

KAREN EVELLINE PERUSSO VERGÍLIO

**GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E
PEQUENAS CENTRAIS
HIDRELÉTRICAS: ALTERNATIVAS
PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA
ELÉTRICA NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de Engenharia de São
Carlos, da Universidade de São Paulo

Curso de Engenharia Elétrica com ênfase
em Sistemas de Energia e Automação

ORIENTADOR: Prof. Dr. Frederico Fábio Mauad

São Carlos
2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

V497g	<p>Vergílio, Karen Evelline Perusso Geração distribuída e pequenas centrais hidrelétricas : alternativas para a geração de energia elétrica no Brasil / Karen Evelline Perusso Vergílio. orientador : Frederico Fábio Mauad -- São Carlos, 2012.</p> <p>Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica com ênfase em Sistema de Energia e Automação) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2012.</p> <p>1. Geração de energia. 2. Usinas hidrelétricas. 3. Legislação. 4. Pequenas centrais hidrelétricas. 5. Geração distribuída. 6. Setor elétrico I. Título.</p>
-------	---


FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Karen Evelline Perusso Vergilio

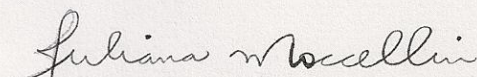
Título: “Geração Distribuída e Pequenas Centrais Hidrelétricas:
Alternativas para a Geração de Energia Elétrica no Brasil”

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado
em 26 / 06 / 2012,

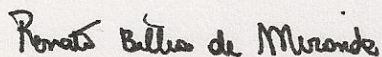
com NOTA 8,0 (8 , 0), pela comissão julgadora:



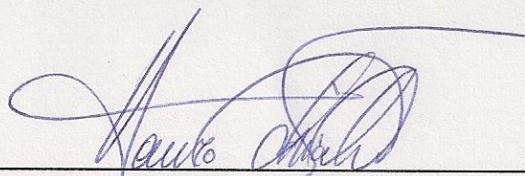
Prof. Dr. Frederico Fábio Mauad (Orientador) - EESC/USP



Dra. Juliana Moccellini - EESC/USP



M. Sc. Renato Billia de Miranda - EESC/USP



Prof. Associado Homero Schiabel
Coordenador da CoC-Engenharia Elétrica
EESC/USP

AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos pais e irmão que, de diversas maneiras possíveis e sempre com muito amor e carinho, me apoiaram nessa e em várias conquistas, e proporcionaram imensa contribuição para a realização deste trabalho.

DEDICATÓRIA

Dedico essa obra a duas das pessoas mais maravilhosas que
conheci em minha vida. E são elas que estão presentes
em minhas melhores lembranças:
meus avós Ricardo e Elvira.

Sumário

AGRADECIMENTOS.....	IV
DEDICATÓRIA	V
LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
RESUMO	IX
ABSTRACT.....	X
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO.....	3
3. O ATUAL SETOR ENERGÉTICO BRASILEIRO	4
4. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA	6
4.1 A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL	8
4.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA.....	11
5. AS PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS	12
5.1 O QUÊ É UMA PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA?	12
5.1.1 OPERAÇÃO E PRINCIPAIS COMPONENTES DE UMA PCH	13
5.1.2 ETAPAS E DOCUMENTAÇÃO	14
5.2 QUESTÕES SOCIOAMBIENTAIS ENVOLVENDO PCHs	17
5.3 LEGISLAÇÃO E NORMAS	17
5.3.1 LEIS	18
5.3.2 DECRETOS	19
5.3.3 RESOLUÇÕES ANEEL	19
5.4 ATUAL SITUAÇÃO E CONTRIBUIÇÃO DAS PCHs NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	21
5.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS PCHs.....	23
6. USINAS HIDRELÉTRICAS	25
6.1 PARTICIPAÇÃO NA MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL.....	26
6.2 VANTAGENS DAS UHEs.....	26
6.3 DESVANTAGENS E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS.....	27
7. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E PCHs <i>VERSUS</i> USINAS HIDRELÉTRICAS	29
8. CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Geração atual de energia elétrica no Brasil.....	10
Tabela 2 - Classificação das PCHs quanto à potência e à queda do projeto.	12
Tabela 3 - Empreendimentos em operação, em construção e outorgados.....	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema Interligado Nacional.	7
Figura 2 - Sistemas Isolados.	9
Figura 3 - Esquema de uma PCH.	14
Figura 4 - Fluxograma de implantação de uma PCH.	16
Figura 5 - Esquema de uma usina hidrelétrica.	26

RESUMO

VERGÍLIO, K. E. P. **Geração distribuída e pequenas centrais hidrelétricas: alternativas para a geração de energia elétrica no Brasil**. 2012. 32 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica com Ênfase em Sistemas de Energia e Automação) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

A energia elétrica representa essencial importância para o desenvolvimento socioeconômico de uma nação. No cenário atual, onde muito se discute sobre a preservação do meio ambiente, a busca por fontes energéticas alternativas e renováveis tornou-se mundialmente necessária. A demanda por energia cresce simultaneamente com as preocupações relacionadas às questões ambientais provenientes da instalação e utilização de empreendimentos energéticos.

No Brasil, entretanto, as usinas hidrelétricas detêm a maior contribuição na atual matriz energética. Esse fato conflita com a constante busca por fontes energéticas alternativas e complementares. É neste contexto que as Pequenas Centrais Hidrelétricas surgem como uma das soluções para os problemas socioambientais causados por aquelas. Tais empreendimentos possibilitam melhor atendimento às necessidades de carga de pequenos centros urbanos, locais remotos e regiões rurais, assim como a Geração Distribuída, e são responsáveis por promover a descentralização do sistema.

O objetivo deste trabalho é apresentar a geração distribuída e as pequenas centrais hidrelétricas como formas rápidas e eficientes de promover a expansão da oferta de energia elétrica, visando suprir a crescente demanda verificada no mercado nacional. Para isso, serão apontados os principais conceitos e características envolvendo ambos os empreendimentos, assim como das usinas hidrelétricas, e compará-los para verificação da maior viabilidade de implantação.

Palavras-chave: Geração de energia, Usinas Hidrelétricas, Legislação, Pequenas Centrais Hidrelétricas, Geração Distribuída, Setor Elétrico.

ABSTRACT

VERGÍLIO, K. E. P. **Distributed generation and small hydroelectric stations: alternatives for the energy generation in Brazil.** 2012. 32 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica com Ênfase em Sistemas de Energia e Automação) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

The electrical power is essentially important to a nation socioeconomic development. In the actual scene, where there are many discussions about environmental preservation, the search for alternatives and renewable energy sources has become a worldwide necessity. The demand for energy grows simultaneously with the concerns related to environmental issues from the installation and use of energy ventures.

In Brazil, however, hydroelectric plants have the biggest contribution to the current matrix. This fact conflicts with the constant search for complementary and alternative energy sources. In the context, the small hydroelectric stations emerge as one of the solutions to the problems caused by social and environmental ones. Such projects enable better service to the needs of load of the small urban centers, rural and remote locations, as well as the distributed generation, and are responsible for promoting the decentralization of the system.

The aim of this study is to show the small hydroelectric plants and distributed generation as fast and efficient ways of promoting the expansion of electricity in order to provide the growing demand in the national market. For this, will be appointed the main concepts and features involving both projects, as well as hydroelectric plants, and compare them to verify the greater feasibility of implantation.

Keywords: Energy generation, Hydroelectric Plants, Legislation, Small Hydroelectric Stations, Distributed Generation, Electric Sector.

1. INTRODUÇÃO

O atual panorama do setor elétrico brasileiro encontra-se em grande crescimento econômico e tem como um dos pilares para essa continuidade, a geração de energia para o abastecimento de suas cidades e indústrias. Dentre os vários fatores que proporcionaram o desenvolvimento da humanidade, um dos mais importantes foi o uso da energia em suas diversas formas. Como prova de tal importância, por muito tempo o consumo *per capita* de eletricidade foi utilizado como indicador do grau de desenvolvimento dos países. Para a consolidação deste desenvolvimento é necessário, entre outros fatores, garantir que as fontes de energia estejam disponíveis em níveis suficientes e que sejam acessíveis, para que a demanda de energia necessária ao desenvolvimento seja garantida.

Considerando as necessidades do mundo atual globalizado, o setor elétrico busca meios para aumentar e aperfeiçoar a geração de energia, e implantar programas de conservação da mesma. Para isso, tal setor deve sempre estar atento às questões sociais e aos impactos ambientais oriundos da implementação dos diversos tipos de empreendimentos geradores de energia elétrica.

