3
Análise da indústria de alumínio e do setor de energia elétrica

3.1.
A indústria do alumínio

Apesar de ter sido utilizado por antigas civilizações, o alumínio é considerado o metal mais recente em termos de utilização em escala industrial, tendo começado a ser produzido comercialmente há cerca de 150 anos. Nesse relativamente curto período de existência desta indústria, foi observada uma forte expansão, acompanhada de um importante aumento no consumo do metal.

De acordo com a World Metal Statistics (site ABAL) foram produzidos em 2006 aproximadamente 34 milhões de toneladas de alumínio primário em 46 países distribuídos em seis regiões geográficas. Nesse contexto o Brasil possui a sexta maior produção mundial, atrás de China, Rússia, Canadá, Estados Unidos e Austrália.

Ressaltando este posicionamento do Brasil entre os principais atores na indústria de alumínio, cabe salientar que o país é o quarto maior produtor mundial de alumina e o quinto maior exportador de alumínio primário, além de possuir a terceira maior jazida de bauxita do planeta.

O crescimento significativo do consumo de alumínio e o desenvolvimento desta indústria ressaltam a importância que o metal assumiu na indústria moderna, tendo em vista também a grande variedade de suas aplicações. Suas características físico-químicas permitem que o metal seja utilizado em uma grande diversidade de produtos, atingindo mercados consumidores de diferentes setores, dos quais se destacam os setores de transporte, automotivos e de construção civil.

O alumínio não ocorre naturalmente em sua forma metálica. O processo de obtenção de alumínio primário divide-se em três etapas: Mineração, Refinaria e Redução. Sua cadeia produtiva tem início com a exploração da bauxita, que depois de extraída passa por um processo químico conhecido como processo Bayer que dará origem a alumina (óxido de alumínio – Al2O3). Em seguida, a

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0813057/CA

alumina é utilizada como matéria-prima na produção do alumínio metálico através da redução eletrolítica, processo conhecido como processo Hall-Héroult, que envolve um intenso consumo de energia elétrica.

O esquema da figura 2 ilustra as principais etapas do processo de obtenção do alumínio primário, conforme descrito pela Associação Brasileira de Alumínio (ABAL).

