  |
| Saldanha                 | PCH  | Operação   | Alta Floresta D'Oeste - RO   | PIE             |                    |                          | 4800                    | 5280                 |
| Salesópolis              | PCH  | Construção | Salesópolis - SP             | PIE             |                    |                          | 2000                    |                      |
| Salgueiro                | PCH  | Outorga    | Itu - SP                     | PIE             |                    |                          | 27000                   |                      |
| Sali                     | UTE  | Operação   | Rio Largo - AL               | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 9900                    | 9900                 |
| Salina Diamante Branco   | EOL  | Outorga    | Galinhos - RN                | PIE             |                    |                          | 200000                  |                      |
| Salinas Perynás          | UTE  | Outorga    | Cabo Frio - RJ               | APE-COM         | Fóssil             | Gás Natural              | 3000                    |                      |
| Salitre                  | CGH  | Outorga    | Buritizeiro - MG             | APE             |                    |                          | 7,2                     | 7,2                  |
| Saltinho                 | CGH  | Operação   | Muitos Capões - RS           | COM             |                    |                          | 800                     | 800                  |
| Salto                    | PCH  | Operação   | Ouro Preto - MG              | APE             |                    |                          | 4240                    | 4240                 |

| Nome Correto no BIG  | Tipo | Estágio    | Município                     | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|------------|-------------------------------|-----------------|--------------------|-------------|-------------------------|----------------------|
| Salto (Salto Weissbach)  | PCH  | Operação   | Blumenau - SC                 | SP              |                    |             | 6280                    | 6280                 |
| Salto Bandeirantes   | PCH  | Outorga    | Santa Fé - PR                 | PIE             |                    |             | 4200                    |                      |
| Salto Belo   | PCH  | Operação   | Novo São Joaquim - MT         | SP              |                    |             | 4000                    | 3600                 |
| Salto Buriti   | PCH  | Construção | Novo Progresso - PA           | PIE             |                    |             | 10000                   |                      |
| Salto Cafesoca   | PCH  | Outorga    | Oiapoque - AP                 | PIE             |                    |             | 7500                    |                      |
| Governador José Richa (Salto Caxias)                                   | UHE  | Operação   | Capitão Leônidas Marques - PR | SP              |                    |             | 1240000                 | 1240000              |
| Salto Claudelino   | PCH  | Operação   | Clevelândia - PR              | APE             |                    |             | 2400                    | 2300                 |
| Salto Corgão   | PCH  | Operação   | Nova Lacerda - MT             | COM             |                    |             | 27000                   | 27000                |
| Salto Cristo Rei (0,96 MW geração elétrica e 1,40 MW geração mecânica) | CGH  | Operação   | Ponte Serrada - SC            | APE             |                    |             | 960                     | 960                  |
| Salto Curuá  | PCH  | Operação   | Novo Progresso - PA           | PIE             |                    |             | 30000                   | 22.500               |
| Salto Curucaca   | PCH  | Operação   | Guarapuava - PR               | APE             |                    |             | 7342                    | 7342                 |
| Salto Curucaca II  | PCH  | Outorga    | Candói - PR                   | PIE             |                    |             | 29700                   |                      |
| Salto da Barra   | PCH  | Operação   | Itapeva - SP                  | APE-COM         |                    |             | 2000                    | 2000                 |
| Salto das Flores   | PCH  | Outorga    | Paraisó - SC                  | PIE             |                    |             | 6700                    |                      |
| Salto de Alemao  | CGH  | Operação   | Coronel Vivida - PR           | SP              |                    |             | 828                     | 828                  |
| Salto do Iporanga  | UHE  | Operação   | Juquiá - SP                   | APE             |                    |             | 36870                   | 36870                |
| Salto do Jardim  | CGH  | Operação   | Porto Vitoria - PR            | APE             |                    |             | 280                     | 280                  |
| Salto do Leão  | PCH  | Operação   | Campos Novos - SC             | APE             |                    |             | 1344                    | 1344                 |
| Salto do Lobo  | PCH  | Operação   | Botucatu - SP                 | PIE             |                    |             | 1616                    | 1656                 |
| Salto do Paraopeba   | PCH  | Operação   | Jeceaba - MG                  | PIE             |                    |             | 2460                    | 2460                 |
| Salto do Passo Velho   | PCH  | Operação   | Xanxeré - SC                  | PIE             |                    |             | 1800                    | 1800                 |
| Salto do Rio Verdinho  | UHE  | Construção | Caçu - GO                     | PIE             |                    |             | 93000                   |                      |
| Salto do Taió  | CGH  | Operação   | Taió - SC                     | APE             |                    |             | 412                     | 412                  |
| Salto do Timbó   | CGH  | Operação   | Timbó - SC                    | APE             |                    |             | 280                     | 280                  |
| Salto do Vau   | CGH  | Operação   | Cruz Machado - PR             | SP              |                    |             | 940                     | 940                  |
| Salto Donner I   | PCH  | Operação   | Doutor Pedrinho - SC          | PIE             |                    |             | 1907                    | 1880                 |
| Salto Forqueta   | PCH  | Operação   | Putinga - RS                  | APE             |                    |             | 6080                    | 6124                 |
| Salto  | UHE  | Construção | Caçu - GO                     | PIE             |                    |             | 108000                  |                      |
| Salto Grande   | PCH  | Operação   | Campinas - SP                 | SP              |                    |             | 4550                    | 4550                 |
| Salto Grande (Lucas Nogueira Garcez)                                   | UHE  | Operação   | Cambará - PR                  | PIE             |                    |             | 73760                   | 70000                |
| Salto Grande   | UHE  | Operação   | Braúnas - MG                  | SP              |                    |             | 102000                  | 102000               |
| Salto Lili   | CGH  | Operação   | General Carneiro - PR         | APE             |                    |             | 160                     | 160                  |

| Nome Correto no BIG               | Tipo | Estágio    | Município                  | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|-----------------------------------|------|------------|----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Salto Mauá                        | PCH  | Operação   | Telêmaco Borba - PR        | APE             |                    |                           | 23859                   | 23859                |
| Assis Chateaubrind (Salto Mimoso) | UHE  | Operação   | Ribas do Rio Pardo - MS    | SP              |                    |                           | 29500                   | 29500                |
| Salto Moreira                     | PCH  | Operação   | Ituiutaba - MG             | SP              |                    |                           | 2394                    | 2394                 |
| Salto                             | PCH  | Operação   | Indaiatuba - MT            | PIE             |                    |                           | 19000                   | 19000                |
| Salto Natal                       | PCH  | Operação   | Campo Mourão - PR          | PIE             |                    |                           | 16000                   | 15120                |
| Salto Osório                      | UHE  | Operação   | Quedas do Iguaçu - PR      | PIE             |                    |                           | 1078000                 | 1078000              |
| Salto Pilião                      | UHE  | Construção | Apíúna - SC                | PIE             |                    |                           | 182300                  |                      |
| Salto Pintado                     | CGH  | Operação   | Porto União - SC           | COM             |                    |                           | 736                     | 736                  |
| Salto Quatis                      | CGH  | Outorga    | Rancho Queimado - SC       | COM             |                    |                           | 850                     | 850                  |
| Salto Rio Branco                  | PCH  | Operação   | Imbituba - PR              | APE             |                    |                           | 2400                    | 2400                 |
| Salto Santiago                    | UHE  | Operação   | Saudade do Iguaçu - PR     | PIE             |                    |                           | 1420000                 | 1420000              |
| Salto Santo Antônio               | PCH  | Operação   | Água Doce - SC             | APE             |                    |                           | 1736                    | 1736                 |
| Salto São Luiz                    | CGH  | Operação   | Chopinzinho - PR           | APE             |                    |                           | 323                     | 323                  |
| Salto São Pedro                   | PCH  | Operação   | Pinhão - PR                | APE             |                    |                           | 760                     | 3472                 |
| Salto                             | EOL  | Outorga    | Água Doce - SC             | PIE             |                    |                           | 30000                   |                      |
| Salto Três de Maio                | PCH  | Construção | Novo Progresso - PA        | PIE             |                    |                           | 15000                   |                      |
| Salto Voltão                      | PCH  | Operação   | Xanxeré - SC               | PIE             |                    |                           | 8200                    | 8200                 |
| Salvador Arena                    | UTE  | Operação   | São Bernardo do Campo - SP | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 800                     | 800                  |
| Salvaterra                        | UTE  | Operação   | Salvatera - PA             | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2258                    | 2633                 |
| Samaúma                           | UTE  | Operação   | Rorainópolis - RR          | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 24                      | 24                   |
| Sams Club São José dos Campos     | UTE  | Operação   | São José dos Campos - SP   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 640                     | 640                  |
| Samuel                            | UHE  | Operação   | Porto Velho - RO           | SP              |                    |                           | 216000                  | 216750               |
| San Juan                          | PCH  | Operação   | Cerquilho - SP             | APE:COM         |                    |                           | 3600                    | 3600                 |
| Santa Adélia                      | UTE  | Operação   | Jaboticabal - SP           | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 42000                   | 42000                |
| Santa Adélia                      | CGH  | Operação   | Boituva - SP               | COM             |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Santa Alice                       | CGH  | Operação   | São José do Rio Pardo - SP | SP              |                    |                           | 624                     | 624                  |
| Santa Ana                         | PCH  | Outorga    | Angelina - SC              | PIE             |                    |                           | 6304                    | 6304                 |
| Santa Branca                      | UHE  | Operação   | Jacareí - SP               | SP              |                    |                           | 56050                   | 56050                |
| Santa Branca                      | UTE  | Outorga    | Santa Branca - SP          | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 1112480                 |                      |
| Santa Cândida                     | UTE  | Operação   | Bocaina - SP               | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 29000                   | 29000                |
| Santa Catarina                    | UTE  | Operação   | Porto Velho - RO           | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 53                      | 53                   |
| Santa Cecília                     | CGH  | Operação   | Mirá - MG                  | APE             |                    |                           | 424                     | 424                  |

