

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC  
Centro Sócio Econômico  
Departamento de Economia e Relações Internacionais

John Maikel Corrêa De Freitas

**A IMPORTÂNCIA DAS PEQUENAS CENTRAIS  
HIDRELÉTRICAS (PCHS) NA ECONOMIA DO RIO GRANDE  
DO SUL**

Florianópolis, 2012

John Maikel Corrêa De Freitas

**A IMPORTÂNCIA DAS PEQUENAS CENTRAIS  
HIDRELÉTRICAS (PCHS) NA ECONOMIA DO RIO GRANDE  
DO SUL**

Monografia submetida ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Bacharelado.

**Orientador: Prof<sup>a</sup>. Eva Yamila da  
Silva Catela**

Florianópolis, 2012

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO SÓCIO ECONÔMICO**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

A Banca Examinadora resolveu atribuir a nota 8,0 ao aluno John Maikel Corrêa De Freitas na disciplina– Monografia, pela apresentação deste trabalho.

Banca Examinadora:

-----  
Prof. Eva Yamila da Silva Catela

-----  
Prof. Brena Paula Magno Fernandez

-----  
Helberte Almeida

## RESUMO

As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) são empreendimentos de elevada importância para a matriz de geração de energia elétrica brasileira e gaúcha, por apresentar características que são consoantes com as exigências do desenvolvimento do século 21, ou seja, serem ambientalmente responsáveis, economicamente viáveis e contribuírem com o desenvolvimento social e regional. Atualmente, as PCHs possuem 3,08% de participação no mercado de geração de energia no Brasil, no estado do Rio Grande do Sul este índice é de 5,24% e está sendo ampliado com novos empreendimentos que estão em construção e outros que já estão autorizados para execução. Devido aos pacotes de incentivos a expansão de energia limpa, estes empreendimentos se tornaram atrativos para os investidores privados e empresas públicas e privadas. A construção de PCHs conta com 100% de tecnologia nacional, com domínio técnico e fabril.

**Palavras-chave:** energia elétrica – desenvolvimento social e regional – energia limpa

## **ABSTRACT**

The Small Hydro Power (SHP) projects are of high importance to the matrix of power generation in Brazil and the state, by presenting features that are consonant with the development requirements of the 21st century, in other words, being environmentally responsible, economically viable and contribute with the social and regional development. Currently, SHPs have 3.08% market share in power generation in Brazil. In the state of Rio Grande do Sul, this rate is 5.24% and is being expanded with new ventures that are under construction and others that are now allowed to run. Due to incentive packages to the expansion of clean energy, these enterprises have become attractive to private investors and public and private companies. The construction of small hydro has 100% national technology with technical expertise and manufacturing.

**Keywords:** electric energy - social and regional development - clean energy

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Mudanças no Setor Elétrico Brasileiro. ....	23
Tabela 2.2 - Empreendimentos de Geração de Energia Elétrica em operação no Brasil. ....	24
Tabela 2.3 - Empreendimentos de Geração de Energia Elétrica em construção no Brasil. ....	24
Tabela 2.4 - Empreendimentos de Geração de Energia Elétrica Outorgados no Brasil. ....	25
Tabela 2.5 - Classificação das PCHs quanto à potência e quanto à queda de projeto.	26
Tabela 2.6 - Capacidade Instalada por Estado 2012 (Usinas em divisas computadas em ambos os Estados).....	29
Tabela 3.1 - Pequenas Centrais Hidrelétricas no Brasil. ....	33
Tabela 3.2 - Pequenas Centrais Hidrelétricas no Rio Grande do Sul.....	33
Tabela 3.3 - Projetos de Geração de Energia Elétrica outorgados e em construção no Brasil. ....	33
Tabela 3.4 - Projetos de Geração de Energia Elétrica outorgados e em construção no Rio Grande do Sul.....	34
Tabela 3.5 - Dez estados com maior geração de energia elétrica em PCHs. ....	35

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1 - Geração Hidrelétrica.....	35
Gráfico 3.2 - Pequenas Centrais Hidrelétricas. ....	36
Gráfico 3.3 - Biomassa. ....	36
Gráfico 3.4 - Gás. ....	37
Gráfico 3.5 - Carvão. ....	37
Gráfico 3.6 - Óleo. ....	38
Gráfico 3.7 - Eólica. ....	38
Gráfico 3.8 - Consumo comercial de eletricidade e vendas no comércio varejista. (Índices-base, janeiro 2006). ....	39

## SUMÁRIO

RESUMO.....	4
ABSTRACT .....	5
LISTA DE TABELAS .....	6
LISTA DE GRÁFICOS.....	7
SUMÁRIO.....	8
CAPÍTULO 1 .....	10
1 INTRODUÇÃO .....	10
1.1 Problemática .....	10
1.2 Objetivos .....	11
1.2.1 Objetivo Geral.....	12
1.2.1 Objetivos Específicos .....	12
1.3 Justificativa.....	12
1.4 Metodologia.....	14
CAPÍTULO 2 .....	15
2 MARCO TEÓRICO .....	15
2.1 O setor de energia elétrica .....	15
2.1.1 Composição do Sistema Elétrico no Brasil.....	17
2.2 Tipo de plantas industriais de geração de energia elétrica .....	18
2.2.1 Usina hidrelétrica.....	18
2.2.2 Usina termelétrica .....	18
2.2.3 Usina eólica.....	19
2.2.4 Usina solar fotovoltaica.....	20
2.3 Características da indústria de energia elétrica .....	20
2.4 Capacidade de geração de eletricidade no Brasil .....	23
2.5 Pequena Central Hidrelétrica .....	25
2.6 Capacidade de geração de energia elétrica por Estado.....	28
CAPÍTULO 3 .....	30
3 REFLEXO DAS PCHS NA MATRIZ DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL E NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL .....	30
3.1 Introdução .....	30
3.2 O mercado das Pequenas Centrais Hidrelétricas .....	30
3.3 Situação atual dos projetos de PCHs no Brasil e no Estado do Rio Grande do Sul .....	32
3.4 O Rio Grande do Sul em relação aos outros estados em número de Pequenas Centrais Hidrelétricas .....	34



3.5	A influência das PCHs na geração de energia elétrica no Rio Grande do Sul	35
3.6	Aspectos econômicos da oferta de energia elétrica no Rio Grande do Sul..	39
4	CONCLUSÕES.....	41
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	43

# CAPÍTULO 1

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Problemática

O surgimento da energia hidrelétrica no Brasil se associa com o surgimento da energia elétrica no final do século 19. A primeira usina hidrelétrica foi construída na cidade de Diamantina, em Minas Gerais, no mesmo ano em que se construiu a primeira central geradora termoelétrica na cidade de Campos, no Rio de Janeiro.

No início do século, o mercado da energia era incipiente, e as primeiras unidades geradoras foram construídas com dinheiro de investidores estrangeiros, principalmente americanos e canadenses.

Nos anos 30, o Governo Federal assume seu papel intervencionista na gestão do setor de águas e energia elétrica com a formalização do Código de Águas (Decreto 24.643, de 10 de julho de 1934). A partir daí, a União passa a legislar e outorgar concessões de serviços públicos antes regidos por contratos regionais. A nova política setorial revê os critérios para estabelecimento de preços a fim de garantir ao prestador do serviço a cobertura das despesas de operação e das cotas de depreciação e reversão e a justa remuneração do capital investido (NEOENERGIA, 2008).

Até a década de noventa, o Estado amplia sua participação no mercado de energia elétrica, impulsionando investimentos e estabelecendo domínio estatal. O grande marco do investimento estatal ocorre na década de 40 quando o governo cria a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) em 1945.

A partir dos anos noventa, ocorre a mudança no mercado da energia. Inicia-se a desestatização do mercado de energia com mudanças na legislação e fiscalização no setor de energia, incentivo para investimentos privados e modernização do setor.

Com um modelo de geração baseado em hidrelétricas de grande porte no início dos anos 2000, o governo se viu em situação de emergência com a queda no nível dos reservatórios e escassez de oferta de energia que atrasou os investimentos com o racionamento e a crise energética (NEOENERGIA, 2008).

A crise alertou para a necessidade de introduzir novas formas de geração na matriz energética nacional. Ganham destaque as termelétricas que operam com combustíveis como o bagaço de cana (biomassa) e o gás natural (a participação deste na oferta de energia do país saltou de 2,2% em 1985 para 6,6% em 2001). O Governo adotou também medidas que apoiam o desenvolvimento de projetos de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), fontes não-convencionais e conservação de energia.

As PCHs são instalações que resultam em menores impactos ambientais e se prestam à geração e administração descentralizada. Este tipo de hidrelétrica é utilizado principalmente em rios de pequeno e médio porte que possuam desníveis significativos durante seu percurso, gerando potência hidráulica suficiente para movimentar as turbinas.

No Brasil, as PCHs ocupam 3,38% da capacidade de geração de energia elétrica. Estão sendo construídos mais cinquenta e quatro empreendimentos deste tipo que totalizarão um acréscimo de 2,32% no total de ampliação da oferta de energia.

No Rio Grande do Sul, as PCHs são responsáveis por 5,09% da geração de energia elétrica do estado, porém, dos novos empreendimentos de geração que estão em construção no estado, as PCHs correspondem 59,96% do total de energia nova.

Considerando este cenário de crescimento é que se tornou possível a realização deste projeto de pesquisa, ocasião em que se pretende responder à seguinte pergunta: Qual é a importância das PCHs na economia brasileira e principalmente na economia do Rio Grande do Sul?

## **1.2 Objetivos**

Através dos objetivos gerais e específicos descritos, esta pesquisa tem o objetivo de analisar o tema pretendido de forma geral com o intuito de servir como base de pesquisa para investidores do ramo da energia elétrica, especificamente, PCHs.