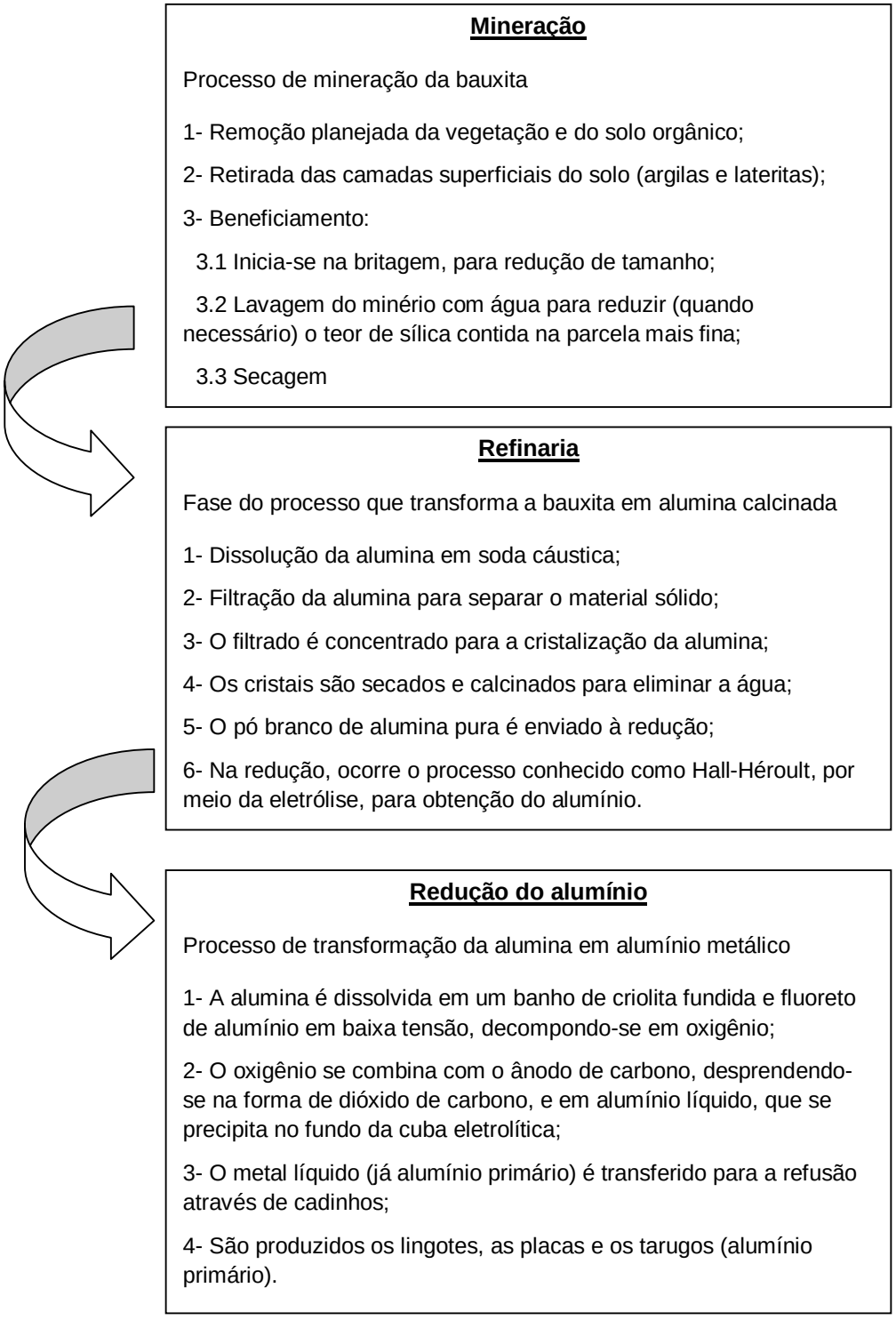

Figura 1: Etapas do processo de obtenção de alumínio, fonte: ABAL

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0813057/CA

Conforme mencionado anteriormente nesse trabalho, a produção de alumínio é extremamente dependente de energia elétrica, sendo esta consumida de maneira intensiva durante a etapa de redução e representando um de seus principais insumos no processo produtivo nos *smelters*.

A tabela 2 indica os principais insumos utilizados na produção do alumínio primário através do processo de redução.

Insumos para a produção de alumínio primário (ano-base 2003)	
Alumina	1919 kg/t Al
Energia elétrica	15,0 MWhcc/t Al
Criolita	8,0 kg/t
Fluoreto de alumínio	19,7 kg/t
Coque de petróleo	0,384 kg/kg Al
Piche	0,117 kg/kg Al
Óleo combustível	44,2 kg/t

Tabela 2: Insumos da produção de alumínio primário, fonte: ABAL

Com relação à participação dos insumos de produção no custo do alumínio, pode-se observar o impacto dos principais itens de custo em termos percentuais, conforme referências da ABAL descritas na tabela 3:

Item de custo	Participação no custo
Alumina	27,5%
Energia	26,7%
Outros custos	21,5%
Outras matérias-primas	12,6%
Mão-de-obra	11,7%

Tabela 3: Custos de produção, fonte: ABAL

Como pode ser observado, a energia elétrica é um dos principais itens de custo na produção do alumínio, fato que já foi destacado neste trabalho e que representa um dos motivadores desta proposta de estudo, principalmente considerando que a rentabilidade e até mesmo a existência das operações em *smelters* estão diretamente ligadas ao acesso à energia elétrica a custos competitivos.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0813057/CA

Conforme destacado pelo jornal O Estado de São Paulo através de nota publicada em 12 de maio de 2010 em seu portal da internet (www.estadao.com.br), a Votorantin, uma das principais empresas atuantes no setor de alumínio no país, “está indo para Trinidad Tobago operar uma fundição de alumínio para fugir dos altos custos de energia no Brasil”.

Além da importância de seu custo somam-se também outros fatores relevantes associados à energia elétrica, que tornam ainda mais complexa a dependência deste insumo. Questões relacionadas ao fornecimento podem ameaçar a operação e comprometer a produtividade das indústrias de alumínio. Ademais das incertezas relativas à disponibilidade, é importante destacar a presença de alta volatilidade nos preços da energia elétrica, tema que será aprofundado na sequência deste estudo.

3.2.
O setor de energia elétrica no brasil

3.2.1.
Breve histórico

Para entendermos a conjuntura do setor de energia elétrica no Brasil é importante observarmos o contexto histórico e a trajetória de desenvolvimento deste setor no país.

As atividades que deram origem ao setor elétrico no Brasil tiveram início ainda no século XIX, quando a economia do país era essencialmente agrária e passava a mostrar os primeiros sinais da industrialização e estimular setores urbanos da economia. A partir daí, o crescimento da demanda da indústria e da concentração populacional em centros urbanos impulsionaram o uso da energia elétrica e o desenvolvimento do setor.

