

**SYLVIO PEDRO HARB
MARCIO PINTO GOMES**

**O IMPACTO DOS PRINCIPAIS RISCOS NA OFERTA DE GERAÇÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de
Especialização de MBA em Energia.

Área de concentração: Geração e
Mercado de Energia Elétrica no Brasil.
– Estratégias de Geração e os
Principais Riscos envolvidos

Orientador:
Prof. Dr. Jose Aquiles Baesso Grimoni

V. 1

**SÃO PAULO
2009**

MBA /EN

2009

H212i

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

DEDALUS - Acervo - EPEL



31500019001

Ficha Catalográfica

Universidade de São Paulo - USP

M2009B

Harb, Sylvio Pedro e Gomes, Marcio Pinto

O impacto dos principais riscos na oferta de geração de energia elétrica no Brasil .

Harb, Sylvio Pedro e Gomes, Marcio Pinto; orientador Prof. José Aquiles Baesso Grimoni – São Paulo, 2009.

106 p.

Monografia (Programa MBA em Energia. Área de Concentração: Geração e Mercado de Energia Elétrica – Estratégias de Geração e os Principais Riscos Envolvidos) – Universidade de São Paulo – USP, PECE.

1. Geração de Energia Elétrica 2. Setor Elétrico 3. Energia Elétrica 4. Riscos

1794162

DEDICATÓRIA

À minha esposa Rita, pela dedicação e compreensão durante estes dois anos, por transmitir apoio e segurança fundamentais para que eu alcançasse o meu objetivo;
Aos meus filhos, Bruno, Lucas e Caíque, que souberam entender, em vários momentos, a minha ausência em função da dedicação e comprometimento exigidos pelo curso;
Aos meus colegas da Tractebel Energia, que souberam assumir as minhas atividades, com a maior dedicação e profissionalismo, nos momentos em que eu assistia às aulas e desenvolvia os trabalhos requeridos pelo curso.

Sylvio Pedro Harb

À minha família, pelo suporte e compreensão durante esta jornada, em cada etapa do desenvolvimento desta monografia..
Ao Sylvio, meu companheiro neste trabalho, por seu suporte e dedicação, e também pelos “puxões de orelha” que foram necessários para mantermos o planejamento traçado e atingirmos as nossas metas.
Às pessoas da Votorantim Metais que me apoiaram e incentivaram, especialmente o meu amigo João Carlos Volker, que sempre me incentivou em todos os momentos.
A Deus, por esta oportunidade maravilhosa.

Marcio Pinto Gomes

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Aquiles Baesso Grimoni – Diretor do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - pela ajuda, dedicação e orientações fornecidas durante desenvolvimento deste trabalho, sabendo conduzir e ponderar os momentos mais difíceis.

Ao Sr. Miroel Makiolke Wolowski - Diretor de Implantação de Projetos da Tractebel Energia - por dar a oportunidade de buscar, através das dificuldades, as oportunidades de crescimento intelectual e profissional.

Ao Engenheiro Carlos Alberto de Verney Gothe - Gerente de Desenvolvimento de Negócios da Tractebel Energia - pela colaboração e precioso tempo dedicado ao repasse de parte de sua experiência e sabedoria adquiridas durante muitos anos de setor elétrico.

À Votorantim Metais, pela oportunidade de desenvolvimento profissional, acreditando na capacidade de seus funcionários.

Ao Prof. Dr. Marco Antonio Saidel, pela coordenação e dedicação que conduziu todos seus alunos durante o curso MBA em Energia.

Aos professores da Poli -USP e colegas de turma, pela cooperação e por compartilharem os conhecimentos e experiências.

Somos muito gratos,

Sylvio Pedro Harb

e

Márcio Pinto Gomes

RESUMO

Este trabalho tem por objetivos mostrar, analisar e discutir quais são as principais razões pelas quais os grandes investidores em usinas hidrelétricas estão alterando suas estratégias, passando a investir em empreendimentos de geração de energia elétrica como PCH - pequena central hidrelétrica, termelétricas, usinas eólicas, dentre outras.

Essa mudança de estratégia, muitas vezes, está diretamente ligada às questões ambientais nas quais as grandes usinas acabam sendo envolvidas durante a construção e operação delas.

Para uma completa visão dessas tendências, torna-se necessária uma análise histórica em que, por meio do estudo desenvolvido, será possível mostrar a evolução do sistema elétrico brasileiro e suas principais características, aliadas aos problemas socioeconômicos de cada época.

Além disso, para que haja uma maior abrangência e entendimento dos assuntos aqui tratados, este trabalho descreve as principais fontes geradoras de energia utilizadas no Brasil, suas vantagens e desvantagens, focando tanto o lado dos investidores quanto dos consumidores, permitindo, assim, maior esclarecimento na inter-relação existente com o meio ambiente, mercado regulatório, problemas políticos e econômicos.

Palavras-chave: geração, energia elétrica, comercialização de energia, meio ambiente.

ABSTRACT

This work aims at showing, analyze and discuss the main reasons why investors in large hydropower plants are changing their strategies, to invest in ventures to generate electricity from PCH - Small Central Hydroelectric, thermal, Wind Plants among others.

This change of strategy many times are directly linked with environmental issues that large generating plants end being involved during for their construction and operation.

For a complete overview of these trends, it is necessary a historical analysis, which developed through the study, you can show the evolution of the Brazilian electrical system and its main features, along the socio-economic problems of each period of time.

Furthermore, to have greater scope and understanding of the issues treated here, this work undertakes to show the main sources of generating energy used in Brazil, theirs advantages and disadvantages focusing as much the investors' side as of the consumers, allowing like this, larger explanation in the existent interrelation with the environment, regulatory market, political and economical problems.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 3.1 – Esquema de uma Usina Hidrelétrica
- Figura 3.2 – Esquema de uma Geração Térmica
- Figura 3.3 – Ciclo de Fixação do Carbono
- Figura 3.4 – Diagrama de uma UTE a Carvão
- Figura 3.5 – Diagrama de uma Usina Nuclear
- Figura 3.6 – Esquemática do Ciclo Aberto de uma Usina Nuclear
- Figura 3.7 – Esquemática do Ciclo Fechado de uma Usina Nuclear
- Figura 3.8 – Diagrama de uma Usina de Geração Eólica
- Figura 3.9 – Diagrama de Distribuição da Energia Solar na Terra
- Figura 3.10 – Células Solares Fotovoltaicas
- Figura 3.11 – Concentrador Solar
- Figura 5.1 – Fluxograma de Estudos para Implantação de Aproveitamento Hidrelétrico
- Figura 5.2 – Esquema de Formação de Chuva Ácida
- Figura 5.3 – Relação entre Taxa de Desconto x Custo de Energia
- Figura 6.1 – Migração dos Empreendimentos de Geração.
- Figura 6.2 – Fatores Afetados pela Geração Termelétrica

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	–	Oferta Interna de Energia antes do Racionamento
Tabela 2.2	–	Oferta Interna de Energia depois do Racionamento
Tabela 3.1	–	Matriz de Energia Elétrica
Tabela 5.1	–	Instrumentos de Licenciamento e Estudos
Tabela 6.1	–	Capacidade de Geração de Usina Nuclear
Tabela 6.2	–	Reservas Mundiais de Urânio
Tabela 6.3	–	Reservas e Custos de Urânio no Brasil
Tabela 6.4	–	Relação entre o Custo Variável e o Custo de Investimento
Tabela 7.1	–	Resumo das Mudanças no Setor Elétrico Brasileiro
Tabela 7.2	–	Riscos envolvidos em Projetos de Geração
Tabela 7.3	–	Análise das Principais Fontes da Matriz Energética

LISTA DE GRÁFICOS

Tabela 2.1	–	Oferta Interna de Energia antes do Racionamento
Tabela 2.2	–	Oferta Interna de Energia depois do Racionamento
Tabela 3.1	–	Matriz de Energia Elétrica
Tabela 5.1	–	Instrumentos de Licenciamento e Estudos
Tabela 6.1	–	Capacidade de Geração de Usina Nuclear
Tabela 6.2	–	Reservas Mundiais de Urânio
Tabela 6.3	–	Reservas e Custos de Urânio no Brasil
Tabela 6.4	–	Relação entre o Custo Variável e o Custo de Investimento
Tabela 7.1	–	Resumo das Mudanças no Setor Elétrico Brasileiro
Tabela 7.2	–	Riscos envolvidos em Projetos de Geração
Tabela 7.3	–	Análise das Principais Fontes da Matriz Energética