| Nome Correto no BIG          | Tipo | Estágio    | Município                      | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|------------------------------|------|------------|--------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Santa Cecília (Elevatória)   | UHE  | Operação   | Barra do Piraí - RJ            | SP              |                    |                           | 34960                   | 34960                |
| Santa Clara                  | UHE  | Operação   | Mucuri - BA                    | PIE             |                    |                           | 60000                   | 60000                |
| Santa Clara I                | PCH  | Operação   | Candói - PR                    | PIE             |                    |                           | 3600                    | 3600                 |
| Santa Clara                  | UHE  | Operação   | Candói - PR                    | PIE             |                    |                           | 120168                  | 120168               |
| Santa Clara                  | UTE  | Operação   | Jaboticabal - SP               | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 302                     | 302                  |
| Santa Cleonice               | CGH  | Outorga    | Guaranésia - MG                | APE             |                    |                           | 768                     | 768                  |
| Santa Cruz                   | PCH  | Operação   | Barreiras - BA                 | APE             |                    |                           | 3970                    | 3970                 |
| Santa Cruz AB (Ex-Ometto)    | UTE  | Operação   | Américo Brasiliense - SP       | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 61400                   | 36400                |
| Santa Cruz de Monte Negro    | PCH  | Outorga    | Monte Negro - RO               | PIE             |                    |                           | 17010                   |                      |
| Santa Cruz do Arari          | UTE  | Operação   | Santa Cruz do Arari - PA       | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 720                     | 720                  |
| Santa Cruz do Xingu          | UTE  | Operação   | São José do Xingu - MT         | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1000,8                  | 1000,8               |
| Santa Cruz                   | PCH  | Outorga    | Santa Maria do Suaçuí - MG     | PIE             |                    |                           | 14000                   |                      |
| Santa Cruz                   | PCH  | Operação   | Rio Branco do Sul - PR         | APE             |                    |                           | 1500                    | 1400                 |
| Santa Cruz                   | UTE  | Operação   | Rio de Janeiro - RJ            | SP              | Fóssil             | Gás Natural               | 1000000                 | 766000               |
| Santa Cruz                   | CGH  | Operação   | Estância - SE                  | SP              |                    |                           | 550                     | 364                  |
| Santa Edwiges II             | PCH  | Operação   | Buritínpolis - GO              | PIE             |                    |                           | 13000                   | 13000                |
| Santa Edwiges III            | PCH  | Construção | Buritínpolis - GO              | PIE             |                    |                           | 11.600                  |                      |
| Santa Elisa - Unidade I      | UTE  | Operação   | Sertãozinho - SP               | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 58000                   | 58000                |
| Santa Elisa - Unidade II     | UTE  | Operação   | Sertãozinho - SP               | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 4000                    | 4000                 |
| Santa Fé                     | UTE  | Operação   | Nova Europa - SP               | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 9400                    | 6400                 |
| Santa Fé                     | PCH  | Construção | Alegre - ES                    | PIE             |                    |                           | 29000                   |                      |
| Santa Fé I                   | PCH  | Operação   | Comendador Levy Gasparian - RJ | PIE             |                    |                           | 30000                   | 30000                |
| Santa Gabriela               | PCH  | Construção | Itiquira - MT                  | PIE             |                    |                           | 24000                   |                      |
| Santa Helena                 | PCH  | Operação   | Votorantim - SP                | APE             |                    |                           | 2240                    | 2240                 |
| Santa Helena Açúcar e Álcool | UTE  | Operação   | Santa Helena de Goiás - GO     | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 4400                    | 4400                 |
| Santa Hermínia               | UTE  | Operação   | Ibirarema - SP                 | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 1200                    | 1200                 |
| Santa Inês                   | PCH  | Outorga    | São João da Boa Vista - SP     | PIE             |                    |                           | 1575                    |                      |
| Santa Isabel                 | UHE  | Outorga    | Ananás - TO                    | PIE             |                    |                           | 1087000                 |                      |
| Santa Izabel                 | UTE  | Operação   | Novo Horizonte - SP            | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 46000                   | 6000                 |
| Santa Izabel do Rio Negro    | UTE  | Operação   | Santa Isabel do Rio Negro - AM | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1454                    | 1454                 |
| Santa Laura                  | PCH  | Operação   | Faxinal dos Guedes - SC        | PIE             |                    |                           | 15000                   | 15000                |
| Santa Lúcia                  | PCH  | Operação   | Sapézal - MT                   | PIE             |                    |                           | 5000                    | 5000                 |

| Nome Correto no BIG        | Tipo | Estágio    | Município                       | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|----------------------------|------|------------|---------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Santa Lúcia II             | PCH  | Operação   | Sapezal - MT                    | PIE             |                    |                           | 7600                    | 7600                 |
| Santa Lúcia                | UTE  | Operação   | Ariaras - SP                    | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 4400                    | 4400                 |
| Santa Luiza                | UTE  | Operação   | Motucu - SP                     | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 6000                    | 6000                 |
| Santa Luzia                | CGH  | Operação   | Centralina - MG                 | SP              |                    |                           | 704                     | 704                  |
| Santa Luzia Alto           | PCH  | Outorga    | Ipucaú - SC                     | PIE             |                    |                           | 28500                   |                      |
| Santa Luzia D'Oeste        | PCH  | Operação   | Alta Floresta D'Oeste - RO      | APE             |                    |                           | 3000                    | 3000                 |
| Santa Maria                | PCH  | Operação   | Itapeva - SP                    | APE-COM         |                    |                           | 3000                    | 3000                 |
| Santa Maria                | UTE  | Outorga    | Guarapuava - PR                 | APE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 6400                    | 6400                 |
| Santa Maria das Barreiras  | UTE  | Operação   | Santa Maria das Barreiras - PA  | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1112                    | 1112                 |
| Santa Maria de Lençóis     | UTE  | Operação   | Lençóis Paulista - SP           | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 3040                    | 3040                 |
| Santa Maria do Boiçú       | UTE  | Operação   | Paranacity - PR                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 320                     | 320                  |
| Santa Maria do Xeruini     | UTE  | Operação   | Caracaraí - RR                  | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 24                      | 24                   |
| Santa Maria                | CGH  | Operação   | Colatina - ES                   | SP              |                    |                           | 420                     | 420                  |
| Santa Maria                | EOL  | Outorga    | Gravatá - PE                    | PIE             |                    |                           | 4250                    |                      |
| Santa Marta                | PCH  | Operação   | Francisco Sá - MG               | SP              |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Santa Marta                | EOL  | Outorga    | Laguna - SC                     | PIE             |                    |                           | 46531                   |                      |
| Santa Mônica               | PCH  | Outorga    | Cavalcante - GO                 | PIE             |                    |                           | 30000                   |                      |
| Santa Rita                 | UTE  | Operação   | Santa Rita do Passa Quatro - SP | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 6.400                   | 5200                 |
| Santa Rosa                 | CGH  | Operação   | Valença - RJ                    | APE             |                    |                           | 640                     | 640                  |
| Santa Rosa do Purús        | UTE  | Operação   | Santa Rosa do Purus - AC        | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 252                     | 252                  |
| Santa Rosa I               | PCH  | Outorga    | Belmiro Braga - MG              | PIE             |                    |                           | 17300                   |                      |
| Santa Rosa II              | PCH  | Operação   | Bom Jardim - RJ                 | PIE             |                    |                           | 30000                   | 30000                |
| Santa Rosa                 | PCH  | Operação   | Três de Maio - RS               | SP              |                    |                           | 1528                    | 1400                 |
| Santa Rosa                 | CGH  | Outorga    | Abelardo Luz - SC               | APE             |                    |                           | 940                     | 940                  |
| Santa Rosa                 | PCH  | Construção | Santa Rosa de Lima - SC         | APE             |                    |                           | 6500                    |                      |
| Santa Rosa                 | UTE  | Operação   | Boituva - SP                    | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 2760                    | 2760                 |
| Santa Teresa               | UTE  | Operação   | Goiânia - PE                    | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 10200                   | 10200                |
| Santa Terezinha            | CGH  | Operação   | Amparo - SP                     | APE             |                    |                           | 588                     | 588                  |
| Santa Terezinha            | UTE  | Operação   | Santa Terezinha - MT            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1500                    | 1500                 |
| Santa Terezinha (Tapejára) | UTE  | Operação   | Tapejára - PR                   | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 50500                   | 50500                |
| Santa Terezinha            | CGH  | Outorga    | Borda da Mata - MG              | APE             |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Santa Terezinha Paranacity | UTE  | Operação   | Paranacity - PR                 | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 36500                   | 6500                 |