O Brasil apresenta um rico histórico no panorama de geração de energia elétrica, desde a pequena geração para um seletor público no final do século XIX até obras de enormes dimensões, como a Itaipu Binacional, referência mundial em usinas hidrelétricas. Durante o século XX a energia elétrica foi considerada de importância nacional, tendo o Estado brasileiro executado o planejamento do aproveitamento dos recursos hídricos através da construção de usinas hidrelétricas, garantindo o melhor aproveitamento dos potenciais existentes. Porém, atualmente, os principais potenciais hidráulicos encontram-se na região Norte do país, na Bacia Amazônica, onde a topologia do relevo se apresenta mais plana, sem grandes quedas d'água, além de possuir diversas restrições ambientais. Com isso, a construção de hidrelétricas somente será viável com a inundação de grandes áreas para a formação de reservatórios. Em um cenário onde muito se discute sobre a necessidade da preservação do meio-ambiente, este fato segue totalmente contrário a tendência mundial, que propõe o uso de fontes alternativas para se produzir a tão necessária energia elétrica. É nesse contexto que se encaixam as pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) e a geração distribuída (GD) como alternativas para a geração de energia elétrica.

Criadas com a finalidade de gerar energia a menor custo e com maior respeito ao meio-ambiente, as PCHs contribuem também para a diversificação da matriz energética. São empreendimentos que possibilitam melhor atendimento às necessidades de carga de pequenos centros urbanos e regiões rurais, uma vez que, na maioria dos casos, atuam complementando o fornecimento realizado pelo sistema.

A geração distribuída é caracterizada por unidades geradoras de menor capacidade, conectadas na rede de distribuição local de energia próxima aos centros de consumo. Baseia-se em fontes eólicas, solares, PCHs e térmicas a biomassa e gás natural. O expressivo aumento de sua participação na matriz energética nacional se deve, basicamente, a incentivos do Governo Federal como, por exemplo, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia (PROINFA).

2. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo apresentar a geração distribuída e as pequenas centrais hidrelétricas como fontes atrativas e viáveis para a produção de energia elétrica no Brasil. Serão apresentadas a legislação relacionada, definições, características de operação, vantagens e desvantagens inerentes à implantação e dados que demonstrem a participação atual no setor energético nacional de cada um dos empreendimentos envolvidos, assim como os referentes às usinas hidrelétricas. Estes dados serão comparados e utilizados para justificar a maior viabilidade de implantação da GD e das PCHs na matriz energética brasileira.

Como todo empreendimento gerador de energia, o uso destas formas produz impactos ambientais e gera a discussão de relevantes questões socioeconômicas, que também serão apresentados e discutidos.

3. O ATUAL SETOR ENERGÉTICO BRASILEIRO

O extenso parque gerador de energia elétrica no Brasil é constituído pelas seguintes fontes de geração: hidráulica, eólica, térmica e solar. As características físicas e geográficas brasileiras foram determinantes para que a sua base de geração de energia fosse constituída por um sistema hidrotérmico de potência com predominância hidráulica. A parcela restante do nosso parque gerador é composta por geração termelétrica, destinada à complementação do atendimento do mercado do Sistema Interligado Nacional nos períodos hidrológicamente desfavoráveis, e para atendimento localizado quando ocorrem restrições de transmissão, e ao atendimento dos Sistemas Isolados. Além disso, o parque conta ainda com unidades geradoras distribuídas, compostas por plantas de co-geração. Os produtores de energia elétrica no Brasil são atualmente classificados como pertencentes a empresas concessionárias de geração, autoprodutores¹ e produtores independentes².

Segundo dados do Balanço Energético Nacional (BEN), ano de 2011, a capacidade instalada de geração elétrica no Brasil foi de 102,9 GW, sendo que 77,5 GW se refere à capacidade de geração hidrelétrica (75,3% do total). Este documento mostra, ainda, que a geração hidrelétrica do Brasil, no ano em questão, foi de 369,6 TWh.

De acordo com o Atlas de Energia Elétrica do Brasil, 2ª edição, o potencial hidráulico do parque gerador brasileiro é de cerca de 260 GW, envolvendo 15% das reservas mundiais de água doce disponível. No entanto, apenas um quarto do potencial é utilizado atualmente. Seu potencial remanescente está concentrado na Região Amazônica (47%), que possui diversas restrições ambientais. Atualmente, são produzidos 118,35 GW de potência elétrica no país, com 2.645 empreendimentos em operação (BIG, 2012).

Os potenciais dos rios nacionais são explorados através da construção de reservatórios e de usinas hidrelétricas de grande (UHEs) e pequeno (PCHs) porte, isoladas ou em cascata. Há ainda as centrais geradoras hidrelétricas (CGH), que são aquelas com potência instalada igual ou inferior a 1 MW. Esta grande cadeia de reservatórios tem importante significado econômico, hidrológico, ecológico e social. Em muitas regiões do país, esses ecossistemas são utilizados como base para o desenvolvimento regional. Em alguns projetos houve planejamento inicial e preocupação com a inserção regional; em outros, este planejamento foi pouco desenvolvido. Os

¹ Autoprodutor é a pessoa jurídica ou empresas reunidas em consórcio, que recebam concessão e autorização para produzir energia elétrica destinada ao seu próprio uso.

² Produtor independente é a pessoa jurídica ou empresas reunidas em consórcio, que recebam concessão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao comércio de toda ou parte da energia produzida por sua conta e risco.

empreendimentos hidrelétricos (UHEs, PCHs e CGHs) são responsáveis por 70,07% da produção nacional de energia elétrica, o que corresponde a 82,93 GW, (BIG, 2012).

Complementando a hidroeletricidade estão as fontes térmicas que, segundo dados do Banco de Informação de Geração – BIG, da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, são divididas por tipos de combustíveis: fóssil, biomassa e outros, e energia nuclear. Dentre os combustíveis fósseis temos os óleos combustível, diesel e ultra viscoso, os gases natural e de refinaria, e o carvão mineral. A capacidade instalada das usinas que consomem estes combustíveis representam 70,8% da capacidade total das usinas termelétricas em operação no país. As centrais termelétricas em operação que utilizam biomassa (consumindo carvão vegetal, resíduo de madeira, bagaço de cana-de-açúcar, casca de arroz, licor negro e biogás) correspondem a 27,1% da capacidade total. Os demais combustíveis classificados como “outros” totalizavam 2,1% da capacidade total das usinas termelétricas e são constituídos por: gás de alto forno, gás de processo, enxofre, efluente gasoso e gás siderúrgico. A energia nuclear tem uma participação de 1,7%, correspondendo a 2 GW instalados nas usinas nucleares de Angra I e II.

Apesar do expressivo potencial eólico, divulgado no Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (ANEEL, 2010), o país ainda explora pouco este potencial, representando hoje apenas 1,3% da capacidade total instalada, com 1,5 GW, agindo na complementariedade sazonal entre regimes de vento e hidrológico, em especial na região Nordeste.

Quase todas as formas de energia – hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos – são formas indiretas de energia solar. Além disso, a radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica e, também, pode ser convertida em energia elétrica. Recentemente, grandes esforços têm sido direcionados ao aproveitamento da energia solar no Brasil, particularmente por meio de sistemas fotovoltaicos de geração de eletricidade. Atualmente, há oito usinas fotovoltaicas em operação no país, contribuindo com 0,0013% da energia elétrica total produzida (BIG, 2012).

4. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

A energia elétrica, e seus inúmeros modos de utilização e aplicação, são os fatores de maior importância na contribuição para o desenvolvimento da humanidade. O consumo da mesma está diretamente relacionado com o desenvolvimento econômico e crescimento populacional de um país, pois reflete o ritmo de atividade dos setores industrial, comercial e de serviços. Para isso é necessário, entre outras coisas, a garantia de que as fontes de energia estejam disponíveis em níveis suficientes, sempre levando em consideração as questões ambientais e sociais.

Embora o termo geração distribuída pareça novo, sua concepção se deu graças a Thomas A. Edison que, no ano de 1882, criou o primeiro sistema de geração de energia em Nova York. A construção da primeira central de geração, localizada na Rua Pearl Street, fornecia energia para lâmpadas incandescentes de aproximadamente 59 clientes em uma área de 1km². Essencialmente, este é o conceito mais simples de geração distribuída: uma fonte geradora localizada próxima à carga.

Com o desenvolvimento dos transformadores, o uso da corrente alternada logo conquistou seu espaço possibilitando o atendimento de cargas distantes do local de geração. Surgiram assim, grandes sistemas de energia que apresentavam maior confiabilidade, desde usinas geradoras de energia elétrica a sistemas de transmissão capazes de atender a demandas de proporções continentais, como é o caso do Sistema Interligado Nacional, apresentado na **Figura 1**.