## 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é apresentar a importância das PCHs na economia do Rio Grande do Sul.

## 1.2.1 Objetivos Específicos

O entendimento do objetivo geral descrito acima requer análise de diversos pontos relacionados ao tema. O desenvolvimento metodológico do problema leva aos pontos descritos abaixo:

- O levantamento geral das características do setor da energia elétrica;
- A composição do setor elétrico brasileiro e a inserção do tema PCH;
- O papel atual das PCHs no contexto energético;
- A análise econômica deste tipo de empreendimento e a relação com o desenvolvimento do Estado do Rio Grande do Sul;
- As perspectivas para o futuro da PCH para o setor elétrico.

A análise teórica e prática dos temas relatados acima tornarão possível o entendimento e a conclusão do objetivo geral.

## 1.3 Justificativa

A eletricidade é um fator indispensável para qualquer atividade humana. Dela depende a conservação de alimentos, a iluminação residencial e pública, o funcionamento de laboratórios, instituições de ensino e pesquisa, hospitais. Em geral, todo equipamento urbano depende da energia elétrica.

A energia é um insumo chave para o desenvolvimento de um país e componente relevante da competitividade sistêmica de qualquer economia. Desta forma, pode ser fator de vantagem ou desvantagem competitiva, em particular para os

setores de indústria e serviços que são intensivos em energia. Seja por falta de energia, ou por pagar caro esta energia, a economia e esses setores perderão sua competitividade.

A preocupação com os índices de desenvolvimento econômico dos países já vem de longos tempos. Contudo, na economia contemporânea, isto se traduz como um separador de águas, afinal os indicadores econômicos acabam dividindo o mundo em desenvolvido e subdesenvolvido, e os níveis de riqueza, industrialização, infraestrutura e emprego acabam por atrair mais investimentos e gerar mais desenvolvimento. E um dos grandes indicadores de desenvolvimento é o consumo de energia de uma nação. A energia, além de sinal de desenvolvimento, é hoje motivo de preocupação, já que a maior parte das fontes utilizadas para sua geração não é renovável, ficando cada vez mais claro que a falta de estudo e planejamento sobre seu uso de forma sustentável e utilização de fontes alternativas traz a iminência de um blecaute energético no longo prazo. Assim, o ponto crucial agora é a busca por investimentos, sobretudo em países com grande potencialidade na produção de energia e que ainda se encontram no grupo denominado subdesenvolvido como o Brasil. A energia pode ser, então, o “combustível” do desenvolvimento neste século (ADMINISTRADORES, 2006).

Neste contexto, a disponibilidade e as condições de acesso à energia elétrica sofreram fortes transformações no Brasil no último século, seja em relação à quantidade e qualidade desta energia, no que se refere à organização e gestão do setor, ou seja, em relação à diversificação das fontes da eletricidade.

O método de pesquisa de análise teórico e prático de empreendimentos e do conhecimento geral do setor elétrico se faz necessário para evidenciar o proposto como objetivo geral desta monografia, explicar de maneira mais completa o possível todos os aspectos relacionados para o entendimento econômico das Pequenas Centrais Hidrelétricas no Estado do Rio Grande do Sul. A importância deste tipo de empreendimento para o setor elétrico, como alternativa econômico-ambiental, justifica a pesquisa abrangente do presente trabalho.

## 1.4 Metodologia

Este estudo requer um primeiro passo de pesquisa exploratória para definir os objetivos e levantar informações sobre o assunto objeto de estudo: as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH).

A pesquisa baseia-se no método descritivo qualitativo, descrevendo e evidenciando a importância econômica das PCHs para a economia do estado de Rio Grande do Sul.

Buscar-se-á no referencial teórico o histórico: o papel das PCHs, legislação vigente, análise econômica das PCHs e também serão abordados os impactos ambientais causados com a instalação das mesmas.

## CAPÍTULO 2

### 2 MARCO TEÓRICO

#### 2.1 O setor de energia elétrica

Segundo Pompeu (2006, p124):

Energia de um sistema é o seu potencial de trabalho. A energia elétrica é uma das formas de energia dentro de um sistema; ela corresponde ao produto de uma diferença de potencial (volts) por uma corrente elétrica (ampères) pelo tempo (segundo) em que é fornecida. Assumindo o papel de mercadoria, a energia pode ser objeto de relação jurídica.

A energia é considerada pela legislação vigente como bem móvel. Para chegar ao consumidor final, ela depende de uma eficiente rede elétrica, composta por subestações abaixadoras e elevadoras, fios, postes e torres de transmissão.

A energia elétrica pode ser obtida a partir de usinas hidrelétricas, usando o potencial energético da água; também pode ser produzida em usinas eólicas, aproveitando a energia dos ventos; em usinas termoelétricas, que funcionam a partir da queima de algum combustível, seja de fontes limpas ou não; através de usinas termo-solares, que geram a eletricidade a partir da energia do sol; por usinas termo-nucleares, que utilizam algum combustível nuclear para seu funcionamento; entre outras plantas industriais.

Quando a energia elétrica é produzida de forma que cause índices pequenos ou nulos de poluentes, considera-se que é energia limpa. Dentre elas, podem ser destacadas: energia hidráulica, eólica, solar, geotérmica e de biomassa. Existem ainda os combustíveis renováveis, os quais ganharam muito destaque nos últimos anos. Os combustíveis renováveis são combustíveis que provêm de matéria-prima renovável para a natureza, como a cana-de-açúcar, utilizada para a fabricação do álcool e também de vários outros vegetais, como a mamona e o girassol, utilizados para a fabricação do biodiesel ou outros óleos vegetais que podem ser usados

diretamente em motores diesel com algumas adaptações (ENERGIA RENOVÁVEL, 2011).

A energia elétrica é de fundamental importância para o desenvolvimento das sociedades atuais. Ela pode ser convertida para gerar luz, força para movimentar motores, indústrias, fazer funcionar diversos produtos elétricos e eletrônicos, entre uma enorme variedade de finalidades (ANEEL, 2005).

Pereira *et al.* (2005) defende que, para que um cidadão alcance bem estar social e para que seu país se desenvolva economicamente, é importante que este seja abastecido perfeitamente com energia elétrica. Aponta as diferenças socioeconômicas existentes em comunidades mais afastadas, ou seja, em comunidades rurais, como consequência da ineficiência ao acesso de energia, que permite a segregação social. Lembra que é comum observar em comunidades rurais fontes de energia ultrapassadas, tais como a lenha, a biomassa, e que isso é fator crucial para impedir o progresso produtivo no campo. Considera essas sociedades menos desenvolvidas, em virtude do acesso à energia apenas para fins básicos, como iluminação e comunicação, e que este ainda é bastante seletivo.

A organização do setor elétrico requer a intervenção regulatória do governo pelas características da indústria: ser um monopólio natural em alguns segmentos e que existam externalidades. O problema com o monopólio natural é que existe um conflito entre eficiência distributiva e eficiência produtiva. A eficiência produtiva requer que uma única firma produza, pois só desta maneira os custos são minimizados, mas a eficiência distributiva não é alcançada já que o preço não é igual ao custo marginal. Neste caso, as características do processo produtivo de energia elétrica determinam que:

- i) Custo Marginal decrescente no produto, assim como custo médio decrescente.
- ii) Isto implica que a função de custo é subaditiva no produto, ou seja, uma firma pode produzir um determinado produto de forma mais econômica que em qualquer combinação de muitas firmas.

Acontece que, se há economias de escala em toda a amplitude relevante da produção, pode existir um problema típico de monopólio natural: se for estabelecido que a firma monopolista deve produzir com o preço ótimo desde o ponto de vista do bem estar social (preço= custo marginal), esse preço não cobrirá os custos médios. O preço que permitirá obter um lucro normal por parte da firma, cobrindo os custos



médios, é superior ao preço ótimo social. Isto é devido ao fato de que, como o custo médio (CMe) é declinante, pela presença de economias de escala, o custo marginal é inferior ao médio. Desta maneira, não é possível a solução socialmente ótima (PINTO E FIANI, 2002).

Por sua vez, uma externalidade existe quando a ação de um agente econômico afeta a utilidade ou a função de produção de outro agente, e o primeiro não se preocupa com que o seu comportamento afete o bem-estar do segundo.

### 2.1.1 Composição do Sistema Elétrico no Brasil

Segundo dados do Banco de Informações de Geração (BIG), atualizado em 2012, a geração de energia elétrica brasileira é na sua maioria composta por hidrelétricas com um índice de 70,19%, seguido por termelétricas com 26,78% e outros com 3 % (ANEEL, 2012).

No Brasil, água e energia têm uma histórica interdependência. A contribuição da energia hidráulica ao desenvolvimento econômico do País tem sido expressivas, seja no atendimento das diversas demandas da economia – atividades industriais, agrícolas, comerciais e de serviços – ou da própria sociedade, seja na melhoria do conforto das habitações e da qualidade de vida das pessoas. Também desempenha papel importante na integração e no desenvolvimento de regiões distantes dos grandes centros urbanos e industriais (ANEEL, 2005).

O Brasil possui um grande potencial hídrico para geração de energia, porém, por questões ambientais, socioeconômicas e pelo aparecimento de novas tecnologias em fontes alternativas de energia, este potencial não está sendo muito explorado nos últimos anos. Mesmo assim, estima-se que, nos próximos anos, 50% das necessidades de geração de energia serão supridas por hidrelétricas.

As políticas de estímulo à geração descentralizada de energia elétrica promovem uma crescente participação de fontes alternativas na matriz energética nacional. Nesse contexto, as pequenas centrais hidrelétricas terão certamente um papel importante a desempenhar (ANEEL, 2005).