| Nome Correto no BIG               | Tipo | Estágio    | Município                     | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|-----------------------------------|------|------------|-------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Santana                           | UTE  | Operação   | Santana - AP                  | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 178100                  | 178100               |
| Santana do Araguaia               | UTE  | Operação   | Santana do Araguaia - PA      | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 4500                    | 7345                 |
| Santana do Uatumã                 | UTE  | Outorga    | São Sebastião do Uatumã - AM  | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 80                      |                      |
| Santana I                         | PCH  | Outorga    | Nortelândia - MT              | PIE             |                    |                           | 11300                   |                      |
| Santana                           | CGH  | Operação   | Jacuí - MG                    | APE             |                    |                           | 650                     | 500                  |
| Santana                           | PCH  | Operação   | São Carlos - SP               | SP              |                    |                           | 4320                    | 4320                 |
| Santo Ângelo                      | UTE  | Operação   | Pirajuba - MG                 | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 32000                   | 11500                |
| Santo Antônio                     | UTE  | Operação   | Piracicaba - SP               | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 1160                    | 1160                 |
| Santo Antônio do Caiapó           | PCH  | Outorga    | Arenópolis - GO               | PIE             |                    |                           | 21000                   |                      |
| Santo Antônio do Igá              | UTE  | Operação   | Santo Antônio do Igá - AM     | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2182                    | 2182                 |
| Santo Antônio                     | PCH  | Outorga    | Bom Jardim - RJ               | PIE             |                    |                           | 8000                    |                      |
| Santo Antônio                     | UHE  | Outorga    | Porto Velho - RO              | PIE             |                    |                           | 3150400                 |                      |
| Santo Antônio                     | PCH  | Operação   | Santa Rosa - RS               | PIE             |                    |                           | 4500                    | 4500                 |
| Santo Antônio                     | EOL  | Outorga    | Bom Jardim da Serra - SC      | PIE             |                    |                           | 1930                    |                      |
| Santo Antônio                     | UTE  | Operação   | Sertãozinho - SP              | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 23000                   | 23000                |
| São Bento                         | CGH  | Operação   | Catalão - GO                  | APE             |                    |                           | 622,4                   | 622                  |
| São Bernardo                      | PCH  | Operação   | Piranguçu - MG                | SP              |                    |                           | 6820                    | 6820                 |
| São Bernardo                      | PCH  | Operação   | Barracão - RS                 | PIE             |                    |                           | 15000                   | 15000                |
| São Borja                         | UTE  | Operação   | São Borja - RS                | PIE             | Biomassa           | Casca de Arroz            | 12500                   | 12500                |
| São Carlos                        | UTE  | Operação   | Porto Velho - RO              | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 334                     | 334                  |
| São Carlos                        | UTE  | Operação   | Jaboticabal - SP              | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 6800                    | 6800                 |
| São Domingos                      | UHE  | Operação   | São Domingos - GO             | SP              |                    |                           | 12000                   | 14336                |
| São Domingos (torixoréo)          | PCH  | Operação   | Torixoréu - MT                | SP              |                    |                           | 2400                    | 2400                 |
| São Domingos II                   | CGH  | Construção | São Domingos - GO             | PIE             |                    |                           | 24300                   |                      |
| São Domingos                      | UHE  | Outorga    | Água Clara - MS               | PIE             |                    |                           | 48000                   |                      |
| São Domingos                      | CGH  | Operação   | Porto União - SC              | APE             |                    |                           | 180                     | 180                  |
| São Félix do Araguaia             | UTE  | Operação   | São Félix do Araguaia - MT    | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2102                    | 2102                 |
| São Francisco                     | UTE  | Operação   | Bonfim - RR                   | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 320                     | 320                  |
| São Francisco do Baixo Rio Branco | UTE  | Operação   | Caracarai - RR                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 10                      | 10                   |
| São Francisco                     | PCH  | Outorga    | Ouro Verde do Oeste - PR      | PIE             |                    |                           | 12000                   |                      |
| São Francisco                     | UTE  | Operação   | São Francisco do Guaporé - RO | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 5926                    | 5926                 |

| Nome Correto no BIG            | Tipo | Estágio    | Município                      | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível              | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--------------------------------|------|------------|--------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| São Francisco                  | UTE  | Operação   | Sertãozinho - SP               | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 6738                    | 6738                 |
| São Francisco                  | UTE  | Operação   | Elias Fausto - SP              | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 28000                   | 4200                 |
| São Gabriel da Cachoeira       | UTE  | Operação   | São Gabriel da Cachoeira - AM  | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 5850                    | 5850                 |
| São Gonçalo (Ex-Santa Bárbara) | PCH  | Outorga    | São Gonçalo do Rio Abaixo - MG | PIE             |                    |                          | 13000                   |                      |
| São Jerônimo                   | UTE  | Operação   | São Jerônimo - RS              | SP              | Fóssil             | Carvão Mineral           | 20000                   | 20000                |
| São Jerônimo                   | PCH  | Outorga    | Guarapuava - PR                | PIE             |                    | Brascan Energética S/A.  | 15000                   |                      |
| São João                       | UTE  | Operação   | Araras - SP                    | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 12000                   | 12000                |
| São João Biogás                | UTE  | Operação   | São Paulo - SP                 | PIE             | Biomassa           | Biogás                   | 24640                   | 21560                |
| São João da Baliza             | UTE  | Operação   | São João da Baliza - RR        | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1000                    | 1000                 |
| São João da Boa Vista          | UTE  | Operação   | São João da Boa Vista - SP     | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 70000                   | 7000                 |
| São João                       | PCH  | Operação   | Castelo - ES                   | PIE             |                    |                          | 25000                   | 25000                |
| São João I                     | CGH  | Operação   | Ponta Porã - MS                | SP              |                    |                          | 664                     | 664                  |
| São João II                    | CGH  | Operação   | Ponta Porã - MS                | SP              |                    |                          | 600                     | 600                  |
| São João                       | PCH  | Operação   | Itaú de Minas - MG             | APE             |                    |                          | 3200                    | 3200                 |
| São João                       | PCH  | Outorga    | Prudentópolis - PR             | PIE             |                    |                          | 21000                   |                      |
| São João                       | UHE  | Outorga    | Honório Serpa - PR             | PIE             |                    |                          | 60000                   |                      |
| São Joaquim                    | PCH  | Operação   | Guará - SP                     | SP              |                    |                          | 8050                    | 8050                 |
| São Joaquim                    | PCH  | Operação   | Alfredo Chaves - ES            | PIE             |                    |                          | 21000                   | 21000                |
| São Joaquim                    | PCH  | Construção | São João da Boa Vista - SP     | PIE             |                    |                          | 3000                    |                      |
| São Jorge                      | PCH  | Operação   | Ponta Grossa - PR              | SP              |                    |                          | 2300                    | 2344                 |
| São José                       | UTE  | Operação   | Manaus - AM                    | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 41600                   | 32.000               |
| São José Colina                | UTE  | Operação   | Colina - SP                    | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 25000                   | 25000                |
| São José da Estiva             | UTE  | Operação   | Novo Horizonte - SP            | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 19500                   | 19500                |
| São José do Rio Claro          | UTE  | Operação   | São José do Rio Claro - MT     | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 7560                    | 7560                 |
| São José do Xingu              | UTE  | Operação   | São José do Xingu - MT         | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1752                    | 1752                 |
| São José Macatuba              | UTE  | Operação   | Macatuba - SP                  | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 74805                   | 24805                |
| São José                       | UTE  | Operação   | Igarassu - PE                  | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 25520                   | 25520                |
| São José                       | UHE  | Construção | Roldor - RS                    | PIE             |                    |                          | 51000                   |                      |
| São José                       | CGH  | Operação   | São Miguel Arcanjo - SP        | SP              |                    |                          | 788                     | 788                  |
| São José                       | UTE  | Operação   | Rio das Pedras - SP            | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 2400                    | 2400                 |
| São José                       | CGH  | Operação   | Itapeva - SP                   |                 |                    | APE-COM                  | 780                     | 656                  |
| São José                       | PCH  | Construção | São João da Boa Vista - SP     | PIE             |                    |                          | 4000                    |                      |