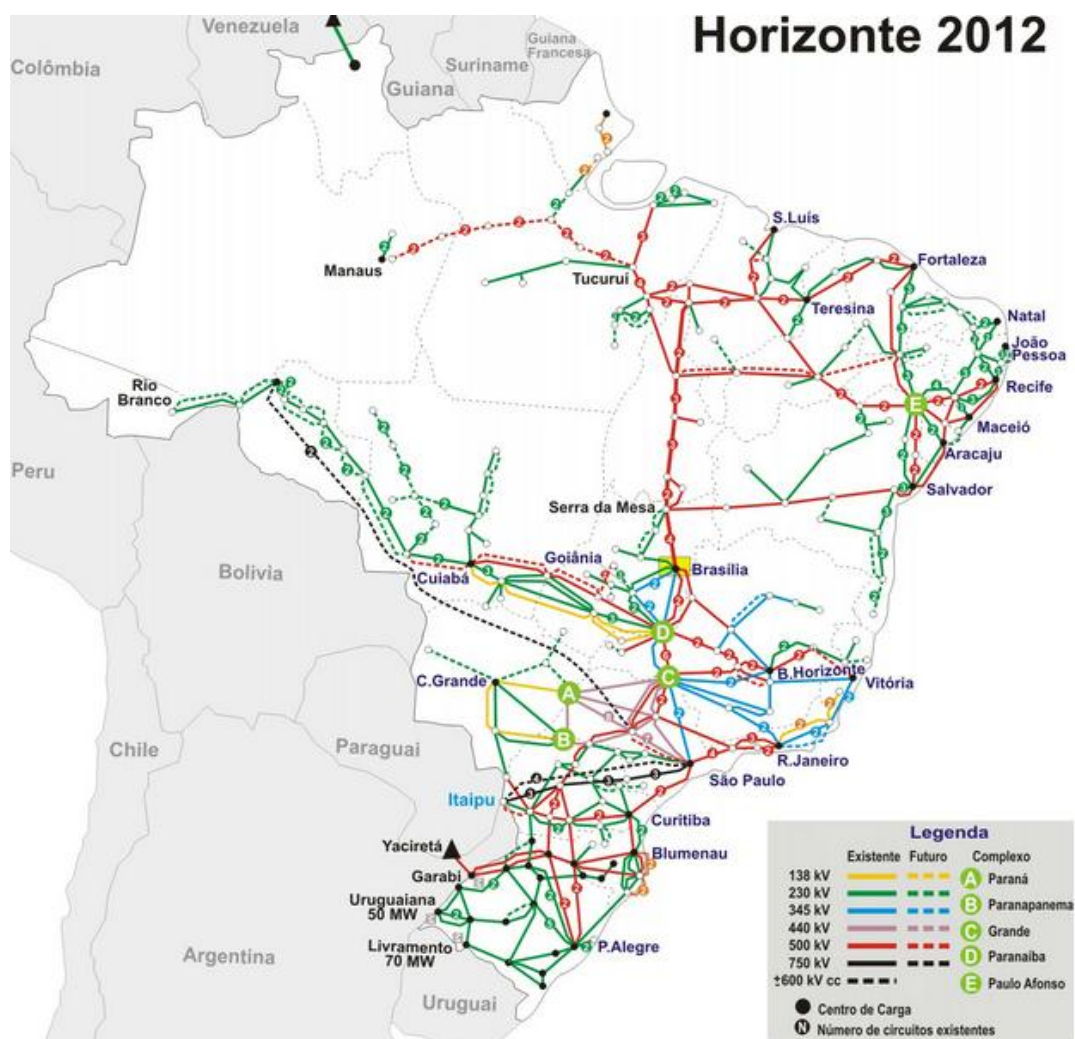


Figura 1 - Sistema Interligado Nacional.
FONTE: ONS (2012).

Com o crescimento da população e o desenvolvimento tecnológico, torna-se necessário uma demanda de energia cada vez maior. Assim, quando o aumento na demanda ultrapassa os limites do sistema, exige-se a construção de novas unidades de geração de grande porte, bem como de sistemas para a transmissão e distribuição desta nova parcela de energia. Tal modelo passou a ser questionado com o surgimento de novas tecnologias que promovem a redução do custo da energia gerada, além dos inúmeros impactos ambientais associados à sua implantação. Com isso, a geração distribuída passou a ser cada vez mais valorizada.

A GD deriva de diversas fontes primárias de energia tanto renováveis (biomassa) quanto não renováveis (sobretudo gás natural), não se vinculando a uma tecnologia específica. Há duas vertentes distintas de possibilidade de atuação da GD: reserva descentralizada e fonte de energia. A **reserva descentralizada** supre as mais diversas necessidades, tais como: excesso de demanda de ponta, cobertura de apagões e melhoria das condições qualitativas do fornecimento em regiões com *déficit* de atendimento. Agindo como **fonte de energia**,

essencialmente volta-se para atender cargas próximas, seja para autoconsumo (industrial, predial, público – hospitais, aeroportos), com ou sem produção de excedentes exportáveis, seja para suprir necessidades locais de distribuição de energia.

São incluídas na geração distribuída as fontes alternativas de energia, tais como: gás natural, centrais geradoras de energia elétrica, biomassa, solar, eólica e pequenas centrais hidrelétricas. Tais centrais deverão ser conectadas a algum sistema de distribuição de energia elétrica, podendo ser diretamente por uma subestação ou pelo sistema de transmissão.

4.1 A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL

No Brasil, a geração distribuída (também conhecida como geração descentralizada), foi definida de forma oficial através do **Decreto nº 5.163, de 30 de Julho de 2004**, (BRASIL, 2004) e foi definida da seguinte forma:

“Art. 14. Para os fins deste Decreto, considera-se geração distribuída a produção de energia elétrica proveniente de empreendimentos de agentes concessionários, permissionários ou autorizados (...), conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador, exceto aquela proveniente de empreendimento:

I – hidrelétrico com capacidade instalada superior a 30MW; e

II – termelétrico, inclusive de geração, com eficiência energética inferior a setenta e cinco por cento, (...).

Parágrafo único. Os empreendimentos termelétricos que utilizem biomassa ou resíduos de processo, como combustível, não serão limitados ao percentual de eficiência energética prevista no inciso II do caput.”

Em outras palavras, geração distribuída é qualquer fonte geradora com produção destinada, em sua maior parte, a cargas locais ou próximas, alimentadas sem necessidade de transporte da energia na rede de transmissão (INEE, 2002).

Atualmente no país, grande parte da geração de energia elétrica, o equivalente a 70,07% da capacidade total instalada, é de origem hidráulica, ou seja, é proveniente das usinas hidrelétricas, PCHs e centrais geradoras hidrelétricas. As usinas hidrelétricas, em sua maior parte, estão instaladas em localidades distantes dos centros de carga, o que explica o extenso sistema de transmissão necessário para levar tal energia a eles. A principal característica desse segmento é a sua divisão em dois grandes blocos: o Sistema Interligado Nacional (mostrado anteriormente na **Figura 1**), abrangendo grande parte do território nacional, e os Sistemas Isolados, que correspondem praticamente à região Norte, como apresentado na **Figura 2**.



Figura 2 - Sistemas Isolados.
FONTE: ANEEL (2008).

A geração distribuída atua complementando o fornecimento de energia elétrica realizado pelo sistema, contribuindo para que a oferta de energia seja suficiente para atender a demanda. Em 2001 a demanda por energia, aliada ao baixo nível dos reservatórios das usinas hidrelétricas, explicitou o *déficit* de energia que apresentava o Brasil. Assim, o governo precisou exercer algumas medidas para administrar a crise. Em abril de 2001, foi criada a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica – CGE, que previa soluções emergenciais visando um rápido aumento na oferta de eletricidade e na adoção de novos programas de eficiência energética (BAJAY; BADANHAN, 2002).

O racionamento de energia ocorrido em 2001 expôs a fragilidade do sistema de geração no Brasil e permitiu que a discussão sobre fontes alternativas ganhasse força. Diversos fatores

possibilitaram profundamente a difusão dessa tecnologia em nosso país, entre eles a desestruturação do setor elétrico, o baixo custo de investimento em relação às grandes centrais elétricas, a necessidade de suprir a demanda por energia elétrica em grandes centros consumidores e também em locais isolados do SIN, e a preocupação cada vez mais frequente e necessária com a questão ambiental.

Atualmente, a GD é responsável por 22,83% da energia elétrica gerada no Brasil, chegando a mais de 28.535 MW de potência, como mostrado na **Tabela 1**, ordenada por tipos de geração.

Tabela 1 - Geração atual de energia elétrica no Brasil.

Geração	Tipo	Quantidade	Potência (kW)	Em %
Geração Convencional	Usina Hidrelétrica	190	82.932.424	66,49
	Usina Termelétrica - Petróleo e Derivados	962	7.167.858	5,67
	Usina Termelétrica – Carvão Natural	10	1.944.054	1,54
	Usina Termonuclear	2	2.007.000	1,70
Geração Distribuída (fontes alternativas)	Usina Termelétrica – Gás Natural e de Processo	146	13.393.496	10,60
	Usina Termelétrica – Biomassa	437	9.349.937	7,35
	Pequena Central Hidrelétrica e Central Geradora Hidrelétrica	815	4.246.890	3,58
	Central Geradora Eólica	76	1.543.042	1,30
	Usina Fotovoltaica	8	1.494	~0

FONTE: Banco de Informações de Geração (BIG), 2012.