Embora tenha sido no ano de 1883 que se inaugurou na cidade de Campos (RJ) a primeira central geradora, e também quando se construiu a primeira hidrelétrica brasileira em Diamantina (MG), foi apenas a partir de 1920 que se verificou um processo de ampliação constante na quantidade de usinas hidrelétricas instaladas no país. Esse crescimento associado ao crescimento industrial da época acarretou na necessidade de se executar projetos de maior porte, dando-se então um processo de consolidação das empresas do setor.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0813057/CA

Nesse ínterim, continuaram surgindo empreendimentos pontuais, como foi o caso da Light, que chegou ao Brasil em 1899 e foi responsável pela construção da Usina Hidrelétrica Parnaíba, no rio Tietê, entre os anos de 1899 e 1901. Em seguida, em 1905, a Light iniciou a construção da Usina de Fontes, localizada no município de Piraí, no Estado do Rio de Janeiro.

Na década de 1930 o governo passou a assumir um papel intervencionista na gestão do setor de águas e energia elétrica com a formalização do Código de Águas. Os contratos até então regionais passaram a ser legislados através de concessões do governo federal e são criados critérios para o estabelecimento de preços que garantissem ao prestador do serviço a cobertura das despesas de operação e a remuneração do capital investido.

Seguindo o movimento de consolidação, durante as décadas de 1940 e 1950, as usinas passaram a seguir uma tendência mundial e se tornaram cada vez maiores visando reduções nos custos de instalação e geração. Essa concentração no setor distribuída entre poucas empresas privadas permitia que estas praticassem altos preços e influenciassem os rumos do crescimento econômico no país.

Durante a década de 1940 o Estado amplia sua atuação passando a atuar diretamente na produção através da criação da Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF) em 1945, que juntamente com outras companhias de energia elétrica, passou a ser associada à Eletrobrás (Centrais Elétricas brasileiras S.A.), quando da sua criação no início dos anos 60.

Ao final da década de 1970, todas as concessionárias do setor tinham capital nacional, situação que só se alterou nos anos 90, com iniciativas de reorganização do setor que visam reduzir a presença do Estado na economia e que determinaram o reconhecimento do produtor independente de energia e na inclusão da Eletrobrás no Programa Nacional de Desestatização.

Com essa mudança de posicionamento do governo houve também a desverticalização da cadeia produtiva e a desregulamentação de algumas áreas, acarretando em uma nova configuração dos agentes do setor. Foram criadas a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em 1996, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos em 1997, o Mercado Atacadista de Energia (MAE) e o Operador Nacional do Sistema (ONS), em 1998.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0813057/CA

O governo seguiu na década seguinte com iniciativas que suportassem a reorganização do setor. Após vivenciar em 2001 uma crise energética determinada pela sensível baixa nos reservatórios das usinas após período de chuvas escassas e na dependência de um modelo de geração essencialmente hidrelétrico, o governo criou a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), no lugar do antigo Mercado Atacadista de Energia (MAE).

O quadro da figura 3 ilustra os principais agentes do setor elétrico brasileiro e sua organização institucional:

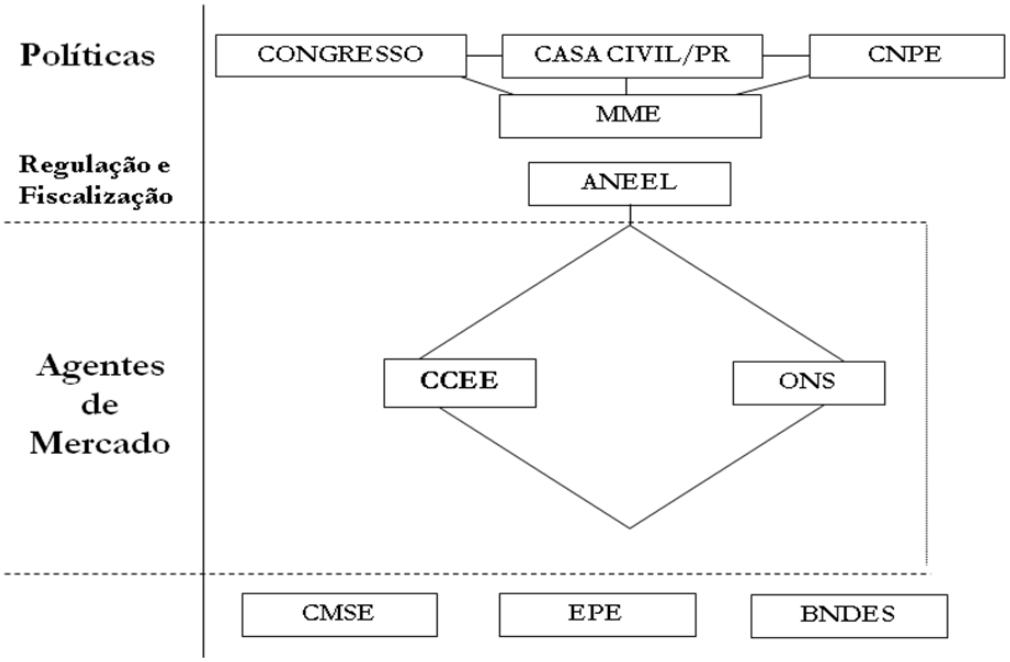

Figura 3: Agentes do setor elétrico brasileiro, fonte: MME

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0813057/CA

Complementando o esquema, a tabela 4 descreve resumidamente a função destes agentes:

Agente	Função
CNPE	Homologação de políticas
MME	Formulação de políticas e planejamento
EPE	Estudos e pesquisas para o planejamento energético brasileiro
CMSE	Avaliação da segurança do suprimento de energia elétrica do país
ANEEL	Regulação das atividades do setor
CCEE	Organização das atividades de comercialização de energia no sistema interligado
ONS	Coordenação e controle da operação dos ativos de geração e transmissão do sistema integrado nacional

Tabela 4: Funções dos principais agentes do setor, fonte: MME

3.2.2. Características do setor no Brasil

Desde o início de seu desenvolvimento o setor de energia elétrico já assumia características diferenciadas dos demais países de vanguarda industrial que adotavam principalmente a termoeletricidade, apresentando uma forte predominância de instalações hidrelétricas. A geografia brasileira, com dimensões continentais e a uma grande quantidade de bacias hidrográficas, favoreceu essa tendência que se manteve em vigor ao longo dos anos e pode ser observada até os dias atuais.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0813057/CA

Os gráficos das figuras 4 a 7, publicados pelo Ministério de Minas e Energia, destacam esse aspecto da composição da matriz energética brasileira:

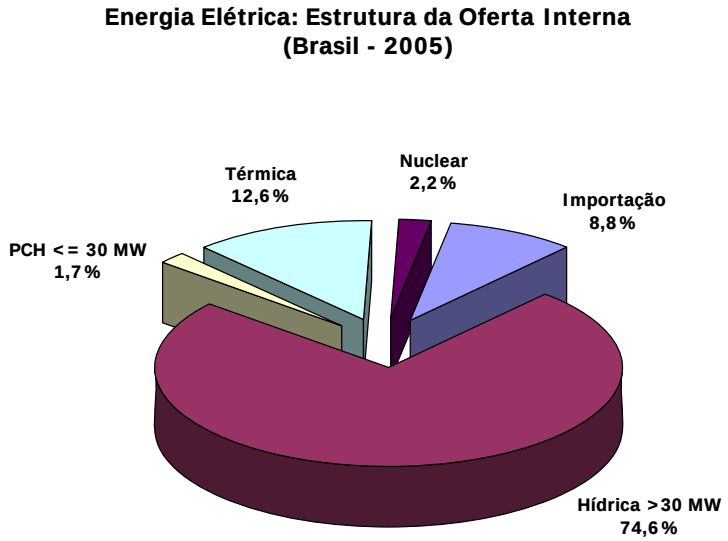

Figura 4: Oferta Interna de Energia Elétrica, fonte: MME

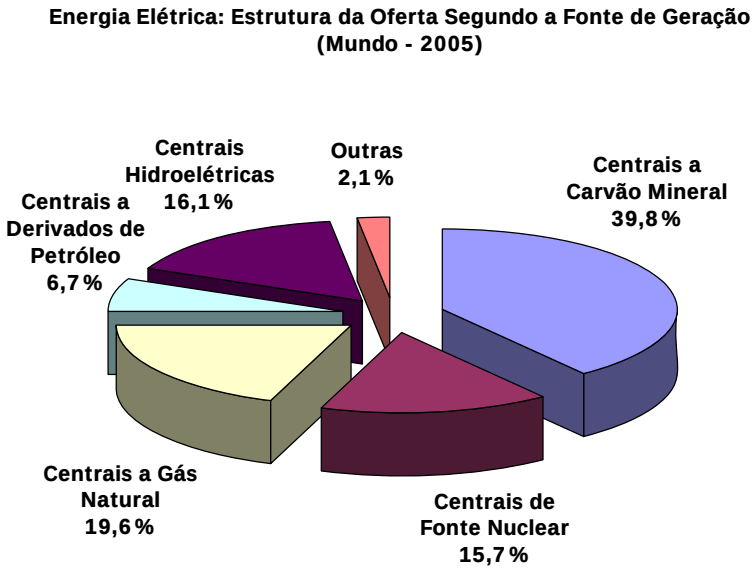

Figura 5: Mundial de Energia Elétrica, fonte: MME

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0813057/CA

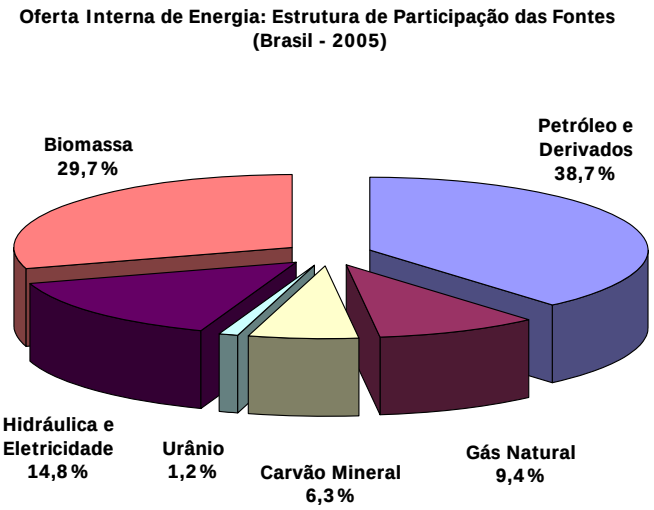

Figura 6: Oferta Interna de Energia, fonte: MME

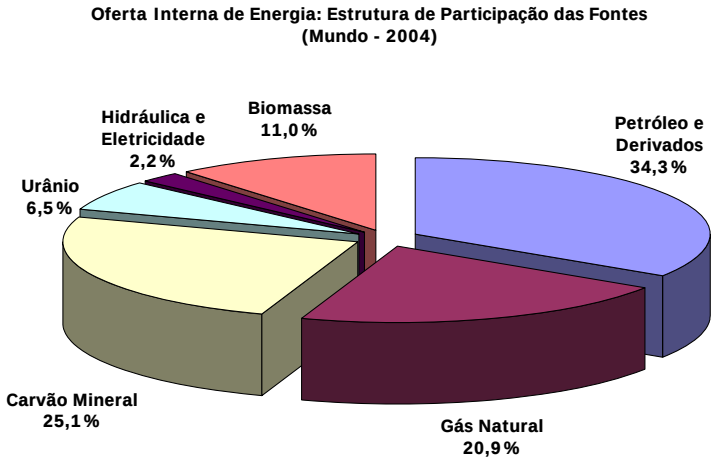

Figura 7: Oferta Mundial de Energia, fonte: MME

Outro aspecto que merece ser contextualizado é a questão da oferta e demanda por energia. Apesar dos esforços para que haja uma oferta de energia compatível com as expectativas de crescimento do consumo, esse descasamento vem sendo observado e pode se agravar ainda mais, podendo impactar drasticamente os preços de energia elétrica, conforme destacado pelo CBIEE (Câmara Brasileira de Investidores em Energia Elétrica).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0813057/CA