| Nome Correto no BIG           | Tipo | Estágio    | Município                       | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|-------------------------------|------|------------|---------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| São Judas Tadeu               | UTE  | Outorga    | Jáíba - MG                      | PIE             |                    |                           | 8000                    | 8000                 |
| São Lourenço                  | CGH  | Operação   | Mafra - SC                      | SP              |                    |                           | 504                     | 504                  |
| São Lourenço (Ex-Zé Fernando) | PCH  | Construção | Juscimeira - MT                 | PIE             |                    |                           | 29100                   |                      |
| São Luiz                      | PCH  | Operação   | Ponte Serrada - SC              | APE             |                    |                           | 1800                    | 1800                 |
| São Luiz                      | UTE  | Operação   | Pirassununga - SP               | APE-COM         | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 70400                   | 10000                |
| São Manoel                    | UTE  | Operação   | São Manuel - SP                 | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 4400                    | 4400                 |
| São Martinho                  | UTE  | Operação   | Pradópolis - SP                 | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 19000                   | 19000                |
| São Maurício                  | PCH  | Construção | Rio Fortuna - SC                | PIE             |                    |                           | 2500                    |                      |
| São Miguel                    | UTE  | Operação   | Almeirim - PA                   | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 115                     | 115                  |
| São Paulo                     | PCH  | Outorga    | Guaporé - RS                    | PIE             |                    |                           | 16.000                  |                      |
| São Paulo de Olivença         | UTE  | Operação   | São Paulo de Olivença - AM      | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3080                    | 3080                 |
| São Paulo do Pimenta Bueno    | PCH  | Outorga    | Pimenta Bueno - RO              | PIE             |                    |                           | 14000                   |                      |
| São Pedro                     | PCH  | Operação   | Itu - SP                        | PIE             |                    |                           | 2160                    | 1500                 |
| São Pedro                     | PCH  | Construção | Domingos Martins - ES           | PIE             |                    |                           | 30000                   |                      |
| São Salvador                  | UHE  | Construção | Paraná - TO                     | PIE             |                    |                           | 241000                  |                      |
| São Sebastião                 | UTE  | Operação   | Porto Velho - RO                | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 98                      | 98                   |
| São Sebastião da Boa Vista    | UTE  | Operação   | São Sebastião da Boa Vista - PA | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1050                    | 1008                 |
| São Sebastião do Alto         | PCH  | Outorga    | São Sebastião do Alto - RJ      | PIE             |                    |                           | 13200                   |                      |
| São Sebastião do Uatumã       | UTE  | Operação   | São Sebastião do Uatumã - AM    | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2334                    | 2334                 |
| São Sebastião                 | PCH  | Operação   | Arceburgo - MG                  | SP              |                    |                           | 12000                   | 680                  |
| São Sebastião                 | PCH  | Outorga    | Areal - RJ                      | PIE             |                    |                           | 17200                   |                      |
| São Sebastião                 | PCH  | Outorga    | Nova Trento - SC                | PIE             |                    |                           | 3230                    |                      |
| São Simão                     | UHE  | Operação   | Santa Vitória - MG              | SP              |                    |                           | 1710000                 | 1710000              |
| São Simão                     | PCH  | Construção | Alegre - ES                     | PIE             |                    |                           | 27000                   |                      |
| São Tadeu I                   | PCH  | Construção | Santo Antônio do Leverger - MT  | PIE             |                    |                           | 18000                   |                      |
| São Tomé                      | UTE  | Operação   | São Tomé - PR                   | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 4000                    | 4000                 |
| São Valentim                  | PCH  | Construção | Santa Rita do Passa Quatro - SP | PIE             |                    |                           | 1450                    |                      |
| São Valentim                  | PCH  | Outorga    | Nova Trento - SC                | PIE             |                    |                           | 2210                    |                      |
| Sapezal                       | UTE  | Operação   | Sapezal - MT                    | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 8130                    | 8130                 |
| Sapezal                       | CGH  | Operação   | Sapezal - MT                    | COM             |                    |                           | 680                     | 680                  |
| Sapezal                       | PCH  | Construção | Campos de Júlio - MT            | PIE             |                    |                           | 16000                   |                      |
| Sargei                        | UTE  | Operação   | Mococa - SP                     | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1296                    | 1296                 |

| Nome Correto no BIG                               | Tipo | Estágio    | Município                   | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---|------|------------|-----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Scardoelli  | CGH  | Outorga    | Urubici - SC                | COM             |                    |                           | 830                     | 830                  |
| Sede  | CGH  | Operação   | Ijuí - RS                   | SP              |                    |                           | 500                     | 500                  |
| Sede Central do CRC-SP                            | UTE  | Operação   | São Paulo - SP              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 688                     | 688                  |
| Governador Ney Aminthas de Barros Braga (Segredo) | UHE  | Operação   | Mangueirinha - PR           | SP              |                    |                           | 1260000                 | 1260000              |
| Segredo   | PCH  | Outorga    | Campos de Júlio - MT        | PIE             |                    |                           | 21100                   |                      |
| Seival  | UTE  | Outorga    | Candiota - RS               | PIE             | Fóssil             | Carvão Mineral            | 542000                  |                      |
| Sena Madureira                                    | UTE  | Operação   | Sena Madureira - AC         | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 4730                    | 4730                 |
| Senador Arnon Afonso Farias de Mello (Floresta)   | UTE  | Operação   | Boa Vista - RR              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 85927                   | 85927                |
| Senador Jonas Pinheiro (Caeté)                    | PCH  | Operação   | S. Antônio do Leverger - MT | PIE             |                    |                           | 5940                    | 6300                 |
| Senhora do Porto                                  | PCH  | Outorga    | Dores de Guanhães - MG      | PIE             |                    |                           | 9000                    |                      |
| Sepé Tiaraju (Ex-Canoas)                          | UTE  | Operação   | Canoas - RS                 | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 563473                  | 160573               |
| Sepetiba  | UTE  | Outorga    | Itaguaí - RJ                | PIE             | Fóssil             | Carvão Mineral            | 1377000                 |                      |
| Seresta   | UTE  | Operação   | Teotônio Vilela - AL        | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 9500                    | 9500                 |
| Serra da Mesa                                     | UHE  | Operação   | Cavalcante - GO             | SP              |                    |                           | 1275000                 | 1275000              |
| Serra do Espelho                                  | CGH  | Operação   | Catende - PE                | COM             |                    |                           | 448                     | 448                  |
| Serra do Fácão                                    | UHE  | Construção | Catalão - GO                | APE / PIE       |                    |                           | 210000                  |                      |
| Serra do Navio                                    | UTE  | Operação   | Serrado Navio - AP          | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 21.600                  | 21.600               |
| Serra Grande                                      | UTE  | Operação   | São José da Laje - AL       | APE-COM         | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 17200                   | 17200                |
| Serra Grande II                                   | UTE  | Operação   | Cantá - RR                  | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 108                     | 108                  |
| Serra Nova Dourada                                | UTE  | Operação   | Serra Nova Dourada - MT     | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 652                     | 652                  |
| Serrana   | UTE  | Operação   | Cajati - SP                 | APE             | Outros             | Enxofre                   | 10700                   | 10700                |
| Serraria  | UHE  | Operação   | Juquiá - SP                 | APE-COM         |                    |                           | 24000                   | 24000                |
| Sesc Senac-Cass                                   | UTE  | Operação   | Rio de Janeiro - RJ         | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 1600                    | 1600                 |
| Sete Quedas Alta                                  | PCH  | Outorga    | Juscimeira - MT             | PIE             |                    |                           | 18000                   |                      |
| Sguári Itapeva                                    | UTE  | Outorga    | Nova Campina - SP           | APE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 2500                    |                      |
| Shopping Center Caruaru                           | UTE  | Operação   | Caruaru - PE                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 640                     | 640                  |
| Shopping Center Grande Rio                        | UTE  | Operação   | São João de Meriti - RJ     | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1250                    | 1250                 |
| Shopping Center Iguatemi Belém                    | UTE  | Operação   | Belém - PA                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2960                    | 2960                 |
| Shopping Center Iguatemi Porto Alegre             | UTE  | Operação   | Porto Alegre - RS           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 4440                    | 4440                 |
| Shopping Interlagos                               | UTE  | Outorga    | São Paulo - SP              | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 3500                    | 3500                 |
| Shopping Recife                                   | UTE  | Operação   | Recife - PE                 | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 6000                    | 6000                 |
| Shopping Taboão                                   | UTE  | Operação   | Taboão da Serra - SP        | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 2855                    | 2855                 |