## **2.2 Tipo de plantas industriais de geração de energia elétrica**

### **2.2.1 Usina hidrelétrica**

Usina hidrelétrica ou central hidroelétrica é um complexo arquitetônico, um conjunto de obras e de equipamentos, que tem por finalidade produzir energia elétrica através do aproveitamento do potencial hidráulico existente em um rio (UNESP, 2012).

A usina hidrelétrica se serve de uma barragem que tem por função a acumulação de água para assegurar um potencial hidráulico que será utilizado para fazer girar uma turbina. Esta, por sua vez, acoplada mecanicamente a um gerador, irá converter a energia potencial hidráulica em energia elétrica que, por meio de equipamentos específicos, como cabos, transformadores, torres, etc., será responsável pelo acesso ao uso humano da energia.

### **2.2.2 Usina termelétrica**

Usinas termelétricas produzem energia a partir da queima de carvão, óleo combustível e gás natural em uma caldeira.

O calor gerado a partir destes elementos transforma em vapor a água presente em tubos localizados nas paredes da caldeira. Tal vapor, em condições de alta pressão, faz girar uma turbina, que aciona o gerador elétrico. O de transmissão e distribuição da energia é o mesmo de outras formas de energia elétrica.

Pouco mais de 60% da energia do mundo é produzida neste tipo de usina que, por aquecer água de rios ou mares para o resfriamento de turbinas e água, além de eliminar dióxido de carbono, gera impactos ambientais consideráveis (MUNDO EDUCAÇÃO, 2012).

### 2.2.3 Usina eólica

A energia eólica é a energia obtida através da força dos ventos. Esta energia é tida como energia armazenada do Sol, pois utiliza como fonte primária a energia térmica vinda do Sol (o ar se movimenta devido ao aquecimento desigual fornecido pelo Sol à Terra, conjuntamente, com o movimento de rotação da Terra).

Este tipo de energia é conhecido há séculos tendo sido, inclusive, a energia propulsora das navegações, na época das grandes descobertas (séculos XV e XVI), assim como foi bastante importante para as atividades agrícolas através do uso de moinhos de vento (utilizado para tirar água do subsolo e/ou moer cereais).

Atualmente, a energia eólica também é utilizada para a geração de eletricidade, assim, a energia cinética dos ventos (energia do movimento dos ventos) é convertida em energia mecânica e depois em elétrica.

A energia eólica extraível de uma região depende de muitos fatores, dentre eles estão: a frequência de ocorrência de velocidade dos ventos em um local, as estações do ano e horas do dia, rugosidade do solo e do sistema de conversão de energia instalado.

O aerogerador (gerador elétrico movido por hélice) tem seu desempenho ligado à altura de operação, diâmetro da hélice, dimensão do gerador e quantidade de vento que passa pela hélice. Assim, todos esses fatores devem ser devidamente dimensionados a fim de se obter um melhor rendimento de todo o sistema.

Os impactos ambientais resultantes da instalação de uma usina eólica são limitados. Podem ocorrer problemas de emigração de animais (exemplo: aves) e as hélices de metal dos rotores podem interferir em transmissões de rádio e televisão (CEPA, 2012).

## 2.2.4 Usina solar fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é uma forma de obtenção de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos. Os painéis, os coletores ou módulos fotovoltaicos são compostos por dispositivos semicondutores (células) que, ao receber a radiação solar, geram uma pequena diferença potencial nas extremidades. O acoplamento de várias destas células permite obter tensões superiores em configurações muito simples e adequadas para alimentar pequenos dispositivos eletrônicos.

Em uma escala maior, a energia elétrica contínua fornecida por painéis fotovoltaicos pode ser transformada em corrente alternada e injetar na rede uma operação que é economicamente viável, mas ainda precisa de subsídios para sua viabilidade. Em ambientes isolados, que requerem pouca energia elétrica e em redes onde o acesso é difícil, como estações meteorológicas ou repetidores para comunicações, placas fotovoltaicas são utilizadas como uma alternativa viável (GSTRIATUM, 2011).

## 2.3 Características da indústria de energia elétrica

O setor de energia elétrica brasileiro (SEE) possui características intrínsecas importantes e peculiares que serviram de argumento para a manutenção do controle estatal. Essas características, conforme assinaladas por Martinez (1997, p.23), são:

- a) necessidade de equilíbrio entre a oferta e a demanda;
- b) investimentos intensivos em capital;
- c) existência de monopólios naturais nas etapas de transmissão e distribuição de eletricidade;
- d) efeitos ambientais adversos decorrentes da produção de eletricidade.

Nesse sentido, não só no Brasil, mas na quase totalidade dos países, a principal característica do setor era a forte presença do Estado.

O Setor Elétrico Brasileiro, em seu processo evolutivo, vem apresentando significativas mudanças, tanto no que se refere à sua estrutura e regulamentação,

quanto à própria composição e gestão empresarial. Até a metade da década de 90, o setor foi composto por grandes empresas estatais, passando, em consonância ao PND – Plano Nacional de Desestatização, a promover a privatização das empresas, além de induzir uma radical transformação em sua estrutura (RAMALHO e ANDRADE, 2002).

A partir de 1993, o Governo começou a tomar algumas medidas com vistas à entrada de capitais privados, ao aumento da competitividade e ao início do processo de reforma. Para tal, começaram a ser vendidas empresas estaduais e federais ao mesmo tempo em que se procurou dar início à expansão da capacidade de geração definindo-se um novo marco institucional. Em 1996 foi contratada consultoria da Coopers & Lybrand para auxiliar o Governo na definição de um novo modelo para o setor, baseado em modelos adotados em outros países (VANICE, 2000).

Um dos marcos do processo de reestruturação do SEE foi a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), pela Lei n.º9427 de 1996, e regulamentada pelo Decreto n.º2335, que aprovou sua estrutura regimental. A agência, configurada como uma autarquia sob regime especial e vinculada ao Ministério das Minas e Energia (MME), está incumbida de promover e regular o mercado de energia elétrica. A busca da competição abriu espaço para alguns novos agentes no setor: os produtores independentes, os autoprodutores – aqueles que vendem eletricidade excedente para a rede –, os comercializadores e os consumidores livres. Acredita-se que a abertura do setor de energia elétrica para a participação privada, com regulamentos transparentes garantindo a concorrência, deve gerar recursos suficientes para expansão do sistema. Segundo análises de especialistas, o foco das empresas concessionárias deverá concentrar-se mais nos preços e retenção de clientes (SERRANO, 1999).

A ANEEL foi criada para cumprir o papel de órgão regulador dos contratos das concessões, primando pela eficiência e competitividade do setor. A agência é um órgão independente, mediador de conflitos pelos agentes, responsável pela regulação e fiscalização.

Houve a desverticalização das empresas de energia elétrica em quatro tipos de negócios: geração, transmissão, distribuição e comercialização, a instalação de um modelo comercial competitivo, a criação do Produtor Independente de Energia

Elétrica – PIE<sup>1</sup> e do Consumidor Livre<sup>2</sup> (ou cliente livre), bem como do Mercado Atacadista de Energia Elétrica – MAE.

Para aumentar a oferta de geração de Produtores Livres, houve a garantia de livre acesso, mediante pagamento de tarifa, das redes de transmissão e distribuição com a definição da Rede Básica de Transmissão e do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS.

Esse novo ambiente, criado na indústria de energia elétrica, visa incentivar a competição, melhorar a eficiência do sistema e sua operação, com base em regras de mercado. Isto, conseqüentemente, criará novas necessidades ao processo de planejamento das empresas concessionárias.

O planejamento, até agora orientado para o atendimento ao mercado com o menor custo, deverá evoluir para um processo integrado, no qual serão consideradas não só as estratégias traçadas pelo governo, mas, também, os fatores envolvendo o novo ambiente de negócios, às necessidades dos clientes, os interesses dos grupos de pressão, evolução tecnológica, etc.(LOTERO e SANTANA, 1998).

A partir de 2004, o processo de intervenção da ANEEL junto ao mercado redundou na extinção do MAE – Mercado Atacadista de Energia, e na criação do MBE – Mercado Brasileiro de Energia, inicialmente com alterações, exclusivamente, em sua estrutura administrativa, passando a ANEEL a regular, efetivamente, o mercado de energia elétrica, mantendo-se, entretanto, todos os preceitos originais de operação do mesmo. Neste mesmo momento foi instituída a Empresa de Pesquisa Energética – EPE, o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico – CMSE e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE que substituiu o MAE.

O quadro a seguir mostra as principais mudanças no Setor Elétrico Brasileiro:

---

<sup>1</sup>Produtor Independente de Energia Elétrica – PIE: 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 (CCEE, 2010).

<sup>2</sup>Consumidor Livre: Aquele que, atendido em qualquer tensão, tenha exercido a opção de compra de energia elétrica, conforme definida nos arts. 15 e 16 da Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995. Consumidor que adquire energia elétrica de qualquer fornecedor, conforme legislação e regulamentos específicos (CCEE, 2010).

Tabela 2.1 - Mudanças no Setor Elétrico Brasileiro.