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS (ORDEM ALFABÉTICA)

- ANA	Agência Nacional de Águas
- ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
- BEN	Balanço Energético Nacional
- BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
- CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
- EIA	Estudo de Impacto Ambiental
- ELETROBRÁS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
- EPE	Empresa de Pesquisa Energética
- IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- LI	Licença de Instalação
- LO	Licença de Operação
- LP	Licença Prévia
- MAE	Mercado Atacadista de Energia
- MMA	Ministério do Meio Ambiente
- MME	Ministério de Minas e Energia
- ONG	Organização Não Governamental
- PCH	Pequena Central Hidrelétrica
- PDE	Plano Decenal de Expansão
- PIB	Produto Interno Bruto
- PPA	<i>Power Purchase Agreement</i>
- RE-SEB	Projeto de Reestruturação do Setor Energético Brasileiro
- RIMA	Relatórios de Impacto Ambiental
- SIN	Sistema Interligado Nacional.
- SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
- TEP	Tonelada Equivalente de Petróleo
- UHE	Usina Hidrelétrica
- UTE	Usina Termelétrica

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	14
2 – EVOLUÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO NO BRASIL	16
3 – ALTERNATIVAS DE GERAÇÃO NO BRASIL	24
3.1 – Geração Hidráulica.....	26
3.2 – Geração Térmica	29
3.2.1 – Combustíveis de Biomassa	30
3.2.1.1 – Casca de Arroz	31
3.2.1.2 – Bagaço de Cana	32
3.2.1.3 – Resíduos de Madeira	33
3.2.2 – Combustíveis de Origem Fóssil	34
3.2.2.1 – Gás Natural	34
3.2.2.2 – Óleo Combustível	35
3.2.2.3 – Carvão Mineral	36
3.3 – Geração Nuclear	37
3.4 – Geração Eólica	41
3.5 – Geração Solar	42
4 – LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA.....	46
5 – PRINCIPAIS RISCOS DO SETOR ELÉTRICO	51
5.1 – Riscos Políticos	51
5.2 – Riscos Econômicos	54
5.3 – Riscos da Legislação Ambiental	56
5.4 – Riscos Regulatórios	62
6 – ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DOS CUSTOS DE GERAÇÃO	67
6.1 – Usinas Hidrelétricas	67
6.2 – Pequenas Centrais Hidrelétricas	72

6.3 – Usinas Termelétricas	73
6.4 – Usinas Eólicas	76
6.5 – Usinas Nucleares	77
6.6 – Comparativo dos Custos de Geração	79
7 – UMA VISÃO INTEGRADA: RISCOS DOS INVESTIDORES x CUSTOS ENVOLVIDOS	82
8 – ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAR OS RISCOS DOS INVESTIDORES	89
8.1 – Livre Comercialização de Energia para os Mercados Cativo e Livre	89
8.2 – Adequação dos prazos para análise dos projetos disponibilizados pelo governo e antecipação da Licença de Instalação (LI)	90
8.3 – A influência da Variação Cambial nos projetos de Geração de Energia Elétrica	93
8.4 – Modificação da Lei que rege o Direito Difuso	94
9 – CONCLUSÃO	97
10 – REFERÊNCIAS	99

1 INTRODUÇÃO

No passado, os grandes empreendimentos de geração de energia elétrica eram construídos sem que houvesse muita preocupação com as questões ambientais. A própria legislação da época era incompleta e não exercia nenhuma força para que os donos de usinas a cumprissem, nem mesmo existia punição severa para aqueles que exercessem uma conduta ambiental imprópria.

Essa realidade foi sendo alterada na medida em que a própria comunidade, os movimentos ambientalistas, algumas organizações não governamentais e a mídia começaram a pressionar o governo com o objetivo de normatizar o setor elétrico com regras claras e mais rígidas, responsabilizando os envolvidos por qualquer impacto e degradação ocorridos ao meio ambiente.

Normalmente os principais impactos causados na construção e operação de usinas de geração recaíam sobre a população que morava na região. Essas pessoas eram obrigadas a se mudar, muitas vezes, sem receber o que realmente era devido como indenização. Famílias eram separadas, sofrendo perdas consideráveis e reduzindo as condições de vida da população local.

A pressão da sociedade ganhou cada vez mais força, obrigando o governo a criar novos órgãos para regulamentar e operacionalizar o sistema elétrico brasileiro, situação essa que foi agravada com a criação de leis ambientais severas e rígidas, voltadas para os projetos de construção de usinas hidrelétricas e termelétricas.

Ao mesmo tempo em que essas novas regras do setor davam melhores condições de vida para a população, reduzindo os impactos ambientais, para o investidor, a piora no processo foi significativa, pois novos procedimentos de licença para a construção de grandes usinas foram implementados, novos órgãos fiscalizadores foram criados e o poder público passou a atuar diretamente no controle e monitoramento desses grandes projetos.

Atualmente observa-se que não há uma grande quantidade de projetos hidrelétricos sendo implementados no Brasil; pelo contrário, o que se observa é o direcionamento de significativos investimentos para os projetos de geração de

energia de pequeno porte, como geração eólica e geração de energia a partir da queima de biomassa, fósil e gás.

É exatamente em função do que foi exposto acima que surge o desafio de elaborar este trabalho para detalhar quais seriam os principais riscos que os investidores estão sujeitos quando da construção de grandes empreendimentos de geração de energia elétrica, bem como o que levam esses investidores à mudança de suas estratégias em relação aos investimentos, chegando, por vezes, a cancelar o empreendimento.

2 EVOLUÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO NO BRASIL

A geração de energia é um dos fatores mais importantes para o crescimento do Brasil e, por isso, deve ocupar uma posição de destaque. Através da expansão da geração hidrelétrica, termelétrica (biomassa, fóssil), nuclear, eólica e solar, a energia precisa sempre estar à frente do crescimento planejado e projetado pela economia.

A energia elétrica tem progressivamente assumido crescente participação na matriz energética brasileira. Guardando estreita relação com o comportamento da economia nacional, a eletricidade tem sido um excelente indicador da performance da própria economia. (TOLMASQUIM, –2005, p.34).

Esse é um dos motivos de tantos debates e discussões sobre a evolução do sistema elétrico no Brasil.

O modelo para o setor energético adotado pelo Governo Federal no período de 1960 a 1970 propiciou grandes investimentos em geração de energia elétrica para suportar o crescimento econômico. Esse investimento foi direcionado para a construção de usinas hidrelétricas, além de sistemas de transmissão de energia.

Após esse período, e motivado pela crise do petróleo que ocorreu em 1973, os grandes investidores deixaram de investir no Brasil, buscando países mais desenvolvidos e com um grau de segurança maior, nos quais o retorno do investimento era mais garantido.

Foi a partir dos anos 70 também que novas regras do setor ambiental começavam a se fazer presentes quando da construção de usinas no Brasil, fazendo com que ações – para minimizar os problemas causados no meio ambiente pela construção de hidrelétricas – fossem implementadas e, por consequência, aumentando significativamente o custo do projeto.

Nessa mesma época, a economia brasileira também enfrentava vários problemas. A dívida interna do país cada vez maior e as empresas estatais gastando cada vez mais obrigou o governo a reduzir brutalmente os investimentos em todos os setores, inclusive no setor energético.

Diante dessa situação, agravada pelos déficits fiscais, choques do petróleo, pressões de ambientalistas e da sociedade que solicitava maior eficiência do

setor, o governo resolveu iniciar, em 1990, um plano que mudaria todo o conceito de geração e transmissão de energia, no qual o monopólio público seria destituído, entrando em seu lugar um mercado de livre acesso aos sistemas de transporte e transmissão de energia, bem como um desenvolvimento de mercados atacadistas.