| Nome Correto no BIG                                  | Tipo | Estágio    | Município                   | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível              | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|--|------|------------|-----------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Siderpa  | UTE  | Operação   | Sete Lagoas - MG            | APE             | Outros             | Gás de Alto Forno        | 2400                    | 2400                 |
| Siderpita  | UTE  | Outorga    | Pitangui - MG               | COM             | Outros             | Gás de Alto Forno        | 5000                    |                      |
| Sidrolândia (Ex-Santa Olinda)                        | UTE  | Operação   | Sidrolândia - MS            | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 25000                   | 4600                 |
| Silves   | UTE  | Operação   | Silves - AM                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 2704                    | 2742                 |
| Simasa   | UTE  | Operação   | Açailândia - MA             | PIE             | Biomassa           | Carvão Vegetal           | 8000                    | 8000                 |
| Simplicio  | UHE  | Construção | Além Paraíba - MG           | PIE             |                    |                          | 333700                  |                      |
| Sinceridade  | PCH  | Operação   | Manhuaçu - MG               | SP              |                    |                          | 1416                    | 1416                 |
| Sincrotron   | UTE  | Operação   | Campinas - SP               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 2000                    | 2000                 |
| Sinimbu  | UTE  | Operação   | Jequiá da Praia - AL        | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 18000                   | 18000                |
| Sinop  | UTE  | Operação   | Sinop - MT                  | APE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira      | 6000                    | 6000                 |
| Sistema de Cogeração da RECAP                        | UTE  | Operação   | Mauá - SP                   | APE             | Fóssil             | Gás de Refinaria         | 8900                    | 8900                 |
| Sítio Grande   | PCH  | Construção | São Desidério - BA          | PIE             |                    |                          | 25000                   |                      |
| Siva   | UTE  | Operação   | Itaquaquecetuba - SP        | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 648                     | 648                  |
| SM-01  | CGH  | Operação   | Itiquira - MT               | COM             |                    |                          | 800                     | 800                  |
| SM-06  | CGH  | Operação   | Itiquira - MT               | COM             |                    |                          | 264                     | 264                  |
| SMTE - Subestação Araguari                           | UTE  | Operação   | Araguari - MG               | Fóssil          |                    | Óleo Diesel              | 135                     | 135                  |
| SMTE - Subestação Paracatu                           | UTE  | Operação   | Paracatu - MG               | Fóssil          |                    | Óleo Diesel              | 120                     | 120                  |
| Sobar  | UTE  | Operação   | Esírito Santo do Turvo - SP | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 3864                    | 3864                 |
| Sobradinho   | UHE  | Operação   | Juazeiro - BA               | SP              |                    |                          | 1050300                 | 1050300              |
| Sobrado  | PCH  | Operação   | Taguatinga - TO             | PIE             |                    |                          | 4820                    | 4820                 |
| Sobragi  | UHE  | Operação   | Belmira Braga - MG          | APE             |                    |                          | 60000                   | 60000                |
| Sociedade Assistencial Bandeirante                   | UTE  | Operação   | Taubaté - SP                | Fóssil          |                    | Óleo Diesel              | 320                     | 320                  |
| Sociedade Hospitalar Samaíta no                      | UTE  | Operação   | São Paulo - SP              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 20384                   | 20384                |
| Sociedade Recreativa e de Esportes de Ribeirão Preto | UTE  | Operação   | Ribeirão Preto - SP         | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 620                     | 620                  |
| Socó   | UTE  | Operação   | Uiramutã - RR               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 65                      | 65                   |
| Socorro  | CGH  | Operação   | Socorro - SP                | SP              |                    |                          | 1000                    | 1000                 |
| Sol  | UTE  | Operação   | Serra - ES                  | APE             | Outros             | Efluente Gasoso          | 196520                  | 196520               |
| Soledade   | CGH  | Operação   | Fontoura Xavier - RS        | APE             |                    |                          | 807,5                   | 882                  |
| Solonorte  | UTE  | Outorga    | Comodoro - MT               | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira      | 800                     |                      |
| Solvay   | UTE  | Operação   | Santo André - SP            | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 12600                   | 12600                |
| Sonda - Penha  | UTE  | Operação   | São Paulo - SP              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 691                     | 691                  |
| Sonda - Santo Amaro                                  | UTE  | Operação   | São Paulo - SP              | APE-COM         | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1800                    | 1800                 |

| Nome Correto no BIG                 | Tipo | Estágio  | Município                     | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|-------------------------------------|------|----------|-------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Sonda - São Bernardo                | UTE  | Operação | São Bernardo do Campo - SP    | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2230                    | 2160                 |
| Sonora                              | UTE  | Outorga  | Sonora - MS                   | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 25000                   |                      |
| Sopasta I                           | CGH  | Operação | Tangará - SC                  | APE             |                    |                           | 928                     | 928                  |
| Sopasta II                          | CGH  | Outorga  | Tangará - SC                  | APE             |                    |                           | 980                     | 980                  |
| Sorocaba Refrescos                  | UTE  | Operação | Sorocaba - SP                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 740                     | 740                  |
| Soure                               | UTE  | Operação | Soure - PA                    | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3807                    | 3470                 |
| Souza Cruz Cachoeirinha             | UTE  | Operação | Cachoeirinha - RS             | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 2952                    | 2952                 |
| Spessato                            | PCH  | Outorga  | Erval Velho - SC              |                 |                    |                           | 2380                    |                      |
| Stepie Ulb                          | UTE  | Operação | Canoas - RS                   | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 3300                    | 3300                 |
| Stollberg                           | UTE  | Outorga  | Guaratinguetá - SP            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 352                     |                      |
| STV                                 | UTE  | Operação | Cesário Lange - SP            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2130                    | 1420                 |
| Styroplast Espumas Industriais      | UTE  | Operação | Cotia - SP                    |                 | Fóssil             | Óleo Diesel               | 208                     | 208                  |
| Suape II                            | UTE  | Outorga  | Cabo de Santo Agostinho - PE  | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 355680                  |                      |
| Suape, CGDc, Kobilitz Energia Ltda. | UTE  | Operação | Cabo de Santo Agostinho - PE  | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 4000                    | 4000                 |
| Sucundurí                           | UTE  | Outorga  | Apuí - AM                     | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 100                     |                      |
| Sucupira                            | PCH  | Operação | Jaciara - MT                  |                 | PIE                |                           | 4500                    | 4500                 |
| Suíça                               | UHE  | Operação | Santa Leopoldina - ES         | SP              |                    |                           | 31590                   | 30060                |
| Sul Catarinense                     | UTE  | Outorga  | Treviso - SC                  | PIE             | Fóssil             | Carvão Mineral            | 440300                  |                      |
| Sul Gás                             | UTE  | Operação | Volta Redonda - RJ            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 410                     | 410                  |
| Sumaúma                             | UTE  | Operação | Marechal Deodoro - AL         | APE-COM         | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 4000                    | 4000                 |
| Sumidouro                           | PCH  | Operação | Bom Jesus do Galho - MG       | SP              |                    |                           | 2120                    | 2120                 |
| Sumidouro                           | PCH  | Outorga  | Conceição do Mato Dentro - MG | PIE             |                    |                           | 13000                   |                      |
| Supercenter Tijuca                  | UTE  | Operação | Rio de Janeiro - RJ           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1408                    | 1408                 |
| Supermercado Guanabara              | UTE  | Operação | Rio de Janeiro - RJ           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 728                     | 728                  |
| Supermercado Shibata Taubaté        | UTE  | Outorga  | Taubaté - SP                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 445                     |                      |
| Surpresa                            | UTE  | Operação | Guajará-Mirim - RO            | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 188                     | 188                  |
| Surumú                              | UTE  | Operação | Pacaraima - RR                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 332                     | 332                  |
| Suzano                              | UTE  | Operação | Suzano - SP                   | APE             | Fóssil             | Gás Natural               | 39900                   | 38400                |
| Sykue I                             | UTE  | Outorga  | São Desiderio - BA            | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 30000                   |                      |
| System Marketing                    | UTE  | Operação | Osasco - SP                   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 65                      | 65                   |
| T.K.S. Tatuapé                      | UTE  | Operação | São Paulo - SP                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1056                    | 1056                 |
| Tabajara                            | UTE  | Operação | Machadinho D'Oeste - RO       | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 97                      | 97                   |

| Nome Correto no BIG             | Tipo | Estágio    | Município                    | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---------------------------------|------|------------|------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Tabatinga                       | UTE  | Operação   | Tabatinga - AM               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 15020                   | 15020                |
| Tabocas                         | CGH  | Operação   | Santa Teresa - ES            | SP              |                    |                           | 464                     | 464                  |
| Taguatinga                      | PCH  | Operação   | Taguatinga - TO              | SP              |                    |                           | 1800                    | 1750                 |
| Taiáno                          | UTE  | Operação   | Alto Alegre - RR             | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 500                     | 500                  |
| Taioba Albatroz                 | EOL  | Construção | São Gonçalo do Amarante - CE | PIE             |                    |                           | 16500                   |                      |
| Tamanduá                        | CGH  | Operação   | Porto União - SC             | APE             |                    |                           | 38,4                    | 38                   |
| Tambaqui                        | UTE  | Operação   | Manaus - AM                  | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 83280                   | 83280                |
| Tamboril                        | PCH  | Outorga    | Arenópolis - GO              | PIE             |                    |                           | 21996                   |                      |
| Tapauá                          | UTE  | Operação   | Tapauá - AM                  | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3780                    | 3780                 |
| Tapauirama                      | CGH  | Operação   | Uberaba - MG                 | APE             |                    |                           | 76                      | 76                   |
| Tapurah                         | UTE  | Operação   | Tapurah - MT                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2281,6                  | 2281,6               |
| Taquaruçu (Escola Politécnica)  | UHE  | Operação   | Sandovalina - SP             | PIE             |                    |                           | 554000                  | 554000               |
| Tarauacá                        | UTE  | Operação   | Tarauacá - AC                | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3944                    | 3725                 |
| Tefé                            | UTE  | Operação   | Tefé - AM                    | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 16482                   | 16482                |
| Telegráfica                     | PCH  | Construção | Campos de Júlio - MT         | PIE             |                    |                           | 30000                   |                      |
| Tepedquem                       | UTE  | Operação   | Amajari - RR                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 65                      | 65                   |
| Terminal de Aviação Geral (TAG) | UTE  | Operação   | Fortaleza - CE               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 216                     | 216                  |
| Terminal Sacomã                 | UTE  | Outorga    | São Paulo - SP               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 248                     |                      |
| Terminal Teotônio               | UTE  | Outorga    | São Paulo - SP               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 64                      |                      |
| Termo Norte I                   | UTE  | Operação   | Porto Velho - RO             | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 68000                   | 68000                |
| Termo Norte II                  | UTE  | Operação   | Porto Velho - RO             | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 426530                  | 349950               |
| Termoalagoas                    | UTE  | Outorga    | Messias - AL                 | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 143176                  |                      |
| Termocabos                      | UTE  | Operação   | Cabo de Santo Agostinho - PE | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 97027                   | 48000                |
| Termocana                       | UTE  | Operação   | São Carlos do Ivaí - PR      | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 8200                    | 8200                 |
| Termoceará                      | UTE  | Operação   | Caucaia - CE                 | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 220000                  | 242000               |
| Termomanaus                     | UTE  | Construção | Cabo de Santo Agostinho - PE | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 156.150                 |                      |
| Termomaranhão                   | UTE  | Outorga    | São Luís - MA                | PIE             | Fóssil             | Carvão Mineral            | 350200                  |                      |
| Termomecânica                   | UTE  | Operação   | São Bernardo do Campo - SP   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 4924                    | 3824                 |
| Termonordeste                   | UTE  | Outorga    | Santa Cruz - RN              | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 170760                  |                      |
| Termopantanai (Ex-MPX Termo)    | UTE  | Outorga    | Corumbá - MS                 | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 241250                  |                      |
| Termoparaíba                    | UTE  | Outorga    | Conde - PB                   | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 170760                  |                      |
| Termopernambuco                 | UTE  | Operação   | Ipojuca - PE                 | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 532756                  | 532756               |