<b>Modelo Antigo (até 1995)</b>	<b>Modelo de Livre Mercado (1995 a 2003)</b>	<b>Novo Modelo (2004)</b>
Financiamento através de recursos públicos	Financiamento através de recursos públicos e privados	Financiamento através de recursos públicos e privados
Empresas verticalizadas	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição e comercialização	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição, comercialização, importação e exportação.
Empresas predominantemente Estatal	Abertura e ênfase na privatização das Empresas	Convivência entre Empresas Estatais e Privadas
Monopólios - Competição inexistente	Competição na geração e comercialização	Competição na geração e comercialização
Consumidores Cativos	Consumidores Livres e Cativos	Consumidores Livres e Cativos
Tarifas reguladas em todos os segmentos	Preços livremente negociados na geração e comercialização	No ambiente livre: Preços livremente negociados na geração e comercialização. No ambiente regulado: leilão e licitação pela menor tarifa
Mercado Regulado	Mercado Livre	Convivência entre Mercados Livre e Regulado
Planejamento Determinativo – Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS)	Planejamento Indicativo pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)	Planejamento pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE)
Contratação: 100% do Mercado	Contratação: 85% do mercado (até agosto/2003) e 95% mercado (até dez./2004)	Contratação: 100% do mercado + reserva
Sobras/déficits do balanço energético rateados entre compradores	Sobras/déficits do balanço energético liquidados no MAE	Sobras/déficits do balanço energético liquidados na CCEE. Mecanismo de Compensação de Sobras e Déficits (MCSD) para as Distribuidoras.

Fonte: CCEE, 2010.

## 2.4 Capacidade de geração de eletricidade no Brasil

Segundo dados de ANEEL (2012), o Brasil possui atualmente 2.620 empreendimentos de geração de energia elétrica em operação, com capacidade de geração de 117.717.894 kW de potência fiscalizada. Estão em processo de construção 167, com capacidade outorgada de 26.660.122 kW de potência e mais 557 empreendimentos outorgados com capacidade de 21.560.643 kW, ou seja, estão previstos um total de 48.220.765 kW de geração de energia nova para os próximos anos.

Nas tabelas 2.3 a 2.5, estão relacionados os empreendimentos em geração de energia elétrica em operação, em construção e outorgados pela ANEEL.

Como se pode observar na Tabela 2.3, as fontes hidráulicas, nelas incluídas as UHE, CGH e PCH, são responsáveis por 70,13% do total de geração do país. As PCHs, mesmo sendo empreendimentos com capacidade de geração reduzida,

aparecem em terceiro lugar com 3,38%. Dos empreendimentos em construção (Tabela 2.4), as PCHs estão em segundo lugar em número de obras, totalizando 2,32% do total de energia nova.

Tabela 2.2 - Empreendimentos de Geração de Energia Elétrica em operação no Brasil.

<b>EMPREENDIMENTOS EM OPERAÇÃO</b>				
<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Outorgada (kW)</b>	<b>Potência Fiscalizada</b>	<b>%</b>
<b>UHE</b>	182	81.943.063	78.460.459	66,65
<b>UTE</b>	1546	32.951.533	31.526.448	26,78
<b>PCH</b>	428	4.059.641	3.979.285	3,38
<b>UTN</b>	2	1.990.000	2.007.000	1,70
<b>EOL</b>	75	1.615.338	1.519.042	1,29
<b>CGH</b>	379	225.986	224.166	0,19
<b>UFV</b>	8	5.494	1.494	0,00
<b>TOTAL</b>	2620	122.791.055	117.717.894	100,00

Fonte: ANEEL, 2012

Legenda: CGH - Central Geradora Hidrelétrica; CGU - Central Geradora Undi-Elétrica; EOL - Central Geradora Eolielétrica; PCH - Pequena Central Hidrelétrica; UFV - Central Geradora Solar Fotovoltaica; UHE – Usina Hidrelétrica de Energia; UTE - Usina Termelétrica de Energia; UTN - Usina Termonuclear.

Tabela 2.3 - Empreendimentos de Geração de Energia Elétrica em construção no Brasil.

<b>EMPREENDIMENTOS EM CONSTRUÇÃO</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Outorgada (kW)</b>	<b>%</b>
<b>UHE</b>	11	18.252.400	68,46
<b>UTE</b>	43	4.970.197	18,64
<b>EOL</b>	57	1.467.090	5,50
<b>UTN</b>	1	1.350.000	5,06
<b>PCH</b>	54	619.587	2,32
<b>CGH</b>	1	848	0,00
<b>TOTAL</b>	167	26.660.122	100

Fonte: ANEEL, 2012.



Tabela 2.4 - Empreendimentos de Geração de Energia Elétrica Outorgados no Brasil.

<b>EMPREENHIMENTOS OUTORGADOS</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Outorgada (kW)</b>	<b>%</b>
<b>UTE</b>	151	11.798.573	54,72
<b>EOL</b>	200	5.698.190	26,43
<b>UHE</b>	11	2.179.042	10,11
<b>PCH</b>	133	1.844.090	8,55
<b>CGH</b>	61	40.698	0,19
<b>CGU</b>	1	50	0,00
<b>TOTAL</b>	557	21.560.643	100

Fonte: ANEEL, 2012.

Nos empreendimentos outorgados pela ANEEL (Tabela 2.5), as PCHs somam 133 unidades com participação de 8,55% da energia outorgada, sendo que este número representa um adicional de 1.844.090 kW, ou seja, quase metade da potência do que foi construído até agora em PCHs.

## 2.5 Pequena Central Hidrelétrica

De acordo com a Resolução nº 394 - 04-12-1998 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), PCH (Pequena Central Hidrelétrica) é toda usina hidrelétrica de pequeno porte cuja capacidade instalada seja superior a 1 MW e inferior a 30 MW. Além disso, a área do reservatório deve ser inferior a 3 km<sup>2</sup> (ANEEL, 2003).

Os tipos de PCH, quanto à capacidade de regularização do reservatório, são (ELETROBRÁS, 2000):

- a Fio d'Água;
- de Acumulação, com Regularização Diária do Reservatório;
- de Acumulação, com Regularização Mensal do Reservatório.

As PCHs podem ser ainda classificadas quanto à potência instalada e quanto à queda de projeto, como mostrado na Tabela 2.1, adiante, considerando-se os dois parâmetros conjuntamente, uma vez que um ou outro isoladamente não permitem uma classificação adequada. Para as centrais com alta e média queda, onde existe um desnível natural elevado, a casa de força fica situada, normalmente, afastada da

estrutura do barramento. Conseqüentemente, a concepção do circuito hidráulico de adução envolve, rotineiramente, canal ou conduto de baixa pressão com extensão longa. Para as centrais de baixa queda, todavia, a casa de força fica, normalmente, junto da barragem, sendo a adução feita através de uma tomada d'água incorporada ao barramento (ELETROBRÁS, 2000).

Tabela 2.5 - Classificação das PCHs quanto à potência e quanto à queda de projeto.

CLASSIFICAÇÃO DAS CENTRAIS	POTÊNCIA – P(kW)	QUEDA DE PROJETO – $H_d$ (m)		
		BAIXA	MÉDIA	ALTA
MICRO	$P < 100$	$H_d < 15$	$15 < H_d < 50$	$H_d > 50$
MINI	$100 < P < 1000$	$H_d < 20$	$20 < H_d < 100$	$H_d > 100$
PEQUENAS	$1000 < P < 30000$	$H_d < 25$	$25 < H_d < 130$	$H_d > 130$

Fonte: Eletrobrás, 2000.

Uma PCH típica normalmente opera a fio d'água, isto é, o reservatório não permite a regularização do fluxo d'água. Com isso, em ocasiões de estiagem, a vazão disponível pode ser menor que a capacidade das turbinas, causando ociosidade. Em outras situações, as vazões são maiores que a capacidade de engolimento das máquinas, permitindo a passagem da água pelo vertedor.

Por esse motivo, o custo da energia elétrica produzida pelas PCHs é maior que o de uma usina hidrelétrica de grande porte (UHE - Usina Hidrelétrica de Energia), onde o reservatório pode ser operado de forma a diminuir a ociosidade ou os desperdícios de água.

Entretanto, as PCHs são instalações que resultam em menores impactos ambientais e se prestam à geração descentralizada. Este tipo de hidrelétrica é utilizado principalmente em rios de pequeno e médio porte que possuam desníveis significativos durante seu percurso, gerando potência hidráulica suficiente para movimentar as turbinas.

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

Para Hambus (2010), diretor do Portal PCH:

O que determina a instalação de uma pequena central hidrelétrica é um levantamento do potencial hídrico do rio, um projeto básico sobre a capacidade de geração, além do cálculo do custo do empreendimento. Somente de posse desse número é que saberemos se é viável ou não a instalação de uma PCH [...] Atualmente existe um cálculo que para cada 1 MW gerado em um PCH o custo é de R\$ 4 milhões. Por isso, esse tipo de empreendimento demanda estudos prévios para verificar a sua viabilidade.

Hambus destaca ainda que “dentre os diversos fatores, é importante mencionar que o retorno do investimento é em curto prazo, em função da tendência de aumento no custo de energia elétrica. Hoje a PCH é uma energia limpa e viável que promove uma geração distribuída”, proporcionando desenvolvimento econômico e sustentável.

É importante destacar que o custo da energia elétrica produzida por uma PCH é maior que o de uma Usina Hidrelétrica de Energia (UHE). Isso porque, nessa modalidade de usina, o reservatório é operado de forma a otimizar a ociosidade ou desperdício de água. Porém, as PCHs são empreendimentos que resultam em um menor impacto ambiental e geram energia de forma descentralizada e limpa (CIMENTO ITAMBÉ, 2010).