A contribuição da GD no panorama energético nacional será cada vez mais significativa visto que a busca por fontes alternativas para a produção de energia é uma tendência mundial. Além disso, o PROINFA participa de maneira expressiva nessa contribuição. O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) foi criado pelo Governo Federal através da **Lei nº 10.438, de 26 de Abril de 2002**, (BRASIL, 2002) com o intuito de aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos concebidos com base eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas, diversificando a matriz energética brasileira e buscando alternativas para aumentar a segurança dos sistemas no abastecimento de energia, além de valorizar as potencialidades regionais e locais. Tal programa implantou, até 31 de Dezembro de 2.011, um total de 119 empreendimentos, constituído por 41 usinas eólicas, 59

PCHs e 19 termelétricas a biomassa, somando 2.649,87 MW de potência (ELETROBRÁS, 2011).

Com relação às perspectivas futuras, estudos do Ministério de Minas e Energia (MME) estimam que a parcela de energia gerada por fontes alternativas, onde se enquadra a energia gerada pela GD, seja de 46,6% em 2030.

A partir da análise dos dados retirados do Balanço Energético Nacional, (EPE, 2011) dos anos de 2004 e 2006, e do Plano Nacional de Energia 2030 (EPE, 2007), a energia nuclear, o carvão mineral e o gás natural terão maior participação relativa na geração de energia elétrica, resultando em menor geração relativa pelas usinas hidrelétricas.

4.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

A geração distribuída oferece vantagens tanto para o consumidor final, quanto para a concessionária de energia e o gerador, sendo algumas delas decorrentes de sua usual proximidade aos locais de consumo. Com isso, podemos citar: existência de reservas de geração e diminuição das perdas na rede de transmissão/distribuição, proporcionando maior estabilidade ao sistema; redução dos riscos de planejamento, dos investimentos e do tempo para implantação de novas centrais, devido ao tamanho reduzido das mesmas; podem ser implementados geradores de emergência; aumento da confiabilidade do suprimento aos consumidores próximos à produção local por adicionar fonte não sujeita a falhas na transmissão e distribuição, garantindo a continuidade do mesmo. Além de suprir a energia localmente, a GD desempenha um papel importante para o conjunto do Sistema Interligado, até mesmo quando não é despachada, pois aumenta as reservas de potência junto a essas cargas, reduzindo os riscos de instabilidade e aumentando a confiabilidade do suprimento. Além disso, permite o aumento da eficiência energética e a diminuição dos impactos ambientais.

As desvantagens também devem ser consideradas, como a maior complexidade da coordenação da proteção, planejamento e operação do sistema elétrico, além da maior complexidade administrativa, contratual e comercial; maior custo de geração de energia e de manutenção das centrais elétricas.

As principais barreiras para a disseminação de fontes renováveis alternativas na geração de energia elétrica no Brasil seriam o seu custo tecnológico mais elevado, quando comparado ao das fontes convencionais, e a dificuldade de financiamento. O nível de desenvolvimento que ainda se encontram algumas das tecnologias e as produções em escala não industrial, ainda não as tornam atrativas sob o ponto de vista econômico.

5. AS PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

As PCHs são empreendimentos de exploração de recursos hídricos para produção de energia elétrica, no qual se instalam turbinas hidráulicas acopladas aos geradores de eletricidade, que são impulsionadas pelo fluxo d'água resultante de um desnível provocado por barragem ou um curso d'água (Polizel, 2007).

Estes empreendimentos surgem como alternativa na tentativa de minimizar os impactos causados pelas usinas hidrelétricas. Embora também causem danos ao meio ambiente, sua dimensão é incomparavelmente menor devido a suas características (não necessitam de grandes reservatórios e operam a fio d'água). As pequenas centrais possibilitam ainda, melhor atendimento às necessidades de carga de pequenos centros urbanos e regiões rurais, e representam um dos principais focos de prioridade com relação à expansão da oferta de energia elétrica no Brasil.

5.1 O QUÊ É UMA PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA?

Segundo a resolução nº 394 de 04 de Dezembro de 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 1MW e igual ou inferior a 30MW. Além disso, a área do reservatório deve ser igual ou inferior a 3km². Tal área é delimitada pela cota d'água associada à vazão de cheia com tempo de recorrência de 100 anos.

As PCHs podem ser classificadas quanto à potência instalada e quanto à queda de projeto, como mostrado na **Tabela 2**.

Tabela 2 - Classificação das PCHs quanto à potência e à queda do projeto.

Classificação das centrais	Potência (kW)	Queda de Projeto – Hd (m)		
		Baixa	Média	Alta
Micro	$P < 100$	$Hd < 15$	$15 < Hd < 50$	$Hd > 50$
Mini	$100 < P < 1.000$	$Hd < 20$	$20 < Hd < 100$	$Hd > 100$
Pequenas	$1.000 < P < 30.000$	$Hd < 25$	$25 < Hd < 130$	$Hd > 130$

FONTE: ELETROBRÁS (2012).

Segundo Polizel (2007), há dois tipos de PCHs:

1 – PCH de acumulação: são empregadas para regularizar as vazões hídricas necessárias para a produção de energia elétrica. Este tipo é construído quando a vazão do curso d'água não

for suficiente para suprir a descarga necessária do sistema gerador. Neste caso, a barragem acumula água nas horas de baixo consumo elétrico para utilizar nos períodos de alta demanda.

2 – PCH a fio d'água: a vazão não é regularizada por meio de acumulação. Tal tipo é adotado quando a vazão mínima do rio for maior do que a descarga necessária para atender à demanda de geração elétrica.

5.1.1 OPERAÇÃO E PRINCIPAIS COMPONENTES DE UMA PCH

Pequenas centrais hidrelétricas operam, tipicamente, a fio d'água, ou seja, permitem a passagem contínua de toda água com capacidade nominal mais estável, aproveitando a vazão natural dos rios sem precisar estocar grandes quantidades de água. Com isso, em ocasiões de estiagem, a vazão disponível pode ser menor que a capacidade das turbinas, causando ociosidade. Em situações contrárias, as vazões são maiores que a capacidade de engolimento das máquinas, fato esse que permite a passagem de água pelo vertedor.

As PCHs são instaladas principalmente em rios de pequeno e médio porte que possuam desníveis significativos o suficiente para gerar potência hidráulica que movimentará as turbinas da usina; a turbina por sua vez acionará o gerador elétrico, transformando a energia cinética de rotação em energia elétrica. Tal energia é levada, através de cabos elétricos ou barras condutoras, dos terminais do gerador até o transformador elevador, onde sua tensão será elevada para a adequada condução, por meio de linhas de transmissão, até os centros de consumo. A tensão tem seu valor elevado, principalmente, para reduzir as perdas através dos fios condutores das linhas de transmissão.

Os principais componentes de uma pequena central hidrelétrica, e suas respectivas funções, são citados a seguir:

Reservatório: acumula água para regularizar o rio e garantir a vazão mínima a ser turbinada.

Vertedouro: controla o nível do reservatório impedindo que, durante uma grande cheia, a água passe por cima da barragem, danificando sua estrutura.

Barragem: tem a função de reter a água, criando artificialmente um desnível. Podem ser construídas com os mais diversos tipos de materiais (pedras, concreto, madeira ou alvenaria de tijolos) e no caso das PCHs, não têm a função de acumulação, mas sim a de desviar parte da vazão para o canal de adução. Tal característica é responsável pela sua forma de operação (operação a fio d'água).

Tomada d'água: estrutura, geralmente construída de concreto, responsável pela captação de água do reservatório.

Canal de adução: sua função é conduzir a água do reservatório da tomada d'água à câmara de carga; segue uma mesma curva de nível.

Câmara de carga: elemento que liga o canal de adução ao conduto forçado

Conduto forçado: conduz a água sob pressão do trecho mais inclinado até a casa de máquinas, onde irá ser turbinada.

Casa de máquinas: construção que abriga os grupos geradores (turbina e gerador elétrico) e os equipamentos de controle; em alguns casos pode abrigar ainda os equipamentos elétricos de transmissão.

Canal de fuga: devolve ao leito do rio a vazão de água que passou pela turbina.

Alguns dos principais componentes podem ser observados na figura abaixo, que representa o esquema de operação de uma PCH.