Através da Lei 9.074 de 7 de Julho de 1995, a figura do consumidor livre foi criada e, a partir de então, esse passava a ter a liberdade de comprar energia elétrica do fornecedor que tivesse as melhores condições comerciais.

Entre 1996 e 1998, foi criado o Projeto de Reestruturação do Setor Brasileiro, chamado de projeto RE-SEB, que resultou em uma profunda renovação do modelo institucional vigente, tendo como base principal a desestatização do setor. É nessa época que surge a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, responsável pela elaboração e publicação de novas regras para o setor energético, sustentando o novo modelo, além de atuar como reguladora do setor presente nas licitações, fiscalizações dos distribuidores de energia, concessões, etc.

Esse novo mercado, apoiado pelos órgãos governamentais, foi amadurecendo, fazendo surgir a livre negociação, tanto para o ambiente de contratação regulado, conhecido como mercado cativo, quanto para o ambiente de contratação livre, conhecido como mercado livre de energia.

Como se não bastasse a dificuldade de atrair os investidores para a construção de novos empreendimentos no setor elétrico, em 2001 a energia elétrica foi o fator determinante para que uma crise econômica fosse instalada no Brasil, em virtude do racionamento de energia elétrica ocorrido.

Embora o governo atribua os problemas ocorridos nesse ano a fatores climáticos como a falta de chuva, na verdade, os especialistas afirmam que os mercados de geração e de transmissão de energia permaneciam carentes de mais investimentos, necessários para suprir o consumo que crescia a cada ano.

Esses mesmos especialistas dizem que uma crise, proveniente de um novo racionamento, não está superada, podendo ser estabelecidos novos controles sobre o consumo, caso as chuvas não sejam suficientes.

O Brasil hoje se orgulha de ser um dos poucos países no mundo que possui uma matriz energética 50% renovável e matriz elétrica 80% renovável. Porém a geração de eletricidade ainda se concentra em usinas hidrelétricas de grande

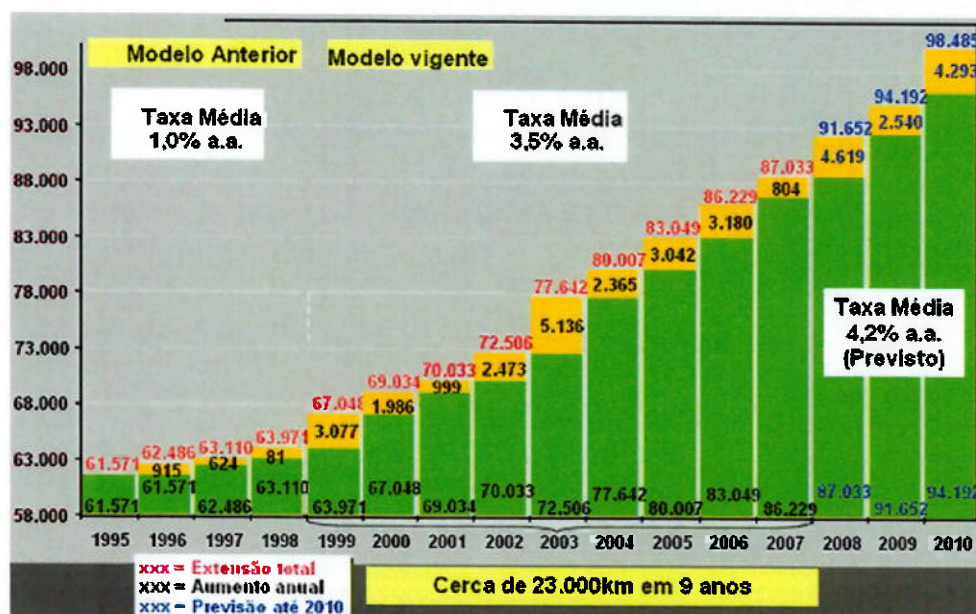
porte, com reservatórios de grande capacidade de armazenamento e, portanto causadoras de grandes impactos ambientais e sociais. A alta dependência exclusiva do regime hidrológico e baixos investimentos na construção de novas usinas e linhas de transmissão nos últimos 20 anos tem deixado o país com uma certa insegurança quanto ao fornecimento contínuo de eletricidade.(FADIGAS, 2008, *on-line*)

Para muitos, o fato das usinas hidrelétricas, com seus grandes reservatórios, terem sido mantidas como sendo a principal fonte energética no abastecimento de todo o consumo interno de energia do país foi um erro de planejamento da geração. A falta de chuvas por um período muito longo e, por consequência, a impossibilidade de se elevar o nível de água dos reservatórios, aliada à inexistência de uma diversidade no tipo de matriz energética, levou o país a um colapso na área da indústria, tendo que reduzir a sua produção industrial.

Além disso, o fato do sistema de linhas de transmissão não ter, na época, capacidade para transferir uma maior quantidade de energia elétrica da região Sul, cujos reservatórios encontravam-se cheios, para a região Sudeste, fez com que a situação de racionamento se agravasse.

No gráfico 2.1 é possível verificar que o racionamento motivou o governo a realizar grandes investimentos, o que contribuiu para um aumento na disponibilidade de rede básica já em 2002 (2.473 Km) e em 2003 (5.136Km).

GRÁFICO 2.1 – Ampliações e Reforços da Rede Básica



(Fonte: Operador Nacional do Sistema – ONS, 2008)

Além disso, no mesmo gráfico 2.1, observa-se que, pelo fato de não ter havido interrupção nos investimentos até os dias de hoje, o país passou a contar com linhas de transmissão suficientes para exportar o excedente de energia produzida de uma determinada região para outra.

De acordo com a tabela 2.1, no período de 1995 a 2000 (ano antes do racionamento), a taxa de crescimento da oferta de energia interna estava decrescente, chegando no ano 2000 com 0,73% de crescimento da oferta de energia em relação ao ano anterior, o que demonstra a falta de uma política de incentivo para novos investimentos no setor elétrico do Brasil, motivo esse que obrigou o governo a adotar o racionamento como medida de precaução para se evitar um colapso ainda maior.

TABELA 2.1 – Oferta Interna de Energia antes do Racionamento

UNIDADE: 10 ³ tep						
IDENTIFICAÇÃO	1995	1996	1997	1998	1999	2000
ENERGIA NÃO RENOVÁVEL	89.105	96.825	102.893	107.137	109.275	112.376
PETRÓLEO E DERIVADOS	70.786	77.605	82.561	86.346	87.417	86.743
GÁS NATURAL	5.424	5.946	6.495	6.813	7.761	10.256
CARVÃO MINERAL E DERIVADOS	11.984	12.491	12.673	12.455	12.705	13.571
URÂNIO (U3O8) E DERIVADOS	911	783	1.164	1.522	1.391	1.806
ENERGIA RENOVÁVEL	73.870	74.947	77.790	78.442	79.958	78.239
HIDRÁULICA E ELETRICIDADE (*)	24.866	25.990	27.461	28.444	28.623	29.980
LENHA E CARVÃO VEGETAL	23.266	21.976	21.668	21.265	22.130	23.060
DERIVADOS DA CANA-DE-AÇÚCAR	22.814	23.893	25.378	25.284	25.235	20.761
OUTRAS RENOVÁVEIS	2.923	3.088	3.283	3.449	3.970	4.439
TOTAL	162.975	171.771	180.683	185.578	189.233	190.615
Crescimento da oferta de energia (%)	3,51	5,40	5,19	2,71	1,97	0,73

(Fonte: Empresa de Pesquisa Energética - EPE, 2008)

Os problemas resultantes do racionamento foram benéficos no sentido de pressionar o governo para que ele desse foco na geração de energia do país, objetivando o aumento da oferta de energia e segurança aos consumidores. Os esforços do governo foram direcionados na agilização da implantação de novas redes de transmissão, na instalação de usinas termelétricas a óleo diesel que seriam disparadas somente em casos de emergência e na comercialização da energia excedente dos autoprodutores.