Além da magnitude dos investimentos necessários para promover o suprimento de energia, o horizonte de tempo necessário para que estes empreendimentos sejam concluídos pode levar vários anos. Considerando o momento econômico em que o Brasil está passando, sendo considerado como uma das principais economias emergentes do planeta com expectativa de altas taxas de crescimento, essa situação pode se tornar ainda mais comprometedora.

A tabela 5 indica as previsões de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil e de Mundo, segundo dados do Fundo Monetário Internacional (FMI).

PIB (%)	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Brasil	5,5%	4,1%	4,1%	4,1%	4,1%	4,1%
Mundo	3,3%	3,4%	3,6%	3,6%	3,7%	3,7%

Tabela 5: Crescimento percentual projetado, fonte: FMI – abril/2010

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0813057/CA

É importante atentar para a indicação de especialistas que apontam potencial ainda maior para o crescimento do Brasil, não fossem as limitações relacionadas à infra-estrutura, e particularmente no fornecimento de energia. Segundo publicado no portal da Revista Exame (http://portalexame.abril.com.br/), o crescimento da demanda por energia em relação a sua oferta causa um desequilíbrio que pode acarretar em aumento substancial nos preços de energia elétrica. O texto ressalta ainda o impacto relacionado a decisões abortadas de novos investimentos em função do aumento do risco de desabastecimento de energia.

Pode-se observar nos gráficos das figuras 8 e 9, essa tendência de crescimento no consumo por energia, conforme dados divulgados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE). É interessante elucidar que a diferença entre as curvas de produção interna e consumo representam a necessidade de importação de energia, sendo que no caso da eletricidade, figura 9, essa diferença representa essencialmente a eletricidade proveniente da Usina Hidrelétrica de Itaipu originada no Paraguai.