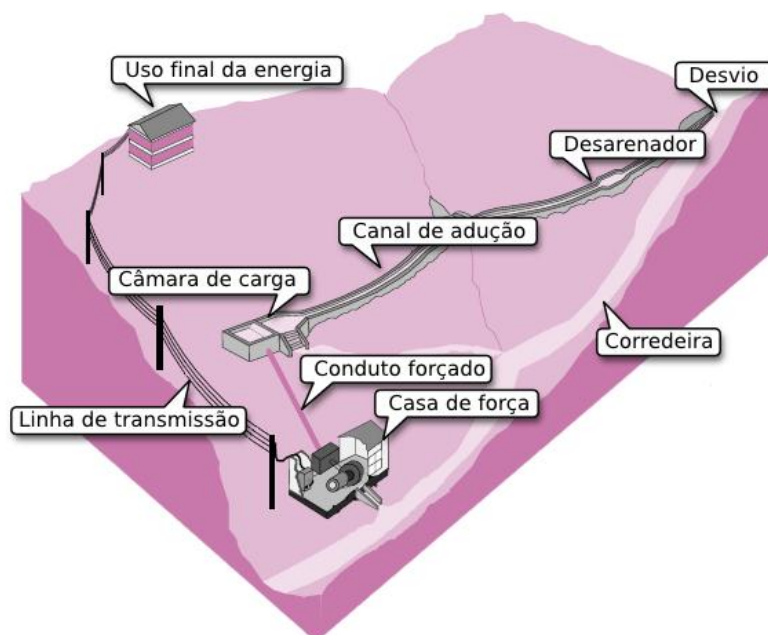


Figura 3 - Esquema de uma PCH.
FONTE: CERPCH (2012).

5.1.2 ETAPAS E DOCUMENTAÇÃO

Ao decidir-se pela implantação de uma PCH, o investidor deve tomar algumas providências para mitigar os impactos ambientais. Uma vez identificado que o projeto é economicamente viável, iniciam-se os estudos para a elaboração do EIA (Estudo de Impacto Ambiental) e do RIMA (Relatório de Impacto ao Meio Ambiente) para a avaliação dos impactos ambientais. Com a verificação de que tais documentos são favoráveis à implantação, outras providências se fazem necessárias, tais como a obtenção das licenças prévia (LP), de instalação

(LI) e de operação (LO), além da outorga da utilização da água com a finalidade específica para geração de energia, (ELETROBRÁS, 1998).

As etapas e procedimentos necessários para a instalação de uma pequena central hidrelétrica são apresentados no fluxograma abaixo:

FLUXOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DE UMA PCH

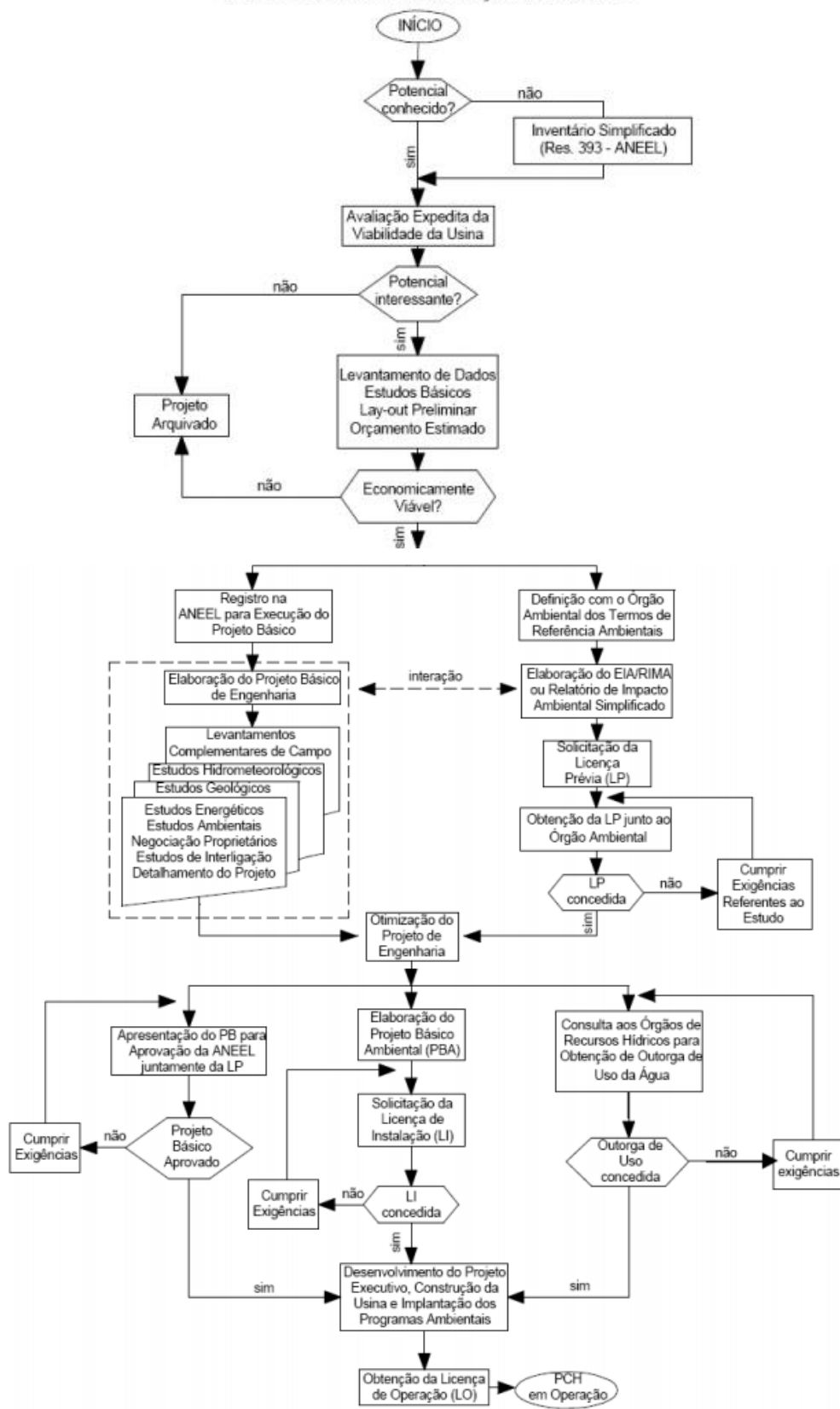


Figura 4 - Fluxograma de implantação de uma PCH.
FONTE: PORTAL PCH

5.2 QUESTÕES SOCIOAMBIENTAIS ENVOLVENDO PCHs

Do ponto de vista socioambiental, a construção de pequenas centrais hidrelétricas também deve ser concebida com os mesmos cuidados que deveriam ser observados nos grandes aproveitamentos hidrelétricos. Segundo Ortiz (2005):

“(...) é evidente que uma PCH pode causar menor impacto do que uma grande central hidrelétrica, contudo, dentro das especificidades socioambientais de uma região, pode infligir impactos muito graves e irreversíveis para um bioma determinado e para as populações que nele e dele vivem (...)”

Com isso, mesmo com suas características de implantação e operação (reservatórios pequenos e instalação, geralmente, em regiões com baixa densidade demográfica), que proporcionam menores impactos ao meio-ambiente e às populações vizinhas, são necessários estudos socioeconômicos e ambientais para ser viável a instalação de uma pequena central hidrelétrica. Desta forma, faz-se necessário um tratamento abrangente da questão ambiental, em consonância com a Política Nacional de Meio Ambiente.

A **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de Janeiro de 1986**, estabelece que o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, dentre elas as centrais hidrelétricas acima de 10 MW, dependerá de elaboração de Estudo de Impacto Ambiental - EIA, e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão competente. Estes documentos distintos servem como instrumento de Avaliação de Impacto Ambiental – AIA, parte integrante do processo de licenciamento ambiental. No EIA apresenta o detalhamento de todos os levantamentos técnicos, onde se avaliam os impactos decorrentes de um determinado projeto, e também são apresentadas medidas mitigadoras. O RIMA contém a conclusão do estudo, em linguagem acessível, para facilitar a análise por parte do público interessado.

5.3 LEGISLAÇÃO E NORMAS

Na Constituição da República Federativa do Brasil, 1988, destacam-se os seguintes dispositivos sobre o aproveitamento dos recursos hidráulicos para fins de geração de energia elétrica, (BRASI, 1998):

“**Art. 20** São bens da União: VIII – os potenciais de energia hidráulica (...)”

“**Art. 21** Compete à União: XII – explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão: os serviços e instalações de energia elétrica e o aproveitamento energético dos cursos de água, em articulação com os Estados onde se situam os potenciais

hidroenergéticos; XIX – instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso.” (Alterado pelas Emendas Constitucionais nº 8/95 e 19/98)

“**Art. 23** É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: IX – registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios.”

“**Art. 176** As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedades distintas da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra. §4º Não dependerá de autorização ou concessão o aproveitamento do potencial de energia renovável de capacidade reduzida.” (Alterado pela Emenda Constitucional nº 6/95)

“**Art. 255** Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

5.3.1 LEIS

Lei nº 9.427, de 26 de Dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL - disciplina o Regime das Concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências.

Lei nº 9.648, de 27 de Maio de 1998. Altera dispositivos das Leis nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961, nº 8.666, de 21 de Junho de 1993, nº 8.987, de 13 de Fevereiro de 1995, nº 9.074, de 7 de Julho de 1995 e nº 9.427, de 26 de Dezembro de 1996, autoriza o Poder Executivo a promover a reestruturação da ELETROBRÁS e de suas subsidiárias e dá outras providências.