A implantação do modelo de gestão do governo FHC (Fernando Henrique Cardoso) trouxe para a gestão do governo Lula inúmeras alterações na estrutura setorial, em que alguns agentes foram substituídos, outros criados e outros

mantidos. Além da ANEEL criada em 1996, outros agentes institucionais foram criados e/ou modificados para permitir uma atuação mais eficaz no setor como:

- **CNPE – Conselho Nacional de Política Energética:** é responsável por propor a política energética nacional, elaborar a metodologia das licitações para projetos especiais, permitir a livre concorrência e, ampliando a competitividade, garantir a produção e o uso adequado da energia produzida, bem como estabelecer as regras de importação e exportação para o atendimento às necessidades internas. Esse órgão é subordinado diretamente à Presidência da República e presidido pelo Ministro de Minas e Energia.
- **MME – Ministério de Minas e Energia:** responsável pela elaboração e implementação da política energética do país. Cabe a ele planejar, administrar, supervisionar e controlar a execução dessas políticas, atendendo às necessidades de crescimento do País.
- **EPE – Empresa de Pesquisa Energética:** com base nas necessidades das distribuidoras e do mercado, esse órgão é responsável por projetar a expansão das redes de transmissão e dos sistemas de geração do País.
- **ONS – Órgão Nacional do Sistema:** é responsável por controlar a produção e despacho de toda a energia disponível no Sistema Interligado Nacional (SIN), mantendo a qualidade, garantia da entrega e logística de geração.
- **CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica:** responsável pela contabilização da energia consumida, pela administração da comercialização de energia realizada, pelo controle dos contratos vigentes.
- **CMSE – Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico:** responsável por monitorar as futuras ofertas e demandas, em um horizonte de cinco anos, propondo ações para prevenir a falta do suprimento.

Para efeito de comparação com a tabela 2.1 mostrada anteriormente, após o efeito “acionamento”, a oferta total de energia, apesar de pequena, volta a dar sinais de crescimento, sendo impulsionada principalmente pelo desenvolvimento da geração através do gás natural (crescimento de 73% de 2001 a 2006) e

derivados da cana-de-açúcar (crescimento de 44% de 2001 a 2006), como mostrado na tabela 2.2.

TABELA 2.2 – Oferta Interna de Energia depois do Racionamento

IDENTIFICAÇÃO	UNIDADE: 10 ³ tep					
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
ENERGIA NÃO RENOVÁVEL	117.655	116.828	113.728	120.103	121.350	124.207
PETRÓLEO E DERIVADOS	87.975	85.284	81.069	83.648	84.553	85.287
GÁS NATURAL	12.548	14.838	15.512	19.061	20.526	21.716
CARVÃO MINERAL E DERIVADOS	13.349	13.005	13.527	14.225	13.721	13.537
URÂNIO (U3O8) E DERIVADOS	3.783	3.700	3.621	3.170	2.549	3.667
ENERGIA RENOVÁVEL	76.272	81.118	88.206	93.642	97.314	101.880
HIDRÁULICA E ELETRICIDADE (*)	26.282	27.639	29.477	30.804	32.379	33.537
LENHA E CARVÃO VEGETAL	22.443	23.545	25.973	28.203	28.468	28.589
DERIVADOS DA CANA-DE-AÇÚCAR	22.916	24.980	27.093	28.775	30.147	32.999
OUTRAS RENOVÁVEIS	4.631	4.954	5.663	5.860	6.320	6.754
TOTAL	193.927	197.946	201.934	213.744	218.663	226.086
Crescimento da oferta de energia (%)	1,74	2,07	2,01	5,85	2,30	3,39

(Fonte: Empresa de Pesquisa Energética - EPE, 2008)

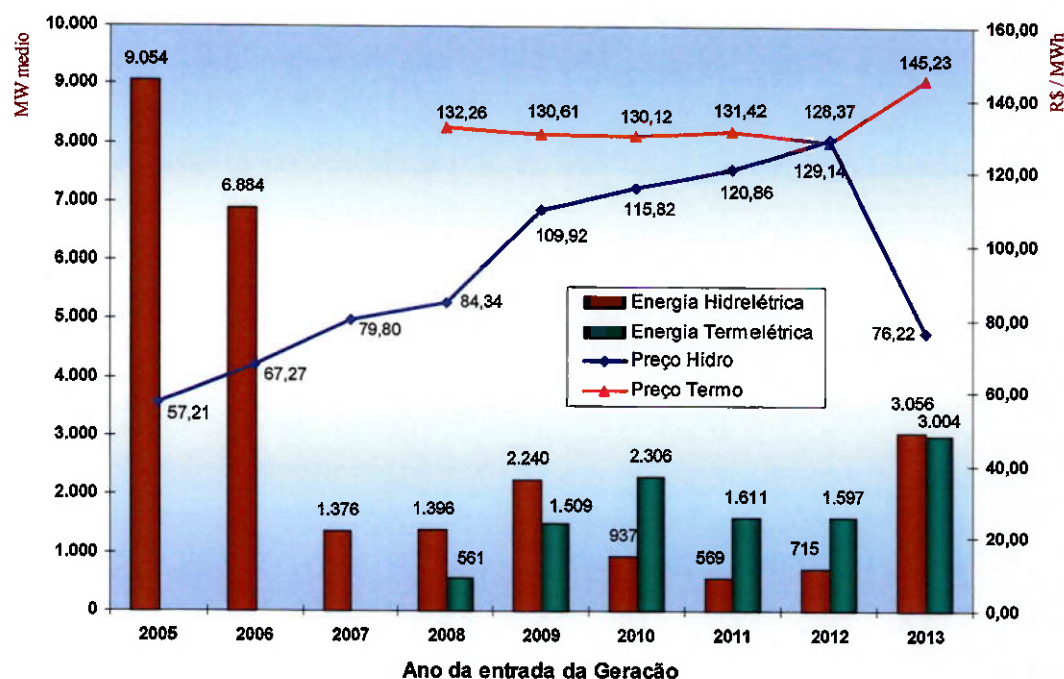
O ano de 2004 tornou-se importante para o setor energético, pois foi nesse ano que o governo publica uma nova lei que regulamenta a comercialização de energia no Brasil entre geradores e distribuidoras de energia, além de implementar os chamados Leilões de Energia cujo objetivo seria aumentar a oferta de energia através da construção de novas usinas de geração.

Os leilões estão divididos de acordo com o tipo de empreendimento de geração, sendo eles:

- Energia Velha: venda de energia elétrica dos empreendimentos que estão em operação;
- Energia Nova: venda de energia elétrica resultante dos novos empreendimentos ofertados no leilão;
- Energia de Fontes Alternativas: venda de energia elétrica proveniente dos empreendimentos que utilizam a biomassa, solar, eólica e PCH como fonte geradora.

No gráfico 2.2, é possível observar as quantidades e preços comercializados em cada um dos leilões ocorridos, para a entrada no período de 2005 a 2013. Os períodos de 2005 e 2006 representam, no gráfico, as quantidades comercializadas nos leilões de energia velha (empreendimentos existentes). Já para o período de 2007 em diante, os dados representam as quantidades comercializadas nos leilões de energia nova (novos empreendimentos).

GRÁFICO 2.2 – Resultados dos Leilões de Energia



(Fonte: Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE, 2008)

Observa-se no mesmo gráfico que, no ano de 2013, a tarifa média de energia das hidrelétricas teve uma redução significativa, ficando em R\$ 76,22/MWh. Essa redução se deve ao fato dos investidores terem apostado que a venda dos 30% de energia destinados ao mercado livre compensaria o preço inferior praticado na venda dos 70% ao mercado cativo.