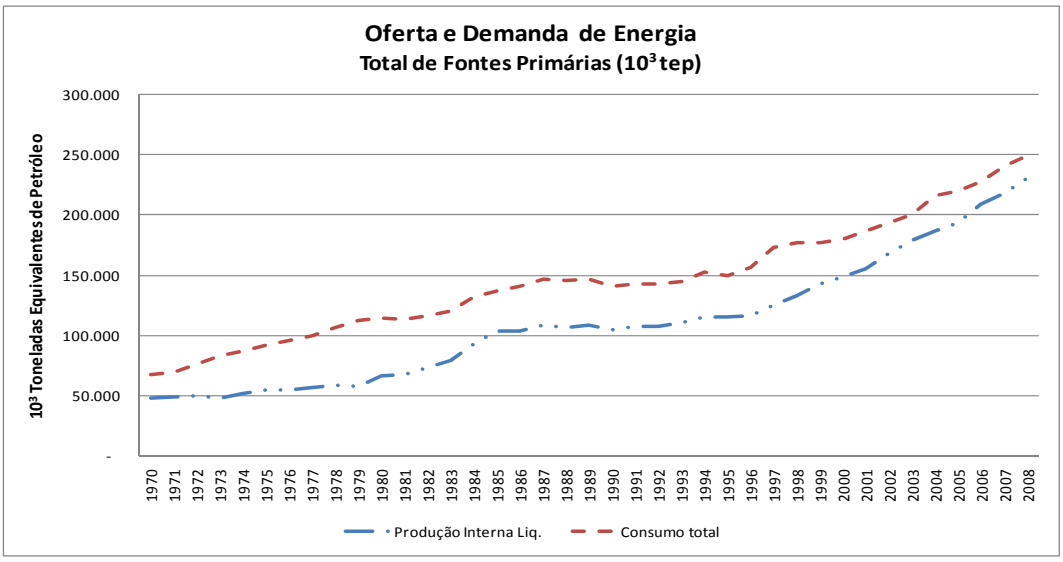

Figura 8: Oferta e Demanda Interna Total de Energia, fonte: EPE

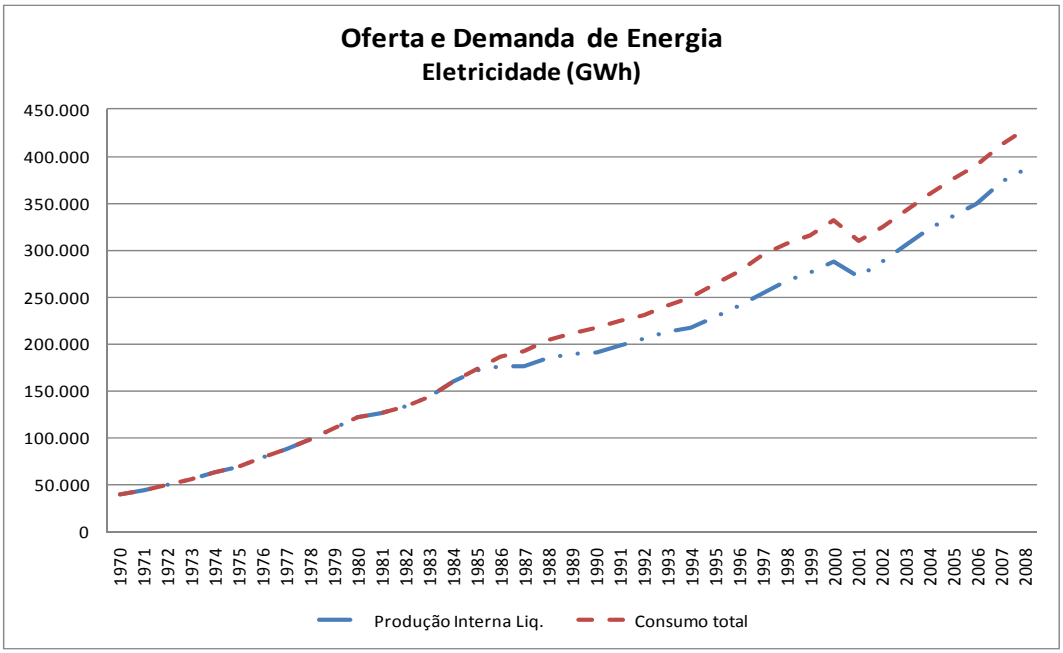

Figura 9: Oferta e Demanda Interna Eletricidade, fonte: EPE

Esse histórico de aumento no consumo associado à tendência de crescimento ainda mais acentuado em função do potencial econômico do país, à luz da deficiência observada nos investimentos ligados à infra-estrutura do setor elétrico, representam importantes fatores relacionadas às incertezas do setor, com consequentes impactos no fornecimento e nos preços da energia elétrica. A sessão seguinte irá abordar a estrutura deste mercado e a dinâmica de formação de preços de energia elétrica.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0813057/CA

3.2.3.
Funcionamento do mercado e precificação

O mercado do setor elétrico brasileiro é segmentado ao longo se sua cadeia produtiva. Primeiramente temos o segmento de Geração, responsável pela produção de energia elétrica, que conforme mencionado para o caso do Brasil é composto principalmente de usinas hidrelétricas, mas também contempla termoelétricas e outras formas alternativas de geração de energia com participação ainda bastante incipiente no país.