| Nome Correto no BIG         | Tipo | Estágio  | Município                   | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|-----------------------------|------|----------|-----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Termosergipe (Fases I e II) | UTE  | Outorga  | Carmópolis - SE             | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 135000                  | 0                    |
| Terra Nova                  | UTE  | Operação | Careiro da Várzea - AM      | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 80                      | 50                   |
| Terra Preta                 | UTE  | Operação | Caracarái - RR              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 24                      | 24                   |
| Terra Santa                 | UTE  | Operação | Terra Santa - PA            | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1400                    | 1344                 |
| Terra Santa                 | PCH  | Operação | Barra do Bugres - MT        | PIE             |                    |                           | 27400                   | 18266                |
| Terranova I                 | UTE  | Operação | Rio Negrinho - SC           | APE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 3000                    | 3000                 |
| TGN                         | UTE  | Operação | Cerqueira César - SP        | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 1200                    | 1200                 |
| Theodoro Schlickmann        | CGH  | Operação | Braço do Norte - SC         | APE             |                    |                           | 951,2                   | 371                  |
| Tigre                       | PCH  | Outorga  | Mangueirinha - PR           | PIE             |                    |                           | 9000                    |                      |
| Tilibra                     | UTE  | Operação | Bauru - SP                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 1450                    | 1450                 |
| Toca                        | CGH  | Operação | São Francisco de Paula - RS | SP              |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Toca do Tigre               | PCH  | Outorga  | Braga - RS                  | PIE             |                    |                           | 12000                   |                      |
| Tocantinópolis              | UTE  | Outorga  | Tocantinópolis - TO         | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível          | 165000                  |                      |
| Toledo                      | UTE  | Operação | Toledo - PR                 | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 3000                    | 3000                 |
| Tombos                      | PCH  | Operação | Tombos - MG                 | SP              |                    |                           | 2880                    | 2880                 |
| Tonantins                   | UTE  | Operação | Tonantins - AM              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2340                    | 2340                 |
| Tonet                       | CGH  | Operação | Água Doce - SC              | COM             |                    |                           | 760                     | 760                  |
| Torah                       | UTE  | Operação | Salvador - BA               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 720                     | 720                  |
| Total                       | UTE  | Outorga  | Bambuí - MG                 | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 40000                   |                      |
| Total Química               | UTE  | Operação | Embu - SP                   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 648                     | 648                  |
| Tozzo                       | CGH  | Outorga  | Passos Maia - SC            | COM             |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Tramontina                  | UTE  | Operação | Belém - PA                  | COM             | Biomassa           | Resíduos de Madeira       | 1500                    | 1500                 |
| Trapiche                    | UTE  | Operação | Sirinhaém - PE              | APE-COM         | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 26000                   | 26000                |
| Três Capões                 | PCH  | Operação | Guarapuava - PR             | APE             |                    |                           | 1268                    | 1268                 |
| Três Irmãos                 | UHE  | Operação | Pereira Barreto - SP        | SP              |                    |                           | 1292000                 | 807500               |
| Três Marias                 | UHE  | Operação | Três Marias - MG            | SP              |                    |                           | 396000                  | 396000               |
| Três Saltos                 | CGH  | Operação | Torrinha - SP               | SP              |                    |                           | 640                     | 640                  |
| Triâlcool                   | UTE  | Operação | Caíápolis - MG              | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 15000                   | 15000                |
| Triunfo                     | UTE  | Operação | Boca da Mata - AL           | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 14000                   | 14000                |
| Trombini                    | UTE  | Operação | Fraiburgo - SC              | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 4870                    | 4870                 |
| Tronqueiras                 | PCH  | Operação | Coroaci - MG                | SP              |                    |                           | 8500                    | 8500                 |
| TRT                         | UTE  | Outorga  | Volta Redonda - RJ          | APE             | Outros             | Gás de Alto Forno         | 21000                   |                      |

| Nome Correto no BIG                                   | Tipo | Estágio    | Município                       | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível              | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---|------|------------|---------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Tubarão   | UTE  | Operação   | Fernando de Noronha - PE        | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 4095                    | 4095                 |
| Tucunaré  | CGH  | Operação   | Sapezal - MT                    | COM             |                    |                          | 220                     | 220                  |
| Tucuruí I e II  | UHE  | Operação   | Tucurui - PA                    | SP              |                    |                          | 8370000                 | 8370000              |
| Tudelândia  | PCH  | Construção | Santa Maria Madalena - RJ       | PIE             |                    |                          | 2400                    |                      |
| Tudor   | UTE  | Operação   | Bauru - SP                      | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 680                     | 680                  |
| Tuiuá   | UTE  | Operação   | Manacapuru - AM                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 424                     | 424                  |
| Tuiuti  | UTE  | Operação   | Amparo - SP                     | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 696                     | 696                  |
| Túlio Cordeiro de Mello (Ex-Granada)                  | PCH  | Operação   | Abre Campo - MG                 | PIE             |                    |                          | 15800                   | 16200                |
| Tunecó Alta   | PCH  | Outorga    | Campo Belo - MG                 | PIE             |                    |                          | 9000                    |                      |
| Turvinho (Nova do Baixo Turvinho)                     | CGH  | Operação   | São Miguel Arcanjo - SP         | SP              |                    |                          | 800                     | 800                  |
| Turvo   | UTE  | Operação   | Uariní - AM                     | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 2704                    | 2704                 |
| Uariní  | UTE  | Outorga    | Uberaba - MG                    | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 12000                   |                      |
| Uberaba   | CGH  | Operação   | Poços de Caldas - MG            | SP              |                    |                          | 70                      | 70                   |
| Ubirajara Machado Moraes                              | EOL  | Outorga    | S. Francisco de Itabapoana - RJ | PIE             |                    |                          | 800                     | 800                  |
| UEEE Maravilha  | EOL  | Outorga    | S. Francisco de Itabapoana - RJ | PIE             |                    |                          | 49600                   |                      |
| UEEE Mundéus  | EOL  | Outorga    | São João da Barra - RJ          | PIE             |                    |                          | 23800                   |                      |
| UEEE Saco Danta                                       | EOL  | Outorga    | São João da Barra - RJ          | PIE             |                    |                          | 26400                   |                      |
| UFA   | UTE  | Operação   | Presidente Prudente - SP        | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 25200                   | 25200                |
| UGPU (Messer)   | UTE  | Operação   | Jundiaí - SP                    | PIE             | Fóssil             | Gás Natural              | 7700                    | 7700                 |
| UHEB II   | CGH  | Outorga    | Turvolândia - MG                | COM             |                    |                          | 440                     | 440                  |
| Uiramutá  | UTE  | Operação   | Uiramutá - RR                   | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 600                     | 240                  |
| UJU   | UTE  | Operação   | Colorado - PR                   | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 30000                   | 30000                |
| Ulfer   | UTE  | Operação   | Itaquaquecetuba - SP            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 324                     | 324                  |
| Ulianópolis   | UTE  | Outorga    | Ulianópolis - PA                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 1800                    |                      |
| Una Açúcar e Energia                                  | UTE  | Operação   | Tamandaré - PE                  | APE-COM         | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 3000                    | 3000                 |
| Unai Baixo  | PCH  | Outorga    | Unai - MG                       | PIE             |                    |                          | 21000                   |                      |
| Unialco   | UTE  | Operação   | Guarapés - SP                   | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 38000                   | 3600                 |
| União e Indústria                                     | UTE  | Operação   | Primavera - PE                  | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 4600                    | 4600                 |
| Unidade de Geração de Energia - Área II               | UTE  | Operação   | Limeira - SP                    | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 6000                    | 6000                 |
| Unidade de Geração de Energia Elétrica - Agrenco - MT | UTE  | Outorga    | Alto Araguaia - MT              | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira      | 34000                   |                      |
| Unidade de Geração de Energia Elétrica - Agrenco - MS | UTE  | Outorga    | Caarapó - MS                    | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 21600                   |                      |
| Unidade de Navegação Aérea (UNA) de Bonsucesso        | UTE  | Operação   | Bom Sucesso de Itararé - SP     | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 24                      | 24                   |