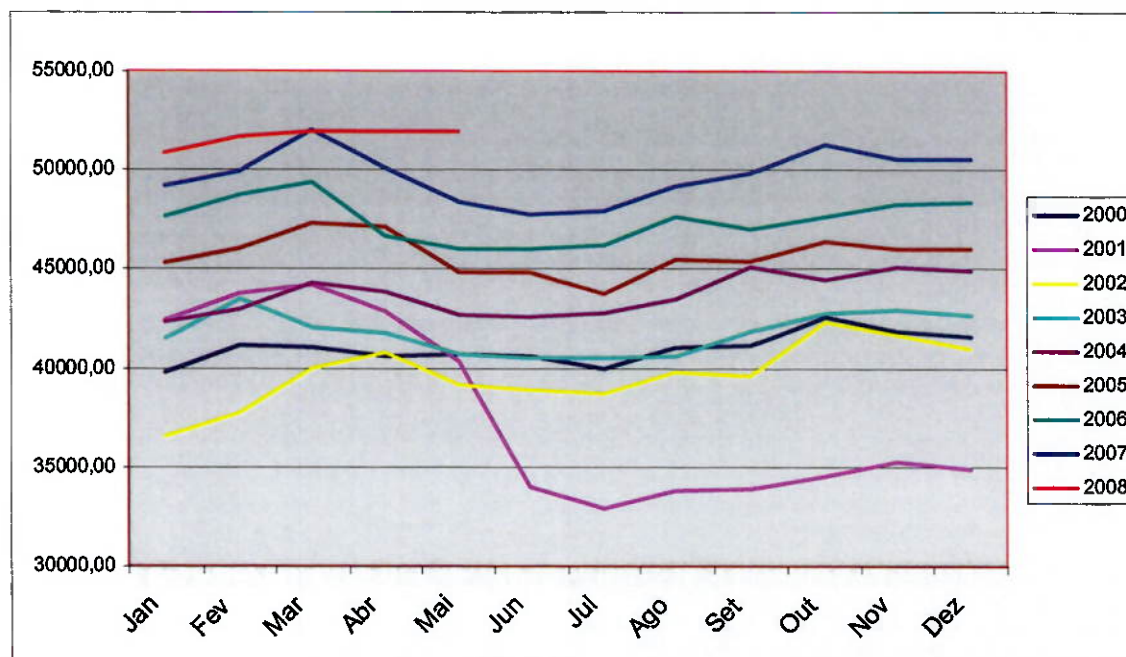
Os 3056 MW médios de energia hidrelétrica disponibilizados em 2013 terão como participação somente as usinas de Santo Antônio e Jirau. Nos últimos leilões ocorridos, como também é possível ser observado no gráfico 2.2, o atendimento à necessidade energética planejada pelos órgãos do governo está sendo feito, cada vez mais, por empreendimentos térmicos, cujo preço tem permanecido em curva ascendente. Esse fato se deve à dificuldade na aquisição das licenças ambientais necessárias para que o empreendimento seja liberado a participar dos leilões de energia.

A elevada participação térmica se deve em grande parte à falta de projetos hidrelétricos com licença prévia, requisito indispensável para que elas sejam ofertadas no leilão. ... (INSTITUTO ACENDE BRASIL, 2007, *on-line*)

O simples fato de ter havido um crescimento na oferta de energia já é uma posição satisfatória para o Brasil, porém ainda preocupante, pois o consumo

cresce a taxas de aproximadamente 5% ao ano, conforme mostrado no gráfico 2.3, o que faz com que o crescimento do consumo seja maior do que a oferta existente.

GRÁFICO 2.3 – Consumo de Energia (em MWmedios)



(Fonte: Operador Nacional do Sistema – ONS, 2008)

Para muitos especialistas do setor energético, o Brasil poderá enfrentar um futuro de severas crises de fornecimento de energia devido à falta de grandes investimentos públicos e privados, da falta de planejamento no incremento de novas opções na matriz energética, da inexistência de uma política com planos sustentáveis e da inexistência de regras claras e eficientes que viabilizem o monitoramento das condições ambientais.

O setor elétrico da América Latina vai exigir, nos próximos anos, enormes investimentos e uma revisão da excessiva dependência da energia hidrelétrica em detrimento de fontes limpas, como a eólica. (OSAVA, –2002, *on-line*)

Nada mejor que una crisis energética para impulsar el desarrollo de fuentes renovables. La escasez de electricidad, sumada al alza del petróleo, amenaza en Brasil con trabar el crecimiento económico. (OSAVA, 2000, *on-line*)

3 ALTERNATIVAS DE GERAÇÃO NO BRASIL

Atualmente, no Brasil, a exploração de energia é feita através de diversas fontes geradoras:

- Hidrelétrica, em que a energia é proveniente do movimento das águas, aproveitando-se o potencial hidráulico existente nos rios;
- Termelétrica, cuja energia é obtida através da queima dos combustíveis de biomassa, fóssil e outros;
- Eólica, em que a energia é gerada pelo movimento do ar (ventos);
- Nuclear, cuja energia é obtida através da quebra do átomo de elementos altamente radioativos.
- Solar, em que a energia elétrica é proveniente da energia luminosa e térmica gerada pelo sol.

O setor energético no Brasil possui uma característica que o diferencia dos demais países, uma vez que a nossa geração de energia elétrica é basicamente formada por usinas hidrelétricas, correspondendo a 69,53% de toda a energia gerada, conforme tabela 3.1, obtida através do site da ANEEL em maio de 2009. Em segundo lugar, com 10,59% do total de energia gerada, estão as usinas a gás.

TABELA 3.1 – Matriz de Energia Elétrica

Matriz de Energia Elétrica

Empreendimentos em Operação							
Tipo		Capacidade Instalada		%	Total		%
		N.º de Usinas	(kW)		N.º de Usinas	(kW)	
Hidro		786	77 722 019	69 53	786	77 722 019	69 53
Gás	Natural	89	10 598 502	9 48	120	11 842 985	10 59
	Processo	31	1 244 483	1 11			
Petróleo	Óleo Diesel	762	3 715 894	3 32	782	4 981 088	4 46
	Óleo Residual	20	1 265 194	1 13			
	Bagaço de Cana	268	3 832 278	3 43			
Biomassa	Licor Negro	14	1 023 798	0 92	329	5 194 375	4 65
	Madeira	32	265 017	0 24			
	Biogás	8	41 874	0 04			
	Casca de Arroz	7	31 408	0 03			
Nuclear		2	2 007 000	1 80	2	2 007 000	1 80
Carvão Mineral	Carvão Mineral	8	1 455 104	1 30	8	1 455 104	1 30
Eólica		33	414 480	0 37	33	414 480	0 37
Importação	Paraguai		5 650 000	5 46		8 170 000	7 31
	Argentina		2 250 000	2 17			
	Venezuela		200 000	0 19			
	Uruguai		70 000	0 07			
Total		2.060	111.787.051	100	2.060	111.787.051	100

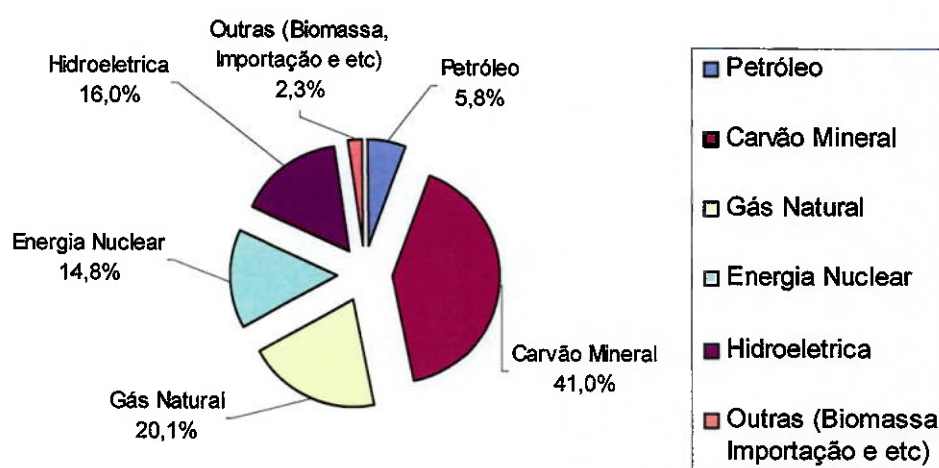
(Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, 2009)

Na mesma tabela 3.1, também é possível observar como está distribuída a Matriz Energética no Brasil, suas capacidades de geração através dos 2.060 empreendimentos que estão em operação atualmente.