Lei nº 10.433, de 24 de Abril de 2002. Dispõe sobre a autorização para a criação do Mercado Atacadista de Energia Elétrica – MAE, pessoa jurídica de direito privado, e dá outras providências.

Lei nº 10.438, de 26 de Abril de 2002. Esta Lei dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o PROINFA, a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público e dá nova redação às Leis 9.427, de 1996; 9.648, de 1998; 3.890-A, de 1961, 5.665, de 1971; 5.899, de 1973 e 9.991, de 2000.

5.3.2 DECRETOS

Decreto n° 41.019, de 26 de Fevereiro de 1957. Regulamenta os serviços de energia elétrica.

Decreto n° 2.003, de 10 de Setembro de 1996. Regulamenta a produção de energia elétrica por produtor independente e por autoprodutor, e dá outras providências.

Decreto n° 2.335, de 06 de Outubro de 1997. Constitui a ANEEL, autarquia sob regime especial, aprova sua estrutura regimental e o quadro demonstrativo dos cargos e comissão e funções de confiança e dá outras providências.

Decreto n° 2.655, de 2 de Julho de 1998. Regulamenta o MAE, define as regras de organização do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), de que trata a Lei n° 9.648, de 27 de Maio de 1998.

Decreto n° 4.541, de 23 de Dezembro de 2002. Regulamenta os arts. 3º, 13, 17 e 23 da Lei n°10.438, de 26 de Abril de 2002, que dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o PROINFA e a CDE, e dá outras providências. (BRASIL, 2002).

5.3.3 RESOLUÇÕES ANEEL

Resolução ANEEL n° 233, de 14 de Julho de 1998. Aprova a norma de organização da ANEEL, que dispõe sobre os procedimentos para o funcionamento, a ordem dos trabalhos e os processos da Diretoria nas matérias relativas à regulação e a fiscalização dos serviços e instalações de energia elétrica.

Resolução ANEEL n° 264, de 13 de Agosto de 1998. Estabelece as condições para a contratação de energia elétrica por consumidores livre.

Resolução ANEEL n° 265, de 13 de Agosto de 1998. Estabelece as condições para o exercício da atividade de comercialização de energia elétrica.

Resolução ANEEL n° 290, de 03 de Agosto de 2000. Homologa as regras do MAE e fixa as diretrizes para sua implantação gradual.

Resolução ANEEL n° 394, de 04 de Dezembro de 1998. Estabelece os critérios para o enquadramento de empreendimentos hidrelétricos na condição de pequenas centrais hidrelétricas.

Resolução ANEEL n° 395, de 04 de Dezembro de 1998. Estabelece os procedimentos gerais para registro e aprovação de estudos de viabilidade e projeto básico de empreendimentos de geração hidrelétrica, assim como da autorização para exploração de centrais hidrelétricas até 30MW.

Resolução ANEEL n° 281, de 01 de Outubro de 1999. Estabelece as condições gerais de contratação do acesso, compreendendo o uso e a conexão, aos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica.

Resolução ANEEL n° 333, de 02 de Dezembro de 1999. Estabelece as condições gerais para a implantação de instalações de energia elétrica de uso privativo, dispõe sobre permissão de serviços públicos de energia elétrica e fixa regras para regularização de cooperativas de eletrificação rural.

Resolução ANEEL n° 371, de 29 de Dezembro de 1999. Regulamenta a contratação e comercialização de reserva de capacidade por autoprodutor ou produtor independente para atendimento da unidade consumidora diretamente conectada às suas instalações de geração.

Resolução ANEEL n° 173, do Diretor-Geral da ANEEL, de 07 de Maio de 1999. Estabelece os procedimentos de autorização para exploração de central hidrelétrica, com potência superior a 1MW e igual ou inferior a 30MW, destinada a autoprodução ou produção independente.

Resolução ANEEL n° 169, de 03 de Maio de 2001. Estabelece os critérios para atualização do Mecanismo de Realocação de Energia (MRE) por centrais hidrelétricas não despachadas centralizadamente.

Resolução ANEEL n° 170, de 04 de maio de 2001. Estabelece as condições especiais para comercialização temporária de energia elétrica oriunda de excedentes de centrais cogeneradoras, autoprodutoras e centrais geradoras de emergência.

Resolução ANEEL n° 718, de 28 de Dezembro de 2001. Estabelece as regras para a contratação do acesso temporário aos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica.

Resolução ANEEL n° 102, de 01 de Janeiro de 2002. Institui a Convenção do MAE.

Resolução ANEEL n° 103, 01 de Janeiro de 2002. Autoriza o MAE, pessoa jurídica do direito privado, sem fins lucrativos, a atuar segundo regras e procedimentos de mercado estabelecido pela ANEEL.

Resolução ANEEL n° 433, de 06 de Agosto de 2002. Estabelece os procedimentos e as condições para início da operação em teste e da operação comercial de empreendimentos de geração de energia elétrica.

Resolução ANEEL n° 446, de 22 de Agosto de 2002. Estabelece ajustes nas etapas e no cronograma para implantação das regras do mercado e consolidação do MAE.

Resolução ANEEL n° 150, de 01 de Maio de 2003. Estabelece os percentuais de redução do reembolso previsto na sistemática da CCC – Contas de Consumo de Combustíveis, para as usinas que utilizem carvão mineral nacional.

Resolução ANEEL n° 237, de 21 de Maio de 2003. Determina ajustes no cronograma para implantação das regras do MAE, estabelecido por meio da **Resolução ANEEL n° 446, de 22 de Agosto de 2002.**

Resolução ANEEL n° 259, de 09 de Junho de 2003. Estabelece os procedimentos gerais para requerimento de declaração de utilidade pública, para fins de desapropriação ou instituição de servidão administrativa, de áreas de terras necessárias à implantação de instalações de geração, transmissão ou distribuição de energia elétrica, por concessionários, permissionários ou autorizados.

Resolução ANEEL n° 396, de 06 de Agosto de 2003. Altera o prazo de vigência estabelecido no §2° do art. 4° da **Resolução ANEEL n° 169**, de 03 de Maio de 2001, para as pequenas centrais hidrelétricas (BRASIL, 2003).

Visando revitalizar a participação das PCHs na matriz energética nacional, o Governo Federal passou a oferecer incentivos para tornar tal empreendimento mais interessante. Para isso, foram criados diversos decretos, leis e resoluções, que instituíram privilégios como descontos e isenção de tarifas e impostos.

5.4 ATUAL SITUAÇÃO E CONTRIBUIÇÃO DAS PCHs NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Com base no banco de Informações de Geração – BIG, da ANEEL, o Brasil possui atualmente 2.645 empreendimentos energéticos em operação e que são responsáveis pela geração de 118.346.158 kW de potência fiscalizada, valor este considerando apenas o lado brasileiro da Itaipu Binacional e não adicionado da energia importada de países vizinhos como Argentina, Venezuela e Uruguai. Do total de usinas, 185 são hidrelétricas, 1.559 termelétricas (abastecidas por fontes diversas como biomassa, óleo diesel, gás natural e óleo combustível), duas nucleares, 431 PCHs, oito solares fotovoltaicas, 384 centrais geradoras hidrelétricas (pequenas usinas hidrelétricas) e 76 eólicas.

Este segmento possui 1.432 agentes produtores regulados entre autoprodutores, produtores independentes, comercializadores e concessionários de serviço público de geração. O BIG relaciona, ainda, 174 empreendimentos em construção e 550 outorgados, o que acarretará, nos próximos anos, na inserção de 48.111.844 kW à capacidade de geração já instalada no país. Embora 66,67% dos empreendimentos em construção sejam de usinas eólicas e pequenas centrais hidrelétricas, a maior parte das potências instalada e prevista (65,57%) provém ainda das usinas hidrelétricas, como apresentado na **Tabela 3**.

Tabela 3 - Empreendimentos em operação, em construção e outorgados.

Empreendimentos em Operação			
Tipo	Quantidade	Potência Fiscalizada (kW)	Potência (em %)
Central Geradora Hidrelétrica (CGH)	384	229.049	0,19
Central Geradora Eolielétrica (EOL)	76	1.543.042	1,30
Pequena Central Hidrelétrica (PCH)	431	4.017.841	3,39
Usina Fotovoltaica (UFV)	8	1.494	0
Usina Hidrelétrica de Energia (UHE)	185	78.685.534	66,49
Usina Termelétrica de Energia (UTE)	1.559	31.862.198	26,92
Usina Termonuclear (UTN)	2	2.007.000	1,70
Total	2.645	118.346.158	100
Empreendimentos em Construção			
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência (em %)
Central Geradora Hidrelétrica	1	848	0
Central Geradora Eolielétrica	63	1.570.694	5,63
Pequena Central Hidrelétrica	53	588.827	2,11
Usina Hidrelétrica de Energia	12	18.282.400	65,57
Usina Termelétrica de Energia	44	6.090.419	21,84
Usina Termonuclear	1	1.350.000	4,84
Total	174	27.883.188	100
Empreendimentos Outorgados entre 1998 e 2012			
(não iniciaram sua construção)			
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência (em %)
Central Geradora Hidrelétrica	57	37.514	0,19
Central Geradora Undi-Elétrica	1	50	0
Central Geradora Eolielétrica	202	5.688.207	28,12
Pequena Central Hidrelétrica	132	1.826.532	9,03
Usina Hidrelétrica de Energia	11	2.179.042	10,77
Usina Termelétrica de Energia	147	10.497.311	51,89
Total	550	20.228.656	100

FONTE: Banco de Informações de Geração (BIG), 2012.