| Nome Correto no BIG                                     | Tipo | Estágio    | Município                | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---|------|------------|--------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Unidade de Navegação Aérea (UNA) de Bragança Paulista   | UTE  | Operação   | Bragança Paulista - SP   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 12                      | 12                   |
| Unidade de Navegação Aérea (UNA) de Coxim               | UTE  | Operação   | Coxim - MS               | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 22                      | 22                   |
| Unidade de Navegação Aérea (UNA) de Rede Serra-Mar      | UTE  | Operação   | Santos - SP              | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 24                      | 24                   |
| Unidade de Navegação Aérea (UNA) de Santana do Parnaíba | UTE  | Operação   | Santana de Parnaíba - SP | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 17,6                    | 17,6                 |
| Unidade de Navegação Aérea (UNA) de Sorocaba            | UTE  | Operação   | Sorocaba - SP            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 24                      | 24                   |
| Unidade de Navegação Aérea (UNA) do Rio Claro           | UTE  | Operação   | Rio Claro - SP           | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 17,6                    | 17,6                 |
| Unidade de Navegação Aérea (UNA) Varginha               | UTE  | Operação   | Varginha - MG            | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 18                      | 18                   |
| Unidade de Tráfego Aéreo Caucalá (UTA-PCL)              | UTE  | Operação   | Caucaia - CE             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 24                      | 24                   |
| Unidade de Tráfego Aéreo Uruburetama(UTA-URT)           | UTE  | Operação   | Uruburetama - CE         | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 24                      | 24                   |
| Unidade Santo Inácio - USI                              | UTE  | Operação   | Santo Inácio - PR        | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 30000                   | 30000                |
| Unipac  | UTE  | Operação   | Pompéia - SP             | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 3500                    | 3500                 |
| Univalem  | UTE  | Operação   | Valparaíso - SP          | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 8000                    | 8000                 |
| Urbano Járaguá  | UTE  | Operação   | Jaraguá do Sul - SC      | APE-COM         | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 3000                    | 3000                 |
| Urbano São Gabriel                                      | UTE  | Operação   | São Gabriel - RS         | APE-COM         | Biomassa           | Casca de Arroz            | 2220                    | 2220                 |
| Uruba   | UTE  | Operação   | Atalaia - AL             | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 10000                   | 10000                |
| Urubu   | PCH  | Outorga    | Chupinguaia - RO         | PIE             |                    |                           | 20000                   |                      |
| Urucará   | UTE  | Operação   | Urucará - AM             | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 4500                    | 4500                 |
| Urucumacuã  | UTE  | Operação   | Pimenta Bueno - RO       | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 175                     | 183                  |
| Urucurituba (Tabocal)                                   | UTE  | Operação   | Urucurituba - AM         | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2370                    | 2370                 |
| Uruguaiana  | UTE  | Operação   | Uruguiana - RS           | PIE             | Fóssil             | Gás Natural               | 639900                  | 639900               |
| Usaciga   | UTE  | Operação   | Cidade Gaúcha - PR       | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 48600                   | 48600                |
| Usaçúcar - Terra Rica                                   | UTE  | Outorga    | Terra Rica - PR          | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 16500                   |                      |
| Usimar  | UTE  | Construção | Marabá - PA              | PIE             | Outros             | Gás de Alto Forno         | 10000                   |                      |
| Usiminas  | UTE  | Operação   | Ipatinga - MG            | APE             | Outros             | Gás de Alto Forno         | 18810                   | 18810                |
| Usiminas 2  | UTE  | Construção | Ipatinga - MG            | APE             | Outros             | Gás de Alto Forno         | 63155                   |                      |
| Usina Bertolo Açúcar e Álcool                           | UTE  | Operação   | Pirangi - SP             | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 3800                    | 3800                 |
| Usina Bom Jardim  | CGH  | Outorga    | Carandáí - MG            | COM             |                    |                           | 1000                    | 1000                 |
| Usina Bonfim  | UTE  | Outorga    | Guariba - SP             | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 59000                   |                      |
| Usina da Estação  | CGH  | Operação   | Taió - SC                | APE             |                    |                           | 400                     | 400                  |
| Usina da Pedra  | UTE  | Operação   | Serrana - SP             | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 35000                   | 35000                |
| Usina da Serra  | UTE  | Operação   | Ibaté - SP               | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 15000                   | 15000                |
| Usina do Brillante                                      | CGH  | Operação   | Taió - SC                | APE             |                    |                           | 400                     | 400                  |

| Nome Correto no BIG                                 | Tipo | Estágio  | Município                   | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível               | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|---|------|----------|-----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| Usina do Maringá                                    | CGH  | Operação | Santo Antônio do Palma - RS | APE             |                    |                           | 125                     | 125                  |
| Usina do Parque                                     | CGH  | Operação | Nova Prata - RS             | APE             |                    |                           | 160                     | 160                  |
| Usina do Posto                                      | CGH  | Operação | Ibiaçá - RS                 | APE             |                    |                           | 780                     | 780                  |
| Usina dos Moinhos                                   | CGH  | Outorga  | São João del Rei - MG       | APE             |                    |                           | 990                     | 990                  |
| Usina Eólica de Laguna                              | EOL  | Outorga  | Laguna - SC                 | PIE             |                    |                           | 3000                    |                      |
| Usina Eólica Elétrica UEE Coqueiro                  | EOL  | Outorga  | São João da Barra - RJ      | PIE             |                    |                           | 14400                   |                      |
| Usina Monte Alegre                                  | UTE  | Operação | Monte Belo - MG             | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 2500                    | 2500                 |
| Usina Nuclear Almirante Álvaro Alberto - Unidade I  | UTN  | Operação | Angra dos Reis - RJ         | SP              | Nuclear            | Urânio                    | 657000                  | 657000               |
| Usina Nuclear Almirante Álvaro Alberto - Unidade II | UTN  | Operação | Angra dos Reis - RJ         | SP              | Nuclear            | Urânio                    | 1350000                 | 1350000              |
| Usina São Luiz                                      | UTE  | Operação | Ouriinhos - SP              | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 16000                   | 16000                |
| Usina Vale  | UTE  | Operação | Onda Verde - SP             | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 4400                    | 4400                 |
| UTE SMTE - Subestação Paracatu                      | UTE  | Operação | Paracatu - MG               | Fóssil          |                    | Óleo Diesel               | 120                     | 120                  |
| Vale da Esperança                                   | EOL  | Outorga  | Touros - RN                 | PIE             |                    |                           | 29700                   |                      |
| Vale do Anari                                       | UTE  | Operação | Vale do Anari - RO          | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 2368                    | 2368                 |
| Vale do Ivaí  | UTE  | Operação | São Pedro do Ivaí - PR      | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 18400                   | 18400                |
| Vale do Paranaíba                                   | UTE  | Operação | Capinópolis - MG            | COM             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 5000                    | 5000                 |
| Vale do Rosário                                     | UTE  | Operação | Morro Agudo - SP            | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 93000                   | 93000                |
| Vale do Verdão                                      | UTE  | Operação | Turvelândia - GO            | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 23400                   | 23400                |
| Vale do Verdão 2                                    | UTE  | Outorga  | Itumbiara - GO              | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 4720                    |                      |
| Valinho   | UTE  | Operação | Divinópolis - MG            | APE             | Outros             | Gás de Alto Forno         | 2000                    | 2000                 |
| Varginha  | CGH  | Outorga  | Igrapiúna - BA              | não ID          |                    |                           | 300                     | 300                  |
| Varginha  | PCH  | Outorga  | Chalé - MG                  | PIE             |                    |                           | 7000                    |                      |
| Varginha Jelu                                       | PCH  | Operação | Anitápolis - SC             | PIE             |                    |                           | 2000                    | 2000                 |
| Várzea Alegre                                       | PCH  | Outorga  | Conceição de Ipanema - MG   | PIE             |                    |                           | 7000                    |                      |
| VCP-MS  | UTE  | Outorga  | Três Lagoas - MS            | PIE             | Biomassa           | Licor Negro               | 175100                  |                      |
| Veracel   | UTE  | Operação | Eunápolis - BA              | APE-COM         | Biomassa           | Licor Negro               | 126600                  | 126600               |
| Verde 4A  | PCH  | Outorga  | Águia Clara - MS            | PIE             |                    |                           | 19000                   |                      |
| Veríssimo   | UTE  | Operação | Veríssimo - MG              | APE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 5000                    | 5000                 |
| Vertente  | UTE  | Operação | Guaraci - SP                | PIE             | Biomassa           | Bagacço de Cana de Açúcar | 8000                    | 8000                 |
| Vesuvius  | UTE  | Operação | Rio de Janeiro - RJ         | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel               | 709                     | 709                  |
| Vetorial  | UTE  | Operação | Ribas do Rio Pardo - MS     | APE             | Outros             | Gás de Alto Forno         | 5400                    | 3500                 |