Em seguida encontra-se o segmento de Transmissão, constituído de um conjunto de linhas de transmissão espalhadas pelo país, por onde circula energia elétrica em alta tensão que será levada às subestações das companhias distribuidoras. Grande parte dessa rede faz parte do Sistema Interligado Nacional (SIN), e percorre grandes distâncias do território brasileiro, permitindo a permuta de energia entre os diferentes mercados e regiões e a ampliação dos mercados da geradora, além de possibilitar uma equalização dos preços.

Na ponta desta cadeia estão as distribuidoras, as quais recebem a energia transmitida em suas subestações. A Distribuição tem a função de rebaixar a energia recebida em alta tensão para níveis comerciais, levando energia elétrica ao consumidor final.

Fechando este ciclo, aparecem as relações de compra e venda no mercado de energia elétrica. A Comercialização desta energia é realizada em dois ambientes, o Ambiente de contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL).

No ACR, a contratação é formalizada em contratos bilaterais regulados pela ANEEL, através de leilões de compra e venda de energia elétrica viabilizados pela CCEE. Estes contratos são celebrados entre agentes vendedores (comercializadores, geradores, produtores independentes ou autoprodutores) e compradores (distribuidores).

O ACL, por sua vez, contempla contratos bilaterais que ocorrem na presença de uma livre negociação entre os agentes geradores, comercializadores, consumidores livres, importadores e exportadores de energia. Todos os agentes de geração podem vender energia elétrica em ambos os ambientes, ACR e ACL, sendo que todos os contratos são registrados na CCEE.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0813057/CA

Cabe ressaltar a importância destes agentes que atuam no segmento se comercialização que proporcionam liquidez ao mercado, e assumem riscos relacionados a quantidades, prazos e preços, balanceando a relação de oferta e demanda e influenciando o preço de equilibro.

Nesse contexto, a CCEE fica ainda responsável por registrar e consolidar os montantes de energia medida, gerada, vendida e consumida, fazendo um balanço da energia entre os agentes. As diferenças contabilizadas entre o produzido, consumido e contratado, são liquidadas no Mercado de Curto Prazo e integradas ao cálculo do PLD (Preço de Liquidação das Diferenças).

O PLD é determinado semanalmente pela CCEE e seu valor tem como base o Custo Marginal de Operação (CMO) informado pelo Operador Nacional do Sistema (ONS), levando em consideração previsões de disponibilidade e demanda para a semana seguinte, dentro de um limite de preço máximo e mínimo definidos para casa submercado e estipulados anualmente pela ANEEL.

Os limites mínimos e máximos do PLD são válidos entre a primeira e a última semana operativa de preços do ano e estão atualmente definidos, conforme apresentado na tabela 6.

Limites do PLD (2010)	R$/MWh
Mínimo	12,8
Máximo	622,21

Tabela 6: Limites do PLD, fonte: CCEE

Os Preços de Liquidação das Diferenças são definidos através da utilização de modelos matemáticos que se baseiam principalmente em simulações de oferta e demanda, cenários hidrológicos (tendo em vista a predominância de energia hidroelétrica na matriz energética do país), níveis de reservatórios, cronogramas de expansão do sistema, restrições de transmissão, dentre outros fatores incorporados ao modelo. Esses cálculos são realizados através de programas como o NEWAVE e DECOMP, e visam à otimização da operação do Sistema Interligado Nacional.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0813057/CA

Tendo em vista o objetivo do sistema de assegurar a oferta de energia, a presença de instabilidades em seus parâmetros tem como consequência períodos relativamente longos com um baixo CMO, seguido de possíveis picos bastante substanciais deste custo em função de períodos de insuficiência pluviométrica ou mesmo de estiagem.

Essas características de origem climática que podem provocar o desequilíbrio hidrológico, ou ainda a ocorrência de rápidos crescimentos de demanda, podem culminar em um custo de racionamento do sistema, contribuindo sensivelmente com o aumento da volatilidade dos preços da energia elétrica e as incertezas relacionadas ao seu fornecimento.

O gráfico da figura 10 ilustra o comportamento histórico do PLD médio por subsistema.