Como mostrado na tabela acima, as pequenas centrais hidrelétricas são responsáveis por 3,39% da capacidade total produzida. As PCHS que estão sendo construídas representam 30,46% do total de empreendimentos, ficando atrás apenas das usinas eólicas e por dez unidades. Em relação aos empreendimentos outorgados, elas perdem posição para as usinas termelétricas. As UTEs e PCHs possuem o maior número de empreendimentos em operação no país; isso se deve ao rápido retorno do investimento aplicado nelas e a vantagem de sua instalação em localidades isoladas.

Embora as PCHs se utilizem da mesma fonte para a geração de energia, os impactos ambientais causados pelas mesmas são incomparavelmente menor do que aqueles oriundos da instalação de usinas hidrelétricas. Outra notável diferença é a menor complexidade presente no processo regulamentar que autoriza a construção das PCHs, pois não se faz necessário o estudo de viabilidade nem a licitação. Após a realização do estudo de inventário, a seleção do empreendedor pela ANEEL é baseada de acordo com critérios pré-definidos; o órgão é ainda responsável pela avaliação do projeto básico da usina e a concessão da liberação para sua instalação.

5.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS PCHs

É de interesse mundial a utilização de fontes renováveis para a produção de energia e, de preferência, que resultem em mínimo impacto ao meio ambiente, priorizando a geração sustentável; esta é uma das principais vantagens no uso das PCHs. Em tempos onde é discutida a diminuição da emissão de gases (CO₂, CH₄, entre outros) na atmosfera terrestre, já existem PCHs que comercializam créditos de carbono, provando sua sustentabilidade. Contribuem, ainda, com a diminuição da emissão de gases de efeito estufa ao substituir fontes térmicas fósseis. Outra importante vantagem seria a descentralização na geração de energia, possibilitando um melhor atendimento às necessidades de carga de pequenos centros urbanos e regiões rurais, pois complementa o fornecimento realizado pelo sistema interligado. Podemos citar ainda: custo acessível, prazo reduzido de construção devido às obras civis de pequeno porte, disponibilidade de tecnologias eficientes, redução nas perdas do sistema elétrico e desenvolvimento regional.

As facilidades oferecidas pela Legislação têm papel significativo; dentre os benefícios, podemos citar: necessidade apenas de autorização da ANEEL para implantação; redução, no mínimo, de 50% para as tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e distribuição; garantida participação nas vantagens técnicas e econômicas da operação interligada; isenção do pagamento da compensação financeira pelo uso dos recursos hídricos.

O principal fator negativo relacionado às PCHs é o alto custo do kW produzido pelas mesmas. Por operarem a partir de um fio d'água, o reservatório não permite a regularização do fluxo de água, estando totalmente sujeita à sazonalidade hídrica, ou seja, em épocas de chuvas escassas as máquinas ficam subutilizadas, podendo ocorrer sua ociosidade. A burocracia para a liberação ambiental, embora simplificada, ainda pode causar atrasos na sua concepção.

6. USINAS HIDRELÉTRICAS

Conforme a terceira edição do Atlas de Energia Elétrica do Brasil, desenvolvido pela ANEEL em 2008, a água é o recurso natural mais abundante no planeta e também uma das mais eficazes fontes capazes de gerar energia elétrica. Além disso, é uma fonte renovável, já que os efeitos da energia solar e da força da gravidade fazem com que o líquido se transforme em vapor e se condensa em nuvens, retornando à superfície terrestre sob a forma de chuvas.

A energia hidrelétrica é gerada pelo aproveitamento do fluxo das águas em uma usina de energia na qual as obras civis, que envolvem tanto a construção quanto o desvio do rio e a formação do reservatório, possuem igual ou maior importância que os equipamentos instalados. Na produção da mesma é necessário integrar a vazão do rio, a quantidade de água disponível em determinado período de tempo e os desníveis do relevo, sejam eles naturais, como as quedas d'água, ou criados artificialmente.

A usina é composta pelos seguintes itens essenciais: barragem, reservatório, sistema de captação e adução de água, casa de força e vertedouro, que funcionam em conjunto. A água do reservatório (ou lago) é formada pelo fechamento da barragem, que interrompe o curso normal do rio e permite a formação do mesmo. O sistema de captação e adução de água é constituído por túneis, canais e/ou condutos metálicos que a conduzem até a casa de força, onde se passará por turbinas hidráulicas que estão acopladas a geradores, nos quais a potência mecânica é transformada em potência elétrica; após passar pela turbina, a água retorna ao leito natural do rio. O vertedouro é responsável por permitir a saída de água sempre que os níveis do reservatório ultrapassarem os limites recomendados, seja por excesso de chuvas ou pela existência de água em quantidade maior do que a necessária para a geração. A energia é conduzida por cabos ou barras condutoras dos terminais do gerador até o transformador elevador, onde a tensão terá seu valor elevado para permitir a condução, pelas linhas de transmissão, até os centros consumidores. Neles, por meio de transformadores abaixadores, o nível da tensão terá seu valor reduzido para a utilização da energia em residências, comércio e indústrias.

A figura abaixo (**Figura 5**) apresenta os principais componentes presentes em uma usina hidrelétrica.

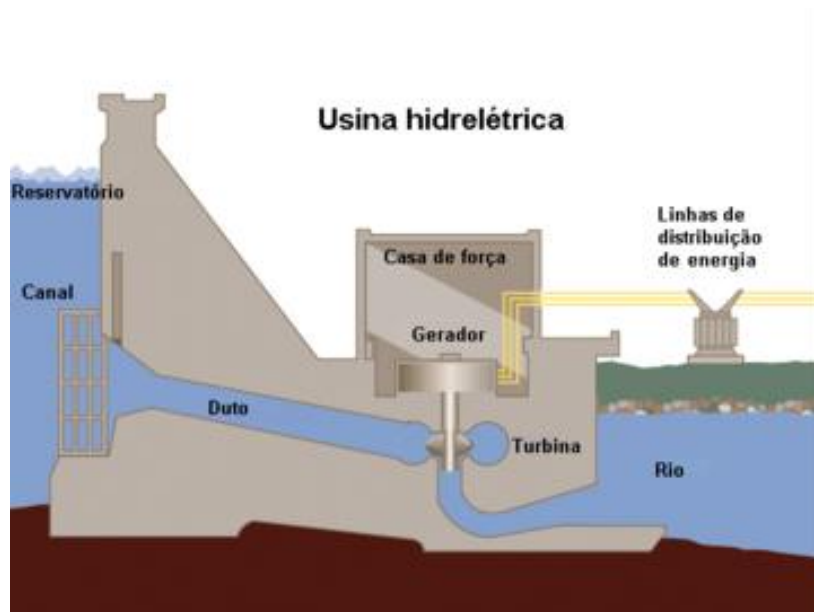


Figura 5 - Esquema de uma usina hidrelétrica.
FONTE: WIKIPEDIA (2012)

6.1 PARTICIPAÇÃO NA MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL

As usinas hidrelétricas representavam, há alguns anos atrás, cerca de 90% da capacidade total instalada no país. Atualmente essa participação recuou para 66,5%, o que representa 78,69 GW. Tal fato se deve à construção de novas usinas que se utilizam de outras fontes de energia, em ritmo maior que aquele verificado pelas mesmas. Conforme observado na **Tabela 3**, o número de UHEs em construção e outorgadas é muito menor se comparados aos dos outros tipos de empreendimentos. Porém, elas continuam sendo responsáveis pela geração de mais de 50% de energia no país.

6.2 VANTAGENS DAS UHEs

Qualquer empreendimento gerador de energia elétrica causa impactos sociais e ambientais. Em comparação com as alternativas economicamente viáveis (usinas térmicas e nucleares), as usinas hidrelétricas são consideradas formas mais eficientes, limpas e seguras de se produzir energia elétrica. Suas atividades, em comparação com as termelétricas movidas a combustíveis fósseis, provocam menor emissão de gases causadores do efeito estufa. Além disso, não envolvem os riscos implicados, por exemplo, na operação das usinas nucleares, como vazamento e contaminação de trabalhadores e população com material radioativo, e têm custo operacional mais baixo do que as outras fontes de energia, proporcionando energia mais barata,

onde não são necessárias constantes melhorias tecnológicas para aumentar a eficiência da exploração do recurso. O aproveitamento hidrelétrico auxilia no amortecimento das cheias e permite projetos complementares de desenvolvimento econômico e social regional, como navegação, irrigação, piscicultura e abastecimento.