| Nome Correto no BIG               | Tipo | Estágio  | Município                 | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível              | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|-----------------------------------|------|----------|---------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Viana                             | UTE  | Outorga  | Viana - ES                | PIE             | Fóssil             | Óleo Combustível         | 170760                  |                      |
| Viçosa (Bicame)                   | PCH  | Operação | Conceição do Castelo - ES | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 4500                    | 4000                 |
| Videoplast                        | UTE  | Operação | Videira - SC              | APE             | Biomassa           | Carvão Vegetal           | 2000                    | 2000                 |
| Viena                             | UTE  | Operação | Açailândia - MA           | APE             |                    | Óleo Diesel              | 7200                    | 7200                 |
| Vier Indústria e Comércio do Mate | UTE  | Operação | São Mateus do Sul - PR    | Fóssil          |                    | Óleo Diesel              | 168                     | 168                  |
| Vigário (Elevatória)              | UHE  | Operação | Pirai - RJ                | SP              |                    | Óleo Diesel              | 90820                   | 90820                |
| Vila Amazônia                     | UTE  | Operação | Parintins - AM            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 360                     | 360                  |
| Vila Antônio Campos               | UTE  | Operação | Cantá - RR                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 24                      | 24                   |
| Vila Augusto Monte Negro          | UTE  | Operação | Urucurituba - AM          | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 450                     | 450                  |
| Vila Bittencourt                  | UTE  | Operação | Vila Bittencourt - AM     | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 444                     | 444                  |
| Vila Brasil                       | UTE  | Operação | Amajari - RR              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 900                     | 900                  |
| Vila Cachoeirinha                 | UTE  | Operação | Caracaraí - RR            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 57                      | 57                   |
| Vila Caiambé                      | UTE  | Operação | Tefé - AM                 | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 420                     | 420                  |
| Vila Caicubi                      | UTE  | Operação | Caracarai - RR            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 48                      | 48                   |
| Vila Central                      | UTE  | Operação | Cantá - RR                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 280                     | 280                  |
| Vila da Penha                     | UTE  | Operação | Mucajá - RR               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 10                      | 10                   |
| Vila Dona Cota                    | UTE  | Operação | Rorainópolis - RR         | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 10                      | 10                   |
| Vila dos Palmares                 | UTE  | Outorga  | Tailândia - PA            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 200                     |                      |
| Vila Extrema                      | UTE  | Operação | Porto Velho - RO          | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 2450                    | 2450                 |
| Vila Floresta                     | UTE  | Operação | Rorainópolis - RR         | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 24                      | 24                   |
| Vila Itaquera                     | UTE  | Operação | Rorainópolis - RR         | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 24                      | 24                   |
| Vila Mandi                        | UTE  | Operação | Santana do Araguaia - PA  | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 720                     | 720                  |
| Vila Milagre                      | UTE  | Operação | Normandia - RR            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 10                      | 10                   |
| Vila Remanso                      | UTE  | Operação | Rorainópolis - RR         | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 26,4                    | 26                   |
| Vila Rica                         | UTE  | Operação | Vila Rica - MT            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 9250                    | 9250                 |
| Vila Sacambu                      | UTE  | Operação | Manacapuru - AM           | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 362                     | 362                  |
| Vila São José                     | UTE  | Operação | Caracaraí - RR            | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 65                      | 65                   |
| Vila Urucurituba                  | UTE  | Operação | Autazes - AM              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 280                     | 280                  |
| Vila Vilena                       | UTE  | Operação | Bonfim - RR               | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 120                     | 120                  |
| Vilhena                           | UTE  | Operação | Vilhena - RO              | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 23750                   | 23750                |
| Viralcool                         | UTE  | Operação | Pitangueiras - SP         | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 20000                   | 20000                |
| Virgolino de Oliveira - Itapira   | UTE  | Operação | Itapira - SP              | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 5800                    | 5800                 |

| Nome Correto no BIG         | Tipo | Estágio    | Município                     | Destino Energia | Classe Combustível | Combustível              | Potência Outorgada (kW) | Potência Fiscalizada |
|-----------------------------|------|------------|-------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Vista Alegre                | UTE  | Operação   | Caracarai - RR                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 160                     | 160                  |
| Vista Alegre do Abunã       | UTE  | Operação   | Porto Velho - RO              | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 4225                    | 4225                 |
| Vista Alegre                | UTE  | Operação   | Itapetininga - SP             | APE-COM         | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 4000                    | 1200                 |
| Victoria                    | EOL  | Outorga    | Mataraca - PB                 | PIE             |                    |                          | 4250                    |                      |
| Victoria Apart Hospital     | UTE  | Operação   | Serra - ES                    | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 2100                    | 2100                 |
| Victorino                   | PCH  | Operação   | Itapejara d'Oeste - PR        | PIE             |                    |                          | 5280                    | 5280                 |
| Volta do Rio                | EOL  | Construção | Acaráu - CE                   | PIE             |                    |                          | 42000                   |                      |
| Volta Grande                | UHE  | Operação   | Conceição das Alagoas - MG    | SP              |                    |                          | 380000                  | 380000               |
| Volta Grande                | UTE  | Operação   | Conceição das Alagoas - MG    | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 54938                   | 54938                |
| Votorantim                  | PCH  | Operação   | Votorantim - SP               | APE             |                    |                          | 3000                    | 3000                 |
| Vulcabras                   | UTE  | Operação   | Horizonte - CE                | APE-COM         | Fóssil             | Gás Natural              | 4980                    | 4980                 |
| W. Egido                    | CGH  | Operação   | Unaí - MG                     | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 20                      | 20                   |
| Wal Mart Combo - Goiânia    | UTE  | Operação   | Goiânia - GO                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 960                     | 960                  |
| Wal Mart Sams Vitória       | UTE  | Operação   | Itapira - ES                  | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 640                     | 640                  |
| Wal Mart Supercenter Franca | UTE  | Operação   | Franca - SP                   | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 648                     | 648                  |
| Wal Mart Vila Guilherme     | UTE  | Operação   | São Paulo - SP                | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 960                     | 960                  |
| Wal-Mart Sorocaba           | UTE  | Operação   | Sorocaba - SP                 | APE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 960                     | 960                  |
| Wasser Kraft                | CGH  | Outorga    | Palma Sola - SC               | COM             |                    |                          | 1000                    | 1000                 |
| WD                          | UTE  | Operação   | João Pinheiro - MG            | PIE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 12000                   | 2000                 |
| Weatherford                 | UTE  | Operação   | Caxias do Sul - RS            | APE             | Fóssil             | Gás Natural              | 334                     | 334                  |
| Wiggers                     | CGH  | Outorga    | Santa Rosa de Lima - SC       | COM             |                    |                          | 600                     | 600                  |
| Winimport                   | UTE  | Operação   | Imbituba - PR                 | PIE             | Biomassa           | Resíduos de Madeira      | 11500                   | 11500                |
| Xanxeré                     | UTE  | Outorga    | Xanxeré - SC                  | PIE             | Biomassa           | Biogás                   | 30000                   |                      |
| Xapuri                      | UTE  | Operação   | Xapuri - AC                   | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 2585                    | 2722                 |
| Xavante                     | EOL  | Outorga    | Pombos - PE                   | PIE             |                    |                          | 4250                    |                      |
| Xavantes Aruanã             | UTE  | Operação   | Goiânia - GO                  | PIE             | Fóssil             | Óleo Diesel              | 53576                   | 53576                |
| Xavier                      | PCH  | Operação   | Nova Friburgo - RJ            | SP              |                    |                          | 5280                    | 5280                 |
| Xicão                       | PCH  | Operação   | Campainha - MG                | SP              |                    |                          | 1808                    | 1808                 |
| Xingó                       | UHE  | Operação   | Canindé de São Francisco - SE | SP              |                    |                          | 3162000                 | 3162000              |
| Xumina                      | UTE  | Operação   | Normandia - RR                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 14,4                    | 14,4                 |
| Zanin                       | UTE  | Operação   | Araraquara - SP               | APE             | Biomassa           | Bagaço de Cana de Açúcar | 8000                    | 8000                 |
| Zé Açu                      | UTE  | Operação   | Parintins - AM                | SP              | Fóssil             | Óleo Diesel              | 200                     | 200                  |



Produção editorial e gráfica  
**tda**comunicação  
an altran company



A versão digital do Atlas de Energia Elétrica do Brasil está disponível também na página eletrônica da Agência Nacional de Energia Elétrica [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br) nos links “Informações Técnicas”, “Educação, Pesquisa e Desenvolvimento”, “Central de Notícias” e “Espaço do Empreendedor”.