O investimento em PCHs implica em custos que, evidentemente, devem gerar benefícios econômicos e ambientais que compensem os investimentos a serem realizados. Os benefícios ambientais significam as melhorias no padrão de vida da população que usufruirá da energia a ser produzida, principalmente nos casos em que a PCH for implantada em região pouco desenvolvida. Os reflexos sobre todos os setores da economia regional são imediatos, incluindo também os associados às condições de saúde da população (ELETROBRÁS, 2000). Os benefícios econômicos significam recompensar financeiramente os investimentos realizados, garantindo ao investidor o retorno do capital aplicado. Os incentivos estabelecidos pela ANEEL (2003) para implantação de PCHs abrangem:

- Autorização não-onerosa para explorar o potencial hidráulico;
- Descontos não inferiores a 50% nos encargos de uso dos sistemas de transmissão e distribuição;
- Livre comercialização de energia com consumidores ou conjunto de consumidores reunidos por comunhão de interesses de fato ou de direito, cuja carga seja igual ou superior a 500 kW;
- Livre comercialização de energia com consumidores ou conjunto de consumidores reunidos por comunhão de interesses de fato ou de

direito, situados em sistema elétrico isolado, cuja carga seja igual ou superior a 50 kW;

- Isenção relativa à compensação financeira pela utilização de recursos hídricos;
- Participação no rateio da Conta de Consumo de Combustível – CCC, quando substituir geração térmica a óleo diesel, nos sistemas isolados;
- Isenção de aplicação, anualmente, de no mínimo um por cento da receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico – P&D;
- Mecanismo de Relocação de Energia (MRE)<sup>3</sup> para centrais hidrelétricas conectadas ao sistema interligado e não despachadas centralizadamente pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS.

## 2.6 Capacidade de geração de energia elétrica por Estado

Como se pode perceber na Tabela 2.6, São Paulo (20,66%) é o estado responsável pela maior percentual de Geração de Energia Elétrica do Brasil; em segundo está Minas Gerais, com 16,57%, seguido pelo Paraná, com 15,02%. O Rio Grande do Sul ocupa a sétima posição, com 7,47% da capacidade instalada.

Os estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná, detêm a metade da capacidade instalada do país, evidenciando o grande aproveitamento hidrelétrico para os estados centrais que concentram economias com grande demanda de energia.

---

<sup>3</sup> Mecanismo de Realocação de Energia (MRE) – Processo comercial pelo qual geradores hidrelétricos, sob a égide do Mercado Atacadista de Energia (MAE) compartilham, sob o aspecto financeiro, o risco hidrológico no âmbito do sistema interligado. O MAE é um ambiente organizado e regido por regras claramente estabelecidas no qual se processa a compra e venda de energia entre seus participantes, através de contratos bilaterais e de um mercado de curto prazo.

Tabela 2.6 - Capacidade Instalada por Estado 2012 (Usinas em divisas computadas em ambos os Estados).

UF	Capacidade Instalada (kW)	%
SP	24.429.207,98	20,66
MG	19.593.728,45	16,57
PR	17.761.687,20	15,02
GO	10.021.568,20	8,47
BA	9.727.967,30	8,23
PA	8.883.553,40	7,51
RS	8.833.220,40	7,47
RJ	8.695.982,40	7,35
MS	8.419.750,00	7,12
AL	7.690.486,50	6,50
SC	7.108.835,10	6,01
SE	3.237.779,40	2,74
PE	2.815.855,70	2,38
MT	2.617.257,82	2,21
TO	2.596.255,00	2,20
AM	2.258.470,00	1,91
ES	1.970.988,00	1,67
MA	1.452.199,80	1,23
CE	1.381.485,00	1,17
RO	1.219.710,48	1,03
RN	847.620,00	0,72
PB	637.470,00	0,54
PI	316.944,00	0,27
AP	297.949,00	0,25
AC	180.682,10	0,15
RR	122.610,40	0,10
DF	43.258,00	0,04

Fonte: ANEEL, 2012.

## **CAPÍTULO 3**

### **3 REFLEXO DAS PCHS NA MATRIZ DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL E NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

#### **3.1 Introdução**

O Brasil possui a matriz energética mais renovável do mundo industrializado com 45,3% de sua produção proveniente de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além das energias eólica e solar. As usinas hidrelétricas são responsáveis pela geração de mais de 70% da eletricidade do País. Vale lembrar que a matriz energética mundial é composta por 13% de fontes renováveis no caso de países industrializados, caindo para 6% entre as nações em desenvolvimento (PORTAL BRASIL, 2010).

As PCHs estão incluídas no Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), criado em 2002 pelo Ministério de Minas e Energia. O programa tem o objetivo de desenvolver fontes alternativas e renováveis de energia para a produção de eletricidade, levando em conta características e potencialidades regionais e locais e investindo na redução de emissões de gases de efeito estufa.

#### **3.2 O mercado das Pequenas Centrais Hidrelétricas**

Atualmente, as PCHs estão enfrentando problemas que dificultam sua entrada no mercado, segundo o Presidente da Abragel – Associação Brasileira de Geração de Energia Limpa – Charles Lenzi: “Temos um problema de custos de construção civil e de equipamentos que afeta nossa competitividade em relação a outras fontes” (REVISTA ENERGY, 2008). Segundo Lenzi, o Brasil precisa das PCHs, por serem

fontes de geração de energia limpa, ambientalmente sustentáveis e socialmente responsáveis e complementa:

As PCHs já estão consolidadas como fonte de energia elétrica efetiva, confiável e limpa, representando, atualmente, cerca de 3,2% da capacidade instalada da matriz elétrica brasileira. O potencial também é imenso. Existem atualmente, tramitando na ANEEL, estudos e projetos que podem representar aproximadamente 17.000 MW de potência. Além disso, estudos determinam que podem existir outros 10.000 MW ainda a ser explorados.

O principal concorrente das PCHs no mercado de energia são as Usinas Eólicas, que têm custo menor de construção por ter menor dependência da construção civil. Porém, sabe-se que, devido à sazonalidade dos ventos, este tipo de energia pode ter dificuldade em sua oferta. Segundo Gameiro (2012), diretor da *Trade Energy*, dentre os caminhos para se reverter este quadro, o executivo aponta que “seria interessante que o Ministério de Minas e Energia promova leilões separando as fontes, ou apresente pesos diferentes. É importante ter uma PCH que conte com sazonalidade diferente de uma eólica, porque as duas se complementam”.

As PCHs possuem melhor confiabilidade porque seus dados de potência hidráulica se baseiam em estudo de cheias de até 100 anos, diferentemente da energia eólica que tem seus dados mais recentes. As PCHs garantem menor sazonalidade, porém seus Licenciamentos Ambientais demoram mais. Outro fator importante para as PCHs é que o Brasil tem o domínio de toda a tecnologia para projeto e construção de PCHs, diferentemente dos Geradores Eólicos que contam com produtos importados.

O setor elétrico brasileiro possui dois ambientes de contratação de energia: o Ambiente de Contratação Livre (ACL) e o Ambiente de Contratação Regulado (ACR). O primeiro permite a compra da energia diretamente do produtor de energia ou de um agente intermediário, por meio de contratos bilaterais, onde prevalece a livre negociação de preço, qualidade e demanda. Já no ACR, a contratação é formalizada através de contratos bilaterais regulados, denominados Contratos de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado (CCEAR), celebrados entre Agentes Vendedores (comercializadores, geradores, produtores independentes ou autoprodutores) e Compradores (distribuidores) que participam dos leilões de compra e venda de energia elétrica.

No ACL podem atuar agentes de geração, comercializadores, importadores e exportadores de energia elétrica e consumidores livres. Os clientes potencialmente livres apresentam as seguintes características:

- Demanda > 3MW ligados após 1995 com qualquer nível de tensão;
- Demanda > 3MW ligados antes de 1995 com tensão > 69kw;
- Demanda > 0,5MW, qualquer tensão pode comprar de PCHs ou demais energias incentivadas (CERPCH, 2011).

O Ambiente de Contratação Livre é o melhor mercado para as PCHs por possuírem melhor preço e menor período de contratação (Canal Energia, 2010).

### **3.3 Situação atual dos projetos de PCHs no Brasil e no Estado do Rio Grande do Sul**

O Brasil vive um bom momento para investimentos em energia limpa, dentre eles as PCHs. Estes empreendimentos estão recebendo atenção especial na liberação de licenças, segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Em abril de 2012, o país registrou expansão no consumo de energia elétrica de 5,9% (EPE, 2012) e é esperado crescimento de 5% ao ano até 2030 (PNE 2030, EPE).

Conforme a Tabela 3.1, o Brasil possui 428 PCHs em operação em 2012 e estão sendo construídas mais 54, sendo que já estão outorgadas 133 unidades que não estão em construção. Isto representa um aumento de 38,24% da oferta de energia elétrica por Pequenas Centrais. No Rio Grande do Sul, conforme a Tabela 3.2, as PCHs somam 41 unidades em operação em 2012, com 8 novas unidades em construção e mais 8 outorgadas, o que representa um aumento de 38,9% da oferta de energia elétrica por Pequenas Centrais, mantendo a média de expansão nacional.



Tabela 3.1 - Pequenas Centrais Hidrelétricas no Brasil.

<b>PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS NO BRASIL</b>		
<b>Situação</b>	<b>Empreendimentos</b>	<b>Potência Instalada (kW)</b>
Operação	428	3.979.285
Construção	54	619.587
Outorgadas	133	1.844.090
<b>Total</b>	<b>615</b>	<b>6.442.962</b>

Fonte: ANEEL, compilado pelo Autor, 2012.

Tabela 3.2 - Pequenas Centrais Hidrelétricas no Rio Grande do Sul.

<b>PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS NO RIO GRANDE DO SUL</b>		
<b>Situação</b>	<b>Empreendimentos</b>	<b>Potência Instalada (kW)</b>
Operação	41	463.235
Construção	8	46.000
Outorgadas	8	134.208
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>643.443</b>

Fonte: ANEEL, compilado pelo Autor, 2012.

Na Tabela 3.3, evidencia-se que as PCHs estão na quarta posição na geração de energia nova no Brasil com um índice de 5,11% na expansão de eletricidade.

Tabela 3.3 - Projetos de Geração de Energia Elétrica outorgados e em construção no Brasil.