Uma descoberta mais recente em favor desse tipo de empreendimento é o método para aproveitamento da madeira inundada, que promove a retirada da vegetação antes da área ser inundada para formar o reservatório. Este procedimento, além de diminuir a emissão de gases causadores do efeito estufa, como o gás carbônico e o gás metano, promove o desenvolvimento econômico da região, pois a madeira pode ser utilizada em atividades geradoras de renda e também na construção civil, além de ser utilizada como combustível em usinas termelétricas.

6.3 DESVANTAGENS E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS

É de ordem mundial as discussões sobre os impactos ambientais provenientes das usinas hidrelétricas, assim como de todos os tipos de empreendimentos geradores de energia elétrica. Tais usinas têm se revelado insustentáveis a partir de critérios que identificam os problemas físico-químico-biológicos provocados pela sua implantação. A construção e utilização daquelas podem apresentar uma série de consequências negativas que abrangem desde alterações climáticas, hidrológicas e geomorfológicas locais até a morte de espécies que vivem nas áreas de inundação e suas proximidades, além da possível perda de recursos minerais pelo alagamento. O desajuste do regime hidrológico afeta a biodiversidade da planície e pode acarretar a interrupção do ciclo de vida de muitas espécies. Hidrelétricas exigem o represamento do rio e a formação de um lago artificial que, aliado às modificações no ambiente decorrentes da presença do homem, principalmente pelas migrações relacionadas à obra, provocam o desequilíbrio dos ecossistemas, podendo favorecer a propagação de endemias. O elevado custo de capital da obra, o tempo longo para o início das operações (projeto, sua aprovação e construção) e o retorno de investimento relativamente longo, são também exemplos de desvantagens oriundas da presença de tais usinas.

Uma das questões contrárias mais recentemente levantada é a de que usinas hidrelétricas, proclamadas como uma técnica ecologicamente correta de se produzir energia, provocam sim o efeito estufa. Após estudos realizados, cientistas estão responsabilizando-as pela emissão de gases estufa. Um relatório da Comissão Mundial de Represas afirma que algumas hidrelétricas lançam tanto gás carbônico (CO₂) e metano (CH₄) na atmosfera quanto as usinas termelétricas que queimam carvão mineral. O motivo se deve à grande área de floresta que é inundada com a construção da represa; essa vegetação apodrece, lançando no ar doses gigantescas dos gases poluentes.

Os impactos socioeconômicos merecem igual atenção, pois a instalação não afeta apenas o meio-ambiente, mas também as populações presentes e vizinhas das áreas alagadas. Com a construção da grande área do reservatório, comunidades ribeirinhas são expulsas de seus locais de origem e se tornam obrigadas a migrarem para outras localidades, fato esse que ocasiona grandes alterações nas atividades econômicas ligadas ao uso da terra e da água, impedindo seu desenvolvimento social. Outro risco apresentado é a degeneração de valores etnoculturais, principalmente quando se atinge comunidades indígenas como aconteceu, por exemplo, nas usinas de Balbina (com os Waimiri-Atroari) e de Tucuruí (com os Paracanã).

7. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E PCHs *VERSUS* USINAS HIDRELÉTRICAS

A base da geração de energia elétrica no Brasil é hidráulica, onde as pequenas centrais hidrelétricas e as usinas hidrelétricas se utilizam da mesma fonte para a geração de energia, a água. A ANEEL as classificou em categorias distintas utilizando, como critério, os valores máximos de potência instalada e de área inundada para a formação do reservatório. É essa significativa diferença nas dimensões do lago artificial que se caracteriza como a maior vantagem das PCHs sobre as UHEs: os impactos ambientais provenientes da instalação das primeiras são incomparavelmente menores. Em um mundo onde cada vez se discute mais a preservação do meio ambiente, tal diferença assume enorme importância. Ocorre ainda a suavização das questões socioeconômicas, visto que não se faz necessária a desapropriação de enormes áreas, fato esse que ocasiona o remanejamento das populações ribeirinhas.

Como a maioria das hidrelétricas estão localizadas distantes dos grandes centros consumidores, é necessária a implantação de grandes sistemas de transmissão e distribuição, tornando a geração centralizada. Em direção oposta tem-se também a geração distribuída (descentralizada) que se caracteriza por produzir menor capacidade e ser conectada na rede local de distribuição de energia próxima aos centros de consumo, diminuindo os custos com a transmissão de energia, entre outros. A geração distribuída baseia-se em fontes eólicas, solares, PCHs e térmicas (a biomassa e gás natural). Tais fontes de energia renováveis alternativas são também menos agravantes à natureza e trazem consigo problemas sociais de menor intensidade.

Por serem caracterizadas pela geração descentralizada, tanto a geração distribuída quanto as pequenas centrais promovem o melhor atendimento às necessidades de consumo de pequenas regiões urbanas e localidades rurais. Ambas não atuam competindo com a geração hidrelétrica, mas sim complementando o fornecimento realizado pelo sistema.

8. CONCLUSÃO

O desenvolvimento socioeconômico de um país não seria possível, entre outros fatores, sem a utilização da energia elétrica. O Brasil, assim como os outros países, necessita de mais e melhor energia para atender suas necessidades de crescimento e melhoria da qualidade de vida de sua população. Para isso é necessário o melhor aproveitamento de seu potencial hidráulico e a diversificação de sua matriz energética, além de utilizar-se de fontes geradoras alternativas e desenvolver novas tecnologias para obtenção de energia elétrica a menor custo e maior preservação do meio ambiente. É fundamental para o crescimento nacional que a energia produzida seja universalizada e que tenha qualidade em seu fornecimento. Para tanto a geração distribuída, que engloba as pequenas centrais hidrelétricas, entre outras fontes geradoras, é uma interessante alternativa para o cenário energético nacional, pois causa impactos ambientais de intensidade menor que aqueles oriundos da implantação de usinas hidrelétricas e outras fontes não-renováveis, e promovem a descentralização da energia, já que permitem o melhor atendimento às necessidades de carga de pequenos centros urbanos, regiões rurais e localidades remotas.

Embora a disseminação de fontes renováveis alternativas na geração de energia elétrica tenha como obstáculos, o elevado custo tecnológico de alguns equipamentos e o aprimoramento de algumas tecnologias empregadas, é inegável que a sua maior participação na matriz energética brasileira trará resultados socioeconômicos positivos e maior atenção com o meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Legislação. BIG. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 03 jul. 2012.

ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica, 3ª. Ed. – Brasília: ANEEL, 2008.

BAJAY, S. V; BADANHAN, L. F. **Energia no Brasil: os próximos dez anos. Sustentabilidade na Geração e uso de Energia.**

CARNEIRO, D. A. **PCHs: Pequenas Centrais Hidrelétricas: aspectos jurídicos, técnicos e comerciais.** Rio de Janeiro: Synergia: Canal Energia, 2010. UNICAMP, Campinas. 2002.

CAMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENRGIA ELÉTRICA (CCEE). Disponível em: <<http://www.ccee.gov.br>>. Acesso em: 16 abr. 2012.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. (ELETROBRÁS). Disponível em: <<http://www.eletrabras.gov.br>>. Acesso em: 03 abr. 2012.

CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS (CERPCH). PCH. Disponível em: <<http://www.cerpch.unifei.edu.br>>. Acesso em: 25 mar. 2012.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Projeção da demanda de energia elétrica 2011-2020. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 03 abr. 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (INEE). GD e Cogeração. Disponível em: <<http://www.inee.org.br>>. Acesso em: 03 abr. 2012

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 16 abr. 2012

MORAES, B.Z. **Análise Econômico-financeira de uma pequena central hidrelétrica (PCH).** 2010. 109 f. Dissertação (TCC) - Departamento de Ciências Administrativas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. 2010.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). Mapas do SIN. Disponível em: <<http://www.ons.gov.br>>. Acesso em: 18 abr. 2012.

ORTIZ, L. S. **Energias renováveis sustentáveis: uso e gestão participativa no meio rural**. Porto Alegre: Núcleo Amigos da Terra/ Brasil, p. 64. 2005.

PLANO NACIONAL DE ENERGIA 2030. Ministério de Minas e Energia; colaboração Empresa de Pesquisa Energética, Brasília: MME: EPE, 2007.

POLIZEL, L. H. **Metodologia de prospecção e avaliação de pré-viabilidade expedita de geração distribuída (GD): caso eólico e hidráulico**. 2007. 139p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2007.

PRESIDÊNCIA FEDERATIVA DO BRASIL. Legislação. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 03 abr. 2012.

PROGRAMA DE INCENTIVO ÀS FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA ELÉTRICA (PROINFA). Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas>>. Acesso em: 18 abr. 2012.