Algumas dessas fontes de energia são chamadas de fonte renováveis, pois a matéria-prima utilizada para a geração de energia são fontes naturais capazes de se regenerar e, portanto, virtualmente inesgotáveis, como é o caso da água dos rios, do vento, do sol cuja reposição ocorre de forma rápida e natural. Por outro lado, existem também energias renováveis cuja reposição está atrelada a uma estratégia de manejo da terra, como é o caso dos combustíveis provenientes de biomassa.

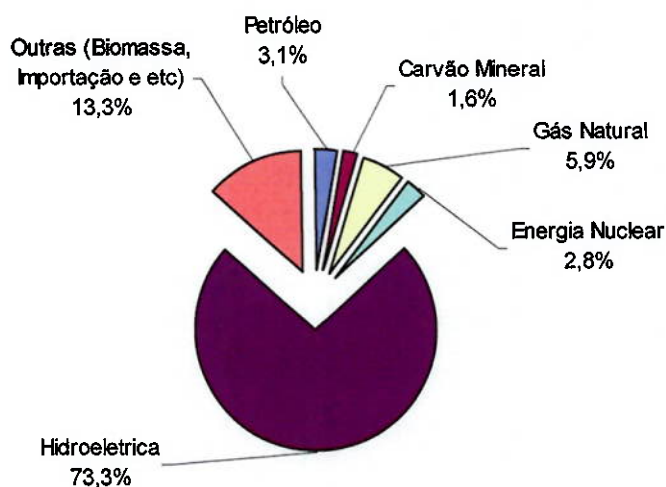
Numa análise feita na matriz energética mundial em relação à matriz energética brasileira, mesmo com dois anos de divergência entre os dados disponíveis pelo Ministério de Minas e Energia, é possível verificar (gráfico 3.1) que a matriz energética mundial de energia renovável (hidroelétrica, biomassa e outras fontes) correspondem a 18,3% de toda a energia gerada no mundo. No gráfico 3.2, essa mesma geração no Brasil corresponde a 86,6% de toda a oferta interna de energia, fazendo com que a maior parte dos investimentos em geração de energia existentes no Brasil também sejam direcionados a estes empreendimentos.

GRÁFICO 3.1 – Matriz Energética Mundial



(Fonte: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME, 2006)

GRÁFICO 3.2 – Matriz Energética no Brasil



(Fonte: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME, 2008)

As fontes não renováveis, por sua vez, são aquelas que demoraram milhares de anos para se formarem e são consideradas finitas, pois uma vez gasta, não é possível a sua reutilização, além de não haver reposição. É o caso do petróleo, carvão mineral e outros. Nesse sentido, a fonte não renovável merece uma maior atenção de modo a se buscar sempre uma melhor maneira de economizá-la.

A utilização das fontes de energia, renovável e não renovável, depende muito da disponibilidade dos recursos naturais, tecnologias para sua utilização e estratégias adotadas pelo governo na operação das geradoras de energia do Brasil.

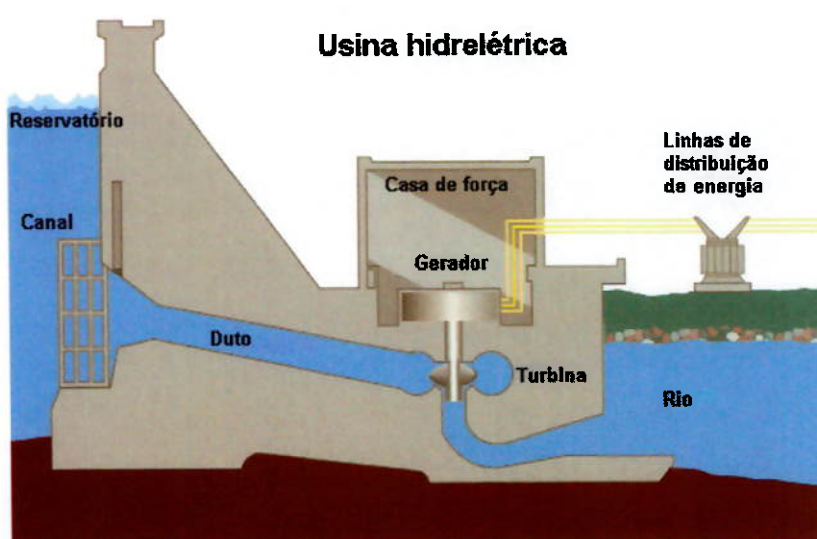
As vantagens e desvantagens das principais fontes de geração atualmente em operação no Brasil estão descritas a seguir.

3.1 GERAÇÃO HIDRÁULICA

A maioria das usinas hidrelétricas no Brasil são construídas de tal forma que armazenam água em um reservatório, onde por meio de um desnível, a água cai e movimenta as pás de uma turbina.

De maneira resumida, pode-se dizer que a energia hidráulica, utilizando-se da energia cinética e potencial existente no movimento das águas dos rios e lago, ao movimentar as pás de uma turbina, transforma-se em energia mecânica. Através de um gerador conectado ao sistema da usina hidrelétrica, a energia mecânica será transformada em energia elétrica pelo fenômeno da indução eletromagnética. Essa energia gerada passa, por sua vez, por um transformador elevador que a coloca no sistema de transmissão e distribuição. Após esse processo, a energia passa por subestações rebaixadoras que possibilitam aos consumidores utilizarem esse insumo. A figura 3.1 exemplifica o esquema de uma usina hidrelétrica.

FIGURA 3.1 – Esquema de uma Usina Hidrelétrica



(Fonte: Wikipedia – Esquema de Usina Hidrelétrica, 2009)

A grande vantagem das usinas hidrelétricas é poder transformar um recurso natural e limpo em energia elétrica, além de ser considerada uma usina de fonte de energia renovável.

Pelo fato do Brasil ter mais de 70% de sua capacidade instalada na geração de energia elétrica formada por usinas hidrelétricas, conforme já mencionado anteriormente, o custo da energia por MWh torna-se muito menor se comparado com outras fontes de geração. Essa análise será bastante abordada no capítulo 6 – Análise da Evolução dos Custos de Geração.

Por outro lado, para que uma usina hidrelétrica seja instalada, muitos fatores negativos são causados, como, por exemplo:

- Construção de grandes represas com destruição do meio ambiente;
- Destruição de florestas;
- Mortalidade de várias espécies de animais e peixes;
- Adaptação das famílias ao novo ambiente devido à realocação de suas moradias;

O Brasil é o terceiro maior país de geração de energia elétrica proveniente de usinas hidrelétricas, ficando atrás somente do Canadá e Estados Unidos. As usinas Itaipu (figura 3.2) localizada em Foz do Iguaçu - PR, com 7000 MW de capacidade (somente a parte do Brasil) e a usina Tucuruí (figura 3.3) localizada em Tucuruí - PA, com capacidade de 8300 MW (soma de Tucuruí I e II), são algumas das hidrelétricas que formam atualmente o grande parque gerador do Brasil.

As pequenas centrais hidrelétricas – PCH, que são as usinas com potência igual ou menor que 30MW (REIS e CUNHA, 2006), também são importantes fontes geradoras de energia, complementando os recursos hídricos no Brasil.

Devido ao seu pequeno porte e menores interferências junto ao meio ambiente, elas apresentam-se como uma forma rápida e eficiente de promover a expansão da oferta de energia. Essas características possibilitam que sejam construídas mais próximas de centros urbanos e regiões rurais, diminuindo os investimentos em linhas de transmissão. (TOLMASQUIM, 2003).

De acordo com o documento Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas, divulgado pela Eletrobrás (TOLMASQUIM, 2005), as PCH's são classificadas quanto à sua capacidade de regularização do reservatório da seguinte maneira:

- Fio d'Água – quando as vazões no período seco são iguais ou maiores para conduzir a descarga necessária para fornecer a potência que possa atender a demanda prevista;
- de Acumulação, com regularização diária do reservatório;

- de Acumulação, com regularização mensal do reservatório – quando o projeto de uma PCH pressupõe que o reservatório fará a regularização da vazão utilizando as médias mensais históricas.