<b>PROJETOS DE GERAÇÃO OUTORGADOS E EM CONSTRUÇÃO NO BRASIL</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Outorgada (kW)</b>	<b>%</b>
<b>UHE</b>	22	20.431.442,00	42,37
<b>UTE</b>	194	16.768.770,00	34,78
<b>EOL</b>	257	7.165.280,00	14,86
<b>PCH</b>	187	2.463.677,00	5,11
<b>UTN</b>	1	1.350.000,00	2,80
<b>CGH</b>	62	41.546,00	0,09
<b>TOTAL</b>	<b>723</b>	<b>48.220.715,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: ANEEL, compilado pelo Autor, 2012.

Tabela 3.4 - Projetos de Geração de Energia Elétrica outorgados e em construção no Rio Grande do Sul

<b>PROJETOS DE GERAÇÃO OUTORGADOS E EM CONSTRUÇÃO NO RIO GRANDE DO SUL</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência (kW)</b>	<b>%</b>
<b>UTE</b>	7	1.614.813,00	49,70
<b>EOL</b>	44	1.095.500,00	33,72
<b>UHE</b>	1	292.000,00	8,99
<b>PCH</b>	16	242.524,00	7,46
<b>CGH</b>	7	4.344,00	0,13
<b>TOTAL</b>	75	3.249.181,00	100,00

Fonte: ANEEL, compilado pelo Autor, 2012.

Este índice é maior no Rio Grande do Sul onde as PCHs têm 7,46% de participação na oferta de energia elétrica nova, conforme Tabela 3.4.

### **3.4 O Rio Grande do Sul em relação aos outros estados em número de Pequenas Centrais Hidrelétricas**

O Rio Grande do Sul ocupa a 3ª posição no uso de PCHs para geração de energia elétrica, posição em que se manterá mesmo com a expansão de energia projetada para os estados de Santa Catarina e Paraná, conforme se verifica na Tabela 3.5.

O potencial hídrico para geração de energia no Rio Grande do Sul está entre os mais utilizados do Brasil, ao lado de Santa Catarina, com índices acima de 75% de aproveitamento segundo Atlas da Energia Elétrica do Brasil (ANEEL, 2005). Embora este índice seja elevado ainda há muito a ser explorado já que o Rio Grande do Sul.

Tabela 3.5 - Dez estados com maior geração de energia elétrica em PCHs.

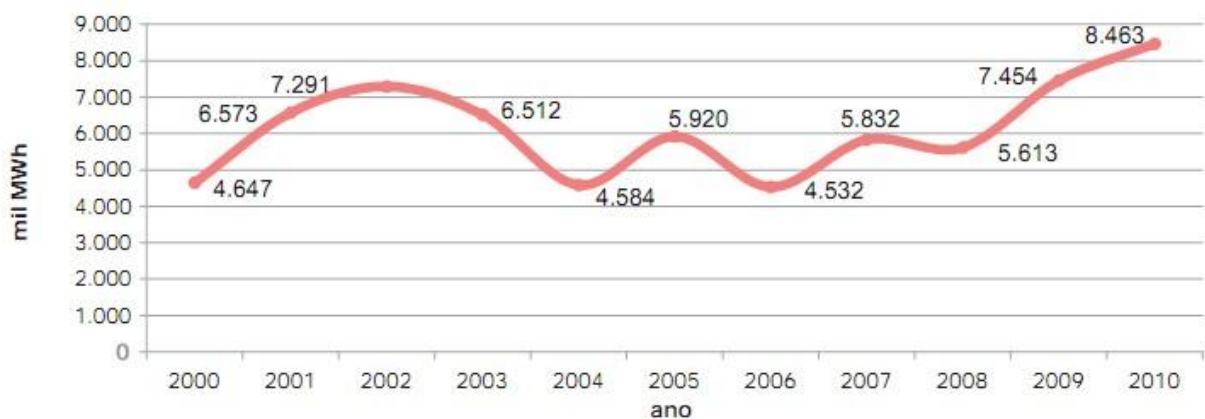
Estado	Situação (kW)		
	Operação	Construção	Outorga
<b>MG</b>	790.207	36.500	557.275
<b>MT</b>	758.418	128.484	181.960
<b>RS</b>	463.235	94.566	143.208
<b>SC</b>	387.484	127.247	155.237
<b>GO</b>	288.676	71.160	113.997
<b>RJ</b>	249.540	-	73.980
<b>SP</b>	235.037	16.000	91.724
<b>ES</b>	219.552	3.800	26.100
<b>PR</b>	210.765	28.000	335.580
<b>MS</b>	195.746	-	47.000

Fonte: ANEEL, compilado pelo Autor, 2012.

### 3.5 A influência das PCHs na geração de energia elétrica no Rio Grande do Sul

Segundo dados do Balanço Energético do Rio Grande do Sul (2011), as PCHs possuem o maior crescimento percentual nos últimos 10 anos em geração de energia elétrica no Rio Grande do Sul em relação a outras fontes de energia. Os gráficos 3.1 a 3.7 apresentam a geração de energia elétrica no período de 2000 a 2010 por tipo de fonte em MWh.

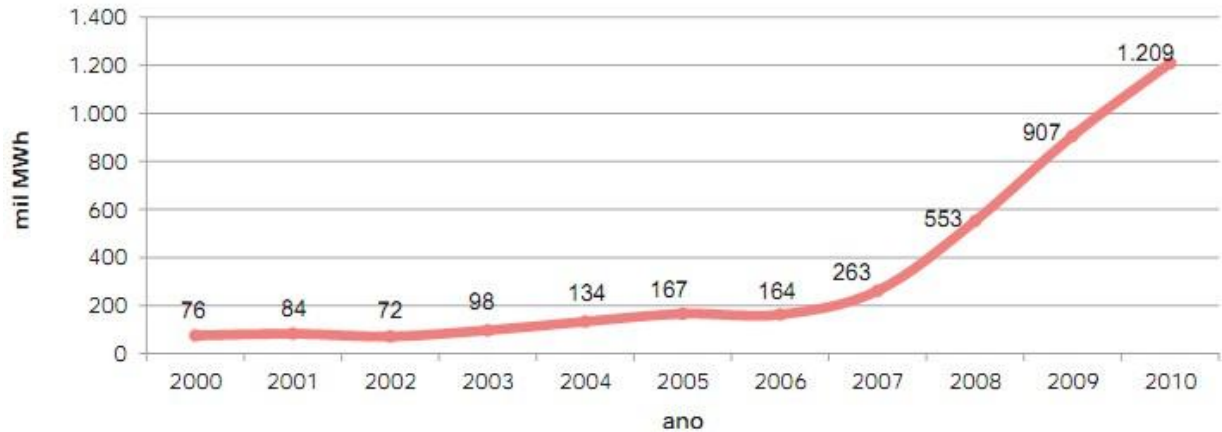
Gráfico 3.1 - Geração Hidrelétrica.



Fonte: Balanço Energético do Rio Grande do Sul, 2011.

O Gráfico 3.1 evidencia o crescimento contínuo da utilização dos recursos hídricos para geração de energia elétrica, aproveitando o grande potencial hidrelétrico existente no Brasil.

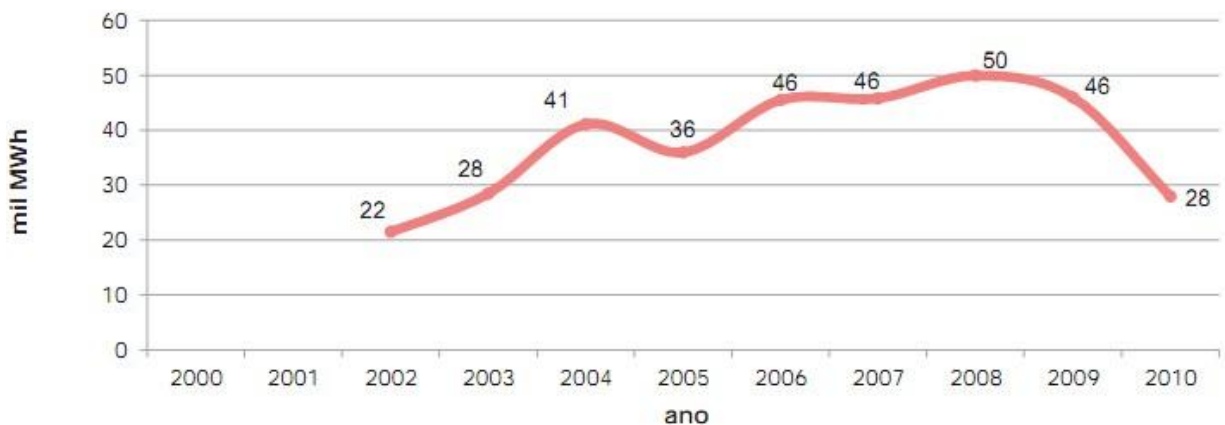
Gráfico 3.2 - Pequenas Centrais Hidrelétricas.



Fonte: Balanço Energético do Rio Grande do Sul, 2011.

Conforme Gráfico 3.2, as PCHs tem forte crescimento nos últimos 10 anos evidenciando o crescimento de empreendimentos que visam aliar a utilização de pequenos rios, desenvolvimento energético e preocupação com o meio ambiente.

Gráfico 3.3 - Biomassa.