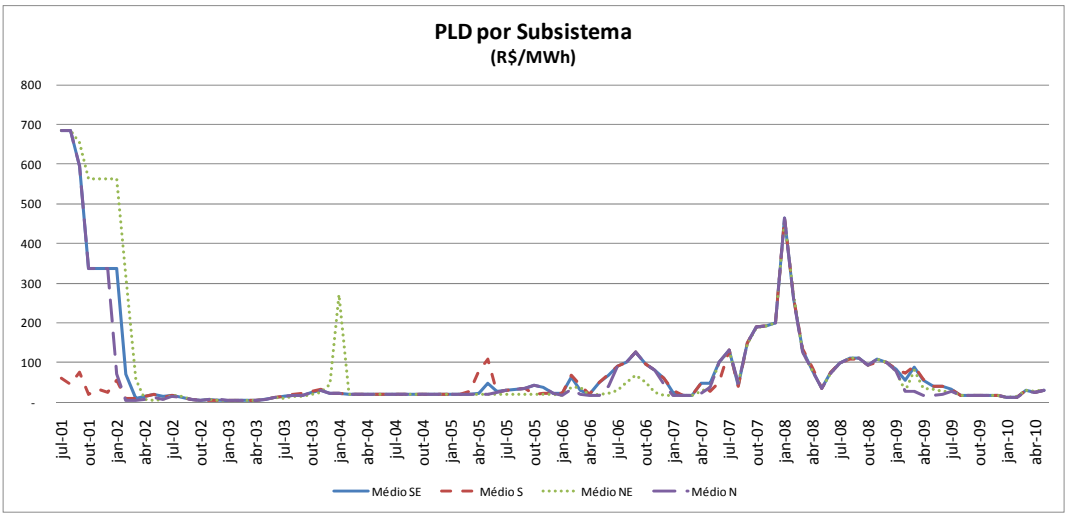

Figura 10: PLD por Subsistema, fonte: CCEE

Embora possam ser observadas importantes variações no comportamento do PLD para todos os subsistemas, devemos destacar essa característica com o foco na região Sudeste, considerando que este trabalho busca analisar o caso da empresa Valesul, a qual está situada nesta região e, consequentemente, está sujeita aos preços praticados para esse subsistema.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0813057/CA

O gráfico da figura 11 apresenta o histórico do PLD médio para a região sudeste.

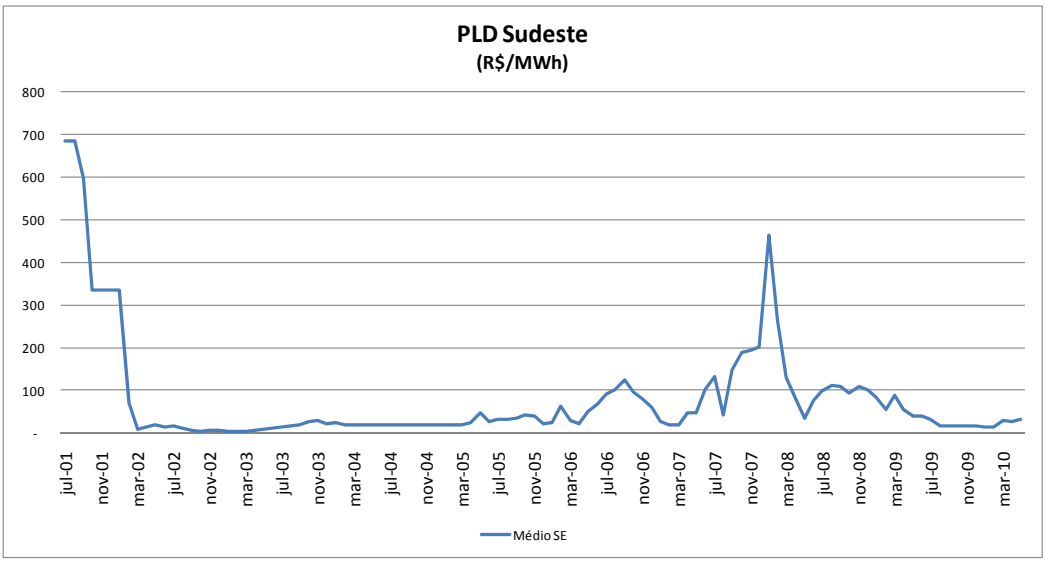

Figura 11: PLD Região Sudeste, fonte: CCEE

No próximo capítulo deste trabalho serão feitas considerações adicionais relativas ao comportamento PLD e serão abordados os mecanismos para calcular a variância projetada para essa variável, a qual será incorporada ao modelo proposto.

Fechamos esse capítulo com um destaque publicado no jornal O Globo em 23 de maio de 2010, que remete à dados publicados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA):

> *"O consumo total de energia elétrica cresceu 9,6% no primeiro trimestre, liderado pela indústria. O número de consumidores chegou a 56,5 milhões, alta de 1,9 milhão em 12 meses. A busca por energia foi tão grande que movimentou o mercado livre (energia não previamente contratada), cuja taxa de expansão de 16,7% foi quase o dobro, em março, da taxa do consumo já contratado. A confiabilidade do sistema é insatisfatória diante do aquecimento da economia, segundo o IPEA"*

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0813057/CA