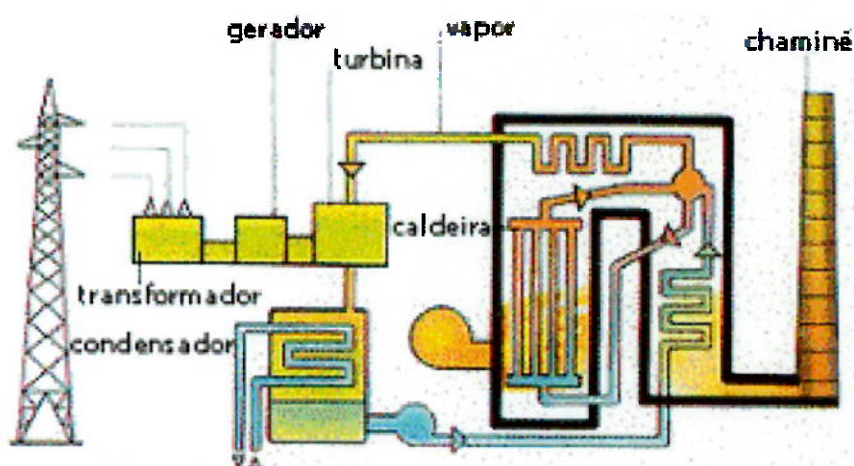
3.2 GERAÇÃO TÉRMICA

Geração térmica é o processo usado para gerar energia elétrica a partir da queima de combustíveis que liberam energia em forma de calor.

Para o funcionamento das centrais termelétricas é necessário que o material, previamente estocado para tratamento (eliminação da umidade, interação com algum produto químico, etc) seja inserido na caldeira onde será queimado. Através dessa queima, a água que está no interior dos diversos tubos que revestem a caldeira será aquecida gerando o vapor.

A figura 3.2, que representa um esquema de uma usina termelétrica, resume os processos que serão descritos a seguir.

FIGURA 3.2 – Esquema de uma Geração Térmica



(Fonte: UNIVALI, 2004)

O vapor gerado fará movimentar as pás da turbina, que através da movimentação do eixo que, por sua vez, está ligado a um gerador, transformará a energia mecânica em energia elétrica.

Da mesma maneira que na geração hidrelétrica, a energia elétrica gerada é transmitida para os consumidores finais através das grandes redes de transmissão e distribuição existentes no sistema elétrico do Brasil.

Após o vapor ter movimentado as pás, ele é resfriado por meio de sistemas que provocam a condensação do vapor, transformando-o novamente em líquido, que retorna para os tubos internos da caldeira para iniciar um novo ciclo.

Para evitar a poluição do ar durante a queima dos combustíveis, a termelétrica é provida normalmente de filtros ou chaminés de grande altura que através de precipitadores filtram o ar antes dele ser jogado para a atmosfera. Todos os resíduos recolhidos nesse processo são reciclados, servindo de matéria-prima para outros processos como na fabricação de fertilizantes, adubos, na mistura com cimento, etc.

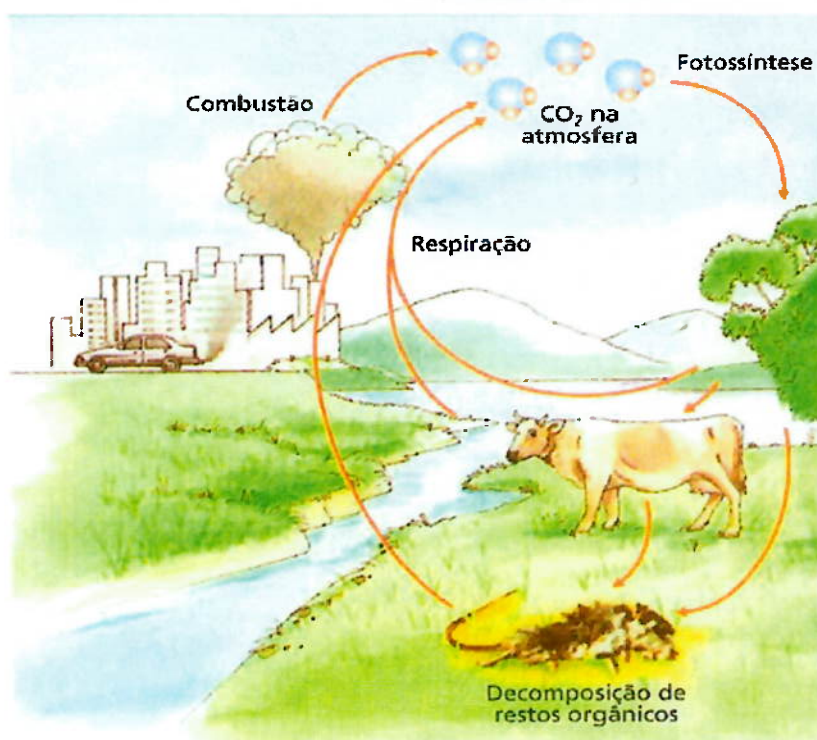
Os combustíveis utilizados no processo de geração de energia por meio de usina termelétrica são classificados e divididos de acordo com a sua procedência. Destacando-se os principais, temos:

3.2.1 Combustíveis de biomassa

Através da fotossíntese, as plantas capturam a energia do sol e transformam em energia química. Essa energia, após sua transformação, pode ser convertida em eletricidade, combustível ou calor.

Uma das principais vantagens ambientais existentes com a utilização da biomassa como combustível é a redução das emissões dos gases responsáveis pelo efeito estufa (metano e dióxido de carbono). Nesse processo, é possível verificar o chamado ciclo fechado do carbono, em que o gás carbono, liberado ao meio ambiente através da respiração, queimadas de material orgânico, combustão de combustíveis fósseis e outros processos químicos, é fixado pela planta durante a seu crescimento que, por sua vez, retorna ao meio ambiente, iniciando-se um novo ciclo, conforme demonstrado na figura 3.3.

FIGURA 3.3 – Ciclo de fixação do carbono



(Fonte: CAMARGO, 2007)

As principais fontes orgânicas, chamadas de biomassa, utilizadas para a produção de energia são:

3.2.1.1 Casca de Arroz

Um dos maiores problemas para os produtores de arroz é quanto ao armazenamento das cascas do arroz. Para contornar essa situação, ao mesmo tempo que agrega valor ao produto, investidores utilizam a queima da casca do arroz em termelétricas para gerar energia elétrica, retirando ainda a sílica como subproduto dessa queima.

Outra vantagem é a redução dos custos envolvidos no processo da fabricação do arroz, já que o transporte das cascas deixa de ser realizado.

O Brasil pode gerar 200MW de energia com a casca do arroz e o Rio Grande do Sul responderia sozinho, por mais da metade deste volume . (PEROZZI, 2004, *online*)

Por outro lado, a desvantagem desse processo é que durante a queima das cascas, a grande quantidade das cinzas geradas são tóxicas ao homem e, portanto, requer um sistema especial nas termelétricas. Outro fator negativo do processo é que as cinzas são comumente descartadas em rios e lavouras, colaborando para a formação do gás metano que é prejudicial à camada de ozônio e a vida.

3.2.1.2 Bagaço de Cana

Conforme já mencionado neste documento, a geração de energia através do bagaço de cana aumenta significativamente a cada ano. Mais e mais países se voltam para o desenvolvimento e pesquisas de novas tecnologias que possam ser aplicadas no processo, visando maior eficiência.

No início da década de 90, o bagaço da cana era um dos principais problemas dos usineiros devido à sua dificuldade de armazenamento. Hoje, o bagaço passou a valer dinheiro, sendo utilizado também como combustível na geração de energia elétrica.

O seu funcionamento baseia-se no mesmo princípio das demais termelétricas, pelo qual o bagaço de cana é preparado para a queima e inserido dentro da caldeira. Com a queima, o vapor é produzido com alta pressão e temperatura. Ao passar pela turbina, transforma a energia térmica em energia mecânica. A turbina impulsiona o gerador acoplado, transformando a energia mecânica em energia elétrica.

São inúmeras as vantagens deste processo como custo menor para instalar uma usina, menor impacto no meio ambiente, pois a emissão de dióxido de carbono é compensada durante o processo de crescimento das plantas, além de ser um recurso renovável.