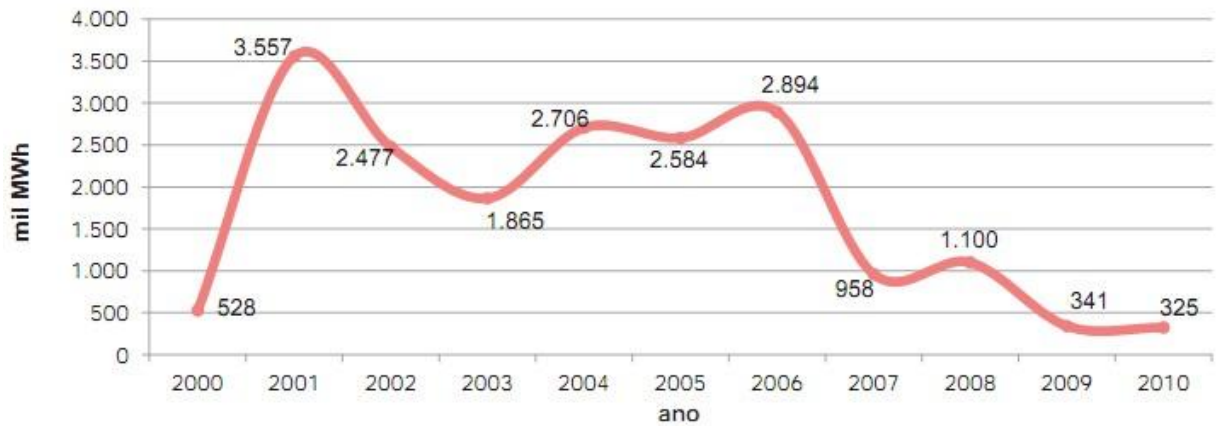


Fonte: Balanço Energético do Rio Grande do Sul, 2011.

A geração de energia da Biomassa cresceu, principalmente, para utilização racional dos resíduos da produção agropecuária. O consumo, em geral, está

localizado na propriedade em que é produzida, como forma de diminuir a demanda externa de energia.

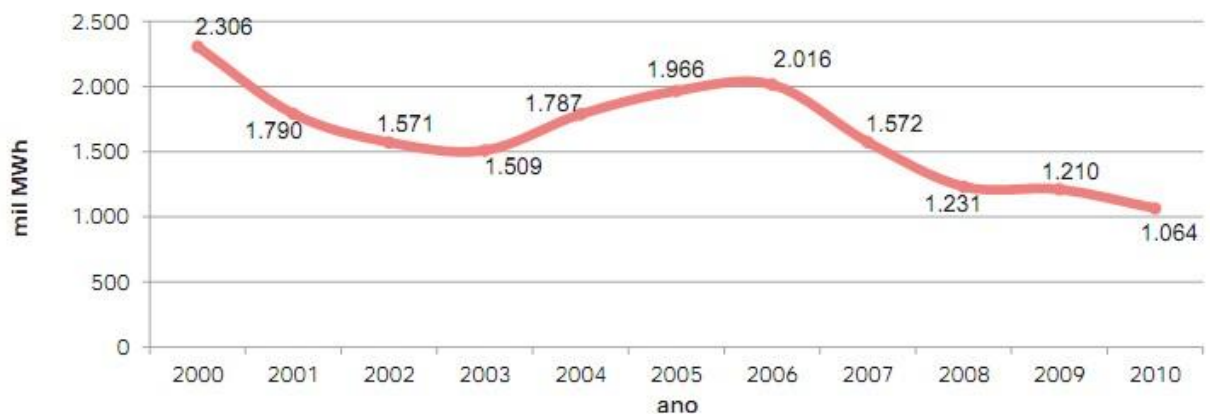
Gráfico 3.4 - Gás.



Fonte: Balanço Energético do Rio Grande do Sul, 2011.

O Gráfico 3.4 mostra o declínio de investimento em geração de energia elétrica através da queima de Gás, isto se deve, dentre outras coisas, por se tratar da dependência de importação do gás boliviano e do alto custo de produção.

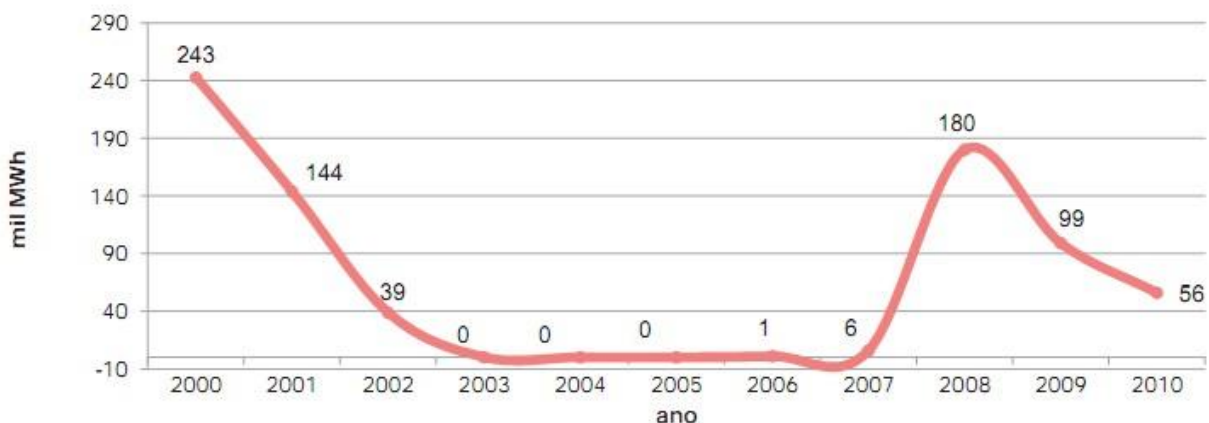
Gráfico 3.5 - Carvão.



Fonte: Balanço Energético do Rio Grande do Sul, 2011.

A geração de energia elétrica através da queima de carvão e óleo declinou nos últimos dez anos conforme nos mostram os Gráficos 3.5 e 3.6. Este tipo de empreendimento além de apresentar alto custo de produção não está alinhado com o desenvolvimento sustentável por utilizar queima de combustível fóssil.

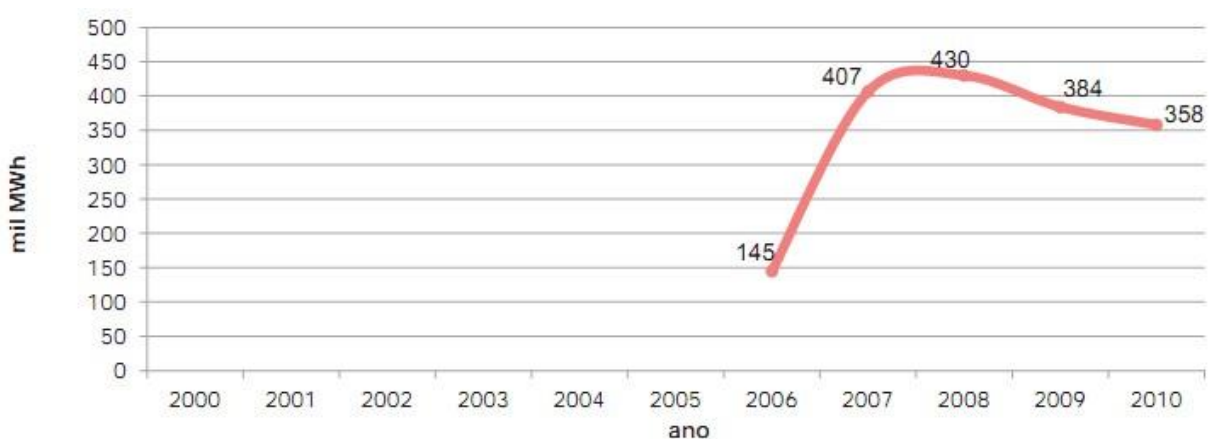
Gráfico 3.6 - Óleo.



Fonte: Balanço Energético do Rio Grande do Sul, 2011.

A energia eólica entra como nova força na matriz energética brasileira com grande número de empreendimentos e com grande potencial de ampliação. O custo baixo do investimento e a rapidez na liberação ambiental são atrativos deste tipo de empreendimentos.

Gráfico 3.7 - Eólica.



Fonte: Balanço Energético do Rio Grande do Sul, 2011.

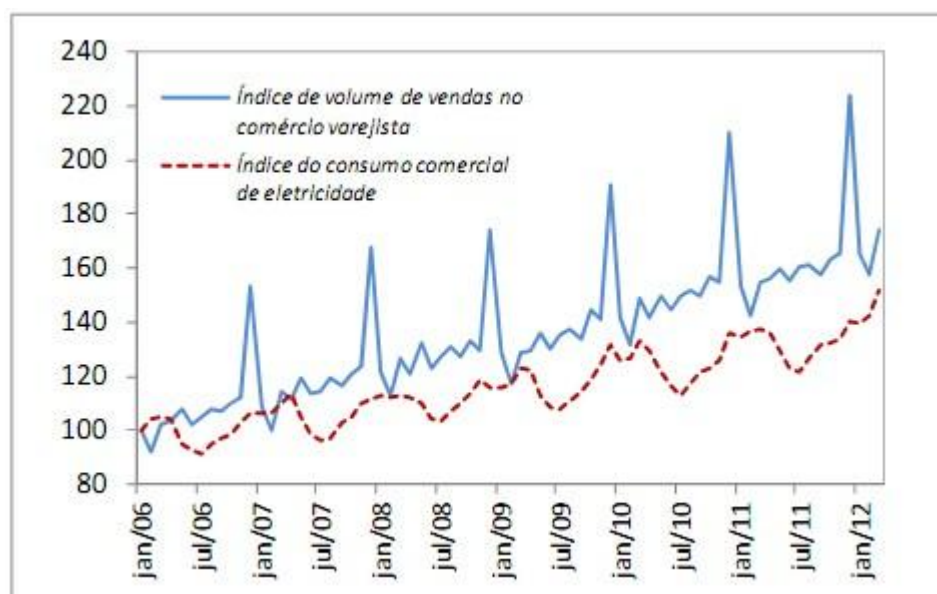
Este forte crescimento das PCHs no Rio Grande do Sul nos últimos dez anos é resultado de incentivos econômicos para este tipo de empreendimento e o melhor aproveitamento energético de pequenos rios do interior do estado.

### 3.6 Aspectos econômicos da oferta de energia elétrica no Rio Grande do Sul

A população do Rio Grande do Sul em 2010 atingiu 10.693.929 habitantes, e o Produto Interno Bruto (PIB) atingiu R\$ 237,859 bilhões, segundo dados do IBGE, gerando uma renda *per capita* de R\$ 21.683,00. No mesmo ano, a população do País foi de 190.755.799 habitantes, um PIB de R\$ 3,675 trilhões e uma renda *per capita* de R\$ 19.016,00. Isso significa que a economia do RS representou 6,47% da economia brasileira em 2010, sendo o quarto PIB da Federação, atrás de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (IBGE, 2010).

Segundo a Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o país registrou expansão de 5,9% no consumo de energia elétrica em abril de 2012. No Rio Grande do Sul, o setor comercial foi responsável por 10,4% no consumo de energia elétrica. O desempenho do consumo de energia na classe comercial pode ser associado, por um lado, à expansão da atividade do setor, especialmente com a incorporação de novos *shopping centers* e hipermercados e a geração de novos postos de trabalho (EPE, 2012).

Gráfico 3.8 - Consumo comercial de eletricidade e vendas no comércio varejista. (Índices-base, janeiro 2006).



Fontes: IBGE e EPE/COPAM.

O Gráfico 3.8 mostra a relação existente no consumo comercial de eletricidade e vendas no comércio varejista no Brasil, evidenciando a forte influência que o aumento do consumo das famílias reflete na demanda de energia elétrica.



## 4 CONCLUSÕES

O progresso e a ascensão econômica da última década no Brasil expuseram a necessidade da expansão da oferta de energia elétrica, um gargalo para o desenvolvimento econômico nacional, ao mesmo tempo em que as questões ambientais direcionam as necessidades do uso da energia no mundo todo. Reconhecido como potência ecológica, o Brasil tem direcionado seus investimentos na expansão da geração e transmissão de energia elétrica, com incentivos a projetos que respeitem o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável. As Pequenas Centrais Hidrelétricas são empreendimentos desta ordem, aliadas à confiabilidade e ao desenvolvimento regional.

O Brasil possui uma das matrizes de energia elétrica mais limpa e renovável do mundo, com 2/3 da energia sendo provida por hidrelétricas de grande porte, com grandes áreas alagadas que, embora utilizem uma fonte limpa para geração de energia, causam impactos ambientais consideráveis devido ao seu reservatório.

As PCHs são uma forma alternativa de geração de energia hidrelétrica menos impactante ambientalmente, utilizam pequenos rios, possuem reservatórios pequenos e potência limitada. Soma-se a estes benefícios ainda o desenvolvimento regional causado pela descentralização da energia dos grandes centros urbanos.

A tecnologia utilizada em todas as etapas da construção, operação e manutenção de PCHs são de origem nacional. O Brasil, atualmente, possui o domínio tecnológico deste tipo de empreendimento, o que torna as PCHs uma forma de geração de energia atrelada ao desenvolvimento do país.

O aumento na utilização de PCHs no Brasil nos últimos dez anos foi considerável e ainda há mais pela frente, pois 187 novos projetos estão em construção ou outorgados pela ANEEL e estes números estão aumentando a todo o momento. As PCHs são a terceira fonte em geração energia elétrica no Brasil, com 3,38%, e o potencial para expansão é imenso.

O Estado do Rio Grande do Sul tem nas PCHs 5,09% da sua geração de energia elétrica e está expandindo, atualmente, dos 13 projetos em construção 9 são de PCHs, representando quase 60% da potência dos demais empreendimentos em construção. O espaço para expansão é grande, pois o Rio Grande do Sul é banhado

por grande quantidade de pequenos rios e possui capacidade de fornecimento de equipamentos, mão-de-obra e tecnologia para estes empreendimentos.

Na expansão da oferta de energia elétrica de forma economicamente viável no Brasil, as PCHs serão de extrema importância, já que estão sintonizadas com o novo modelo de desenvolvimento sustentável e socialmente responsável que está sendo formado para as gerações futuras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADMINISTRADORES. **A “Energia” do Desenvolvimento: A Contribuição do Setor Energético para o Desenvolvimento Econômico no Brasil e no Mundo**. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/>>. Acesso em: 07 jun. 2012.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 2. Ed. – Brasília: ANEEL 2005.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **BIG – Banco de Informações da Geração**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.asp>. Acesso em: 10 abr. 2012.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Guia do empreendedor de pequenas centrais hidrelétricas**. Brasília. ANEEL, 2003.

CANAL ENERGIA. **Competitividade das PCHs**. Disponível em: <http://www.canalenergia.com.br/zpublisher/busca/> . Acesso em: 10 jun. 2012.

CCEE, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **A reestruturação do setor elétrico brasileiro**. Disponível em: <<http://www.aneel.org.br>>. Acesso em: 15 mai. 2012.

CCEE, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **O Setor Elétrico Brasileiro - Histórico**. Disponível em: < <http://www.ccee.org.br>>. Acesso em: 15 de maio 2012.  
CEPA. **Energia Eólica**. Disponível em: <<http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo4B/Eneralite/>>. Acesso em: 07 jun. 2012.

CERPCH, UNIFEI. **Mercado de PCH**. Disponível em: <http://www.cerpch.unifei.edu.br/>. Acesso em: 8 jun. 2012.

ELETROBRÁS. **Diretrizes para estudos e projetos de pequenas centrais hidrelétricas**, 2000.

ENERGIA RENOVÁVEL. **Fontes de Energia Renovável**. Disponível em: <<http://www.energiarenovavel.org>>. Acesso em: 7 abr. 2012.

EPE, Empresa de pesquisa energética. **Plano Nacional de Energia – PNE 2030**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/PNE/>>. Acesso em: 10 jun. 2012.

GAMEIRO, LUIS. **PCHs perdem espaço para eólicas no mercado de energia**. Disponível em: [http://www.revistafator.com.br/ver\\_noticia.php?not=199698](http://www.revistafator.com.br/ver_noticia.php?not=199698). Acesso em: 10 jun. 2012.

GRUPO CEEE. **Balanco Energético do Estado do Rio Grande do Sul 2010/2011**. Porto Alegre, Grupo CEEE / Secretaria de Infra-Estrutura e Logística do Rio Grande do Sul, 2011. 192p.

GSTRIATUM. **Energia Solar Fotovoltaica**. Disponível em: <http://www.gstriatum.com/pt/>. Acesso em: 15 abr. 2012.

HAMBUS, IVANDEL. **Pequena Central Hidrelétrica**. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/pequena-central-hidreletrica-%E2%80%93-pch/>. Acesso em: 20 mai. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 mai. 2012.

LOTERO, R. C. & SANTANA, E. A., **A Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro e o Gerenciamento Estratégico das Empresas**, Anais do III Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, junho, São Paulo, Brasil, pp. 301, 1998.

MARTINEZ, M. L. **Panorama setorial: energia elétrica**. São Paulo: Gazeta Mercantil, 1997, 3v. V.1, Análise setorial.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Usina Termelétrica**. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com.br/geografia/>>. Acesso em 07 de junho de 2012.

NEOENERGIA. **Histórico do Setor Elétrico**. Disponível em: <http://www.neoenergia.com/section/>. Acesso em: 06 abr. 2012.

PEREIRA, M. G. et al. **Avaliação dos impactos socioeconômicos de projetos energéticos – eletrificação rural: área de concessão da ENERSUL – MS**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo: UNISINOS, 2005.

POMPEU, C. T. **Direito de Águas no Brasil**. São Paulo: Ed. RT, 2006.

PORTAL BRASIL. **Matriz Energética**. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/cop/panorama/o-que-o-brasil-esta-fazendo/>. Acesso em: 7 jun. 2012.

PORTAL PCH. **O Banco Mundial e as Hidrelétricas**. Disponível em: <<http://www.portalpch.com.br>>. Acesso em: 15 mai. 2012.

PUC-RIO. **Análise da Confiabilidade em Sistemas de Potência**. Disponível em: [www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/.../0024856\\_03\\_cap\\_02.pdf](http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/.../0024856_03_cap_02.pdf). Acesso em: 20 abr. 2012.

REVISTA ENERGY. **Em busca da competitividade das PCHs**. Disponível em: <[http://issuu.com/renergy/docs/ren\\_brasil\\_\\_8\\_web](http://issuu.com/renergy/docs/ren_brasil__8_web)>. Acesso em: 8 jun. 2012.

SCIELO. **O mercado brasileiro de energia elétrica lições e perspectivas decorrentes do racionamento**. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php>. Acesso em: 07 jun. 2012.  
SERRANO, R. O. L. **O setor elétrico e sua inserção num cenário globalizado**. Rio de Janeiro : UFRJ/IE, 1999. (Monografia de pós-graduação, MBA em Energia Elétrica).

TECNIX. **Confiabilidade de sistemas elétricos**. Disponível em:  
<<http://www.tecnix.com.br>>. Acesso em: 20 mai. 2012.

UNESP. **Usina Ecoelétrica**. Disponível em:  
<<http://www.dee.feis.unesp.br/usinaecoeletrica>>. Acesso em: 15 abr. 2012.

VANCE, C. S.. **A internet como fonte de informações para a competitividade das empresas do setor elétrico brasileiro**. 2000. 73 f. Tese (Pós Graduação em Informação Científica e Técnica aliada a tecnologia)- Faculte dès Sciences et Techniques de St. Jérôme, Université Aix-Marseille, Marseille, 2000.