Como desvantagem, a queima do bagaço de cana possui um menor poder calorífico, possuindo uma dificuldade em seu armazenamento devido ao risco de incêndio e contaminação do solo, diferentemente do que ocorre com o armazenamento da água nos reservatórios.

Além disso, outra desvantagem seria o elevado custo na aquisição de equipamentos destinados à filtragem do ar.

3.2.1.3 Resíduos de Madeira

Como é possível queimar madeira para gerar energia numa época em que todos lutam para minimizar os problemas do desmatamento e queimadas em todo mundo?

Na verdade, quando se fala em um projeto de co-geração utilizando como combustível a madeira, subentende-se que o projeto está embasado em um reflorestamento ordenado, em que a queima é feita a partir de resíduos florestais, de subprodutos originados nas indústrias de papel e celulose, beneficiamento de toras, etc. Os tipos mais comuns de resíduos produzidos são o cavaco, a casca, o pó de serra e as aparas.

A geração de energia através de resíduo de madeira segue o mesmo princípio da geração de energia através dos insumos de bagaço de cana e casca de arroz.

O processo de transformar esses resíduos em energia é uma importante vantagem, além das outras já descritas anteriormente, pois ao se retirar esses produtos dos grandes aterros, evita-se a formação do gás metano potencialmente mais prejudicial que o gás carbônico.

Além disso, outro fator positivo é que a termelétrica, por ser um empreendimento relativamente pequeno em relação a uma usina hidrelétrica, pode ser instalada em locais próximos aos grandes centros geradores dos insumos que serão queimados na caldeira.

Como desvantagem desse processo, com a queima da madeira, polui-se o ar com gás carbono e fuligem preta, havendo a necessidade de investimentos maiores em filtros de ar.

3.2.2 - Combustíveis de origem fóssil;

3.2.2.1 Gás Natural

O gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos leves, na qual o metano tem uma participação superior a 70% em volume. É encontrado no subsolo, por acumulações em rochas porosas, isoladas do exterior por rochas impermeáveis, associadas ou não a depósitos petrolíferos. É o resultado da degradação da matéria orgânica de forma anaeróbica oriunda de quantidades extraordinárias de microorganismos que, em eras pré-históricas, acumulavam-se nas águas litorâneas dos mares da época. (WIKIPEDIA, 2008). É considerada uma fonte de energia menos poluente, podendo substituir outros combustíveis mais poluentes, como óleo combustível e lenha, durante os processos industriais.

Uma das principais vantagens são os baixos índices de emissão de poluentes, em comparação a outros combustíveis fósseis. Em casos de vazamentos, possui uma rápida dispersão. Como destaque também, torna-se viável a instalação de usinas perto dos centros consumidores, reduzindo a extensão das linhas de transmissão, além de não serem necessárias grandes áreas para a sua instalação.

O gás natural tem-se mostrado cada vez mais competitivo em relação a vários outros tipos de combustíveis, tanto no setor industrial como no de transporte e na geração de energia elétrica. Nesse último caso, a inclusão do gás natural na matriz energética brasileira, além de favorecer a expansão do parque gerador de energia elétrica e ser uma alternativa para o esgotamento dos melhores potenciais hidráulicos do país, tem despertado o interesse na ampliação no uso do gás natural na geração termelétrica.

Como desvantagem na utilização do gás natural em termelétricas para a geração de energia, há o fato dele contribuir para o aquecimento global através do efeito estufa e da chuva ácida como resultantes do processo.

A queima de gás natural lança na atmosfera grandes quantidades de poluentes, além de ser um combustível fóssil que não se recupera. O Brasil lança por ano 4,5 milhões de toneladas de carbono na atmosfera. Com o aumento da construção de usinas termelétricas, esse indicador chegará a 16 milhões de toneladas/ano (Wikipédia - Biodiversidade, 2008).

As termoelétricas apresentam um alto custo de operação, devido ao custo dos combustíveis.

3.2.2.2 Óleo Combustível

Óleo combustível, também chamado de óleo combustível pesado, é a parte remanescente da destilação das frações do petróleo. Atualmente é utilizado nas mais diversas indústrias para aquecimento de caldeiras e fornos, produção de calor, etc.

Para se obter uma combustão eficiente é necessário utilizar o tipo de óleo adequado para cada processo produtivo, pois os combustíveis mais viscosos necessitam de níveis de temperatura superiores e, por consequência, maior serão os investimentos a serem aplicados na planta para gerar o aquecimento necessário.

Além desse cuidado a ser tomado quanto ao tipo de óleo a ser utilizado, deve-se levar em consideração, também, as condições de armazenagem, transporte e manuseio do produto, uma vez que o custo envolvido diretamente em cada um desses itens poderá resultar em desvantagens para a utilização do óleo combustível no processo de geração de energia.

Além dessas possíveis desvantagens, a utilização do óleo combustível para queima contribui para a poluição ambiental, pois grandes quantidades de material particulado e fuligem são lançados no ar durante o processo.

Muitas pesquisas estão sendo feitas nesse sentido para minimizar os riscos ambientais, elevando a condição de utilização do óleo

combustível para geração de energia. Através de sites de notícias, foi veiculado que a própria Petrobrás lançou no mercado em maio de 2008 um óleo combustível aditivado para o segmento industrial destinado à geração de energia elétrica.

Esse óleo diferenciado, segundo informado pela assessoria da Petrobrás, garante uma maior homogeneidade na mistura do aditivo e eficiência no uso. Além disso, esse novo produto trará grandes benefícios ao meio ambiente através da redução de partículas e fuligem no ar e a redução das incrustações nos equipamentos, aumentando o período entre as manutenções. (RANGEL, 2008).

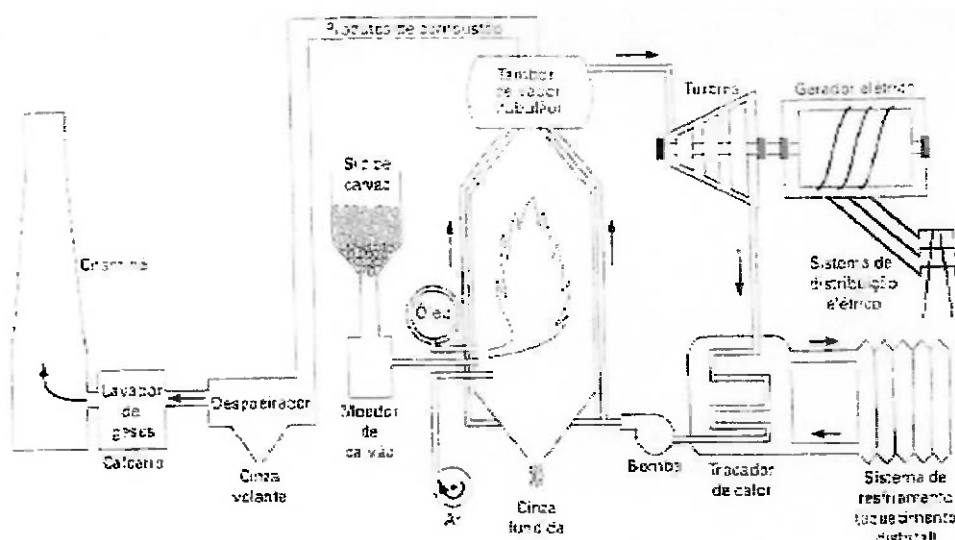
3.2.2.3 Carvão Mineral

É uma rocha sedimentar combustível cuja transformação aconteceu milhões de anos atrás, através do soterramento, compactação e elevação da temperatura em depósitos orgânicos de vegetais.

Apesar de antigamente os processos industriais estarem muito mais dependentes do carvão mineral do que nos tempos atuais, esse combustível possui uma grande abundância no mundo e continua sendo o principal insumo para a geração de energia elétrica, principalmente para os países desenvolvidos.

O diagrama de uma Usina Termelétrica a carvão pode ser observado na figura 3.4.

FIGURA 3.4 – Diagrama de uma UTE a Carvão



(Fonte: BORGNAKKE e SONNTAG, 2009)

Muitos projetos de pesquisa e desenvolvimento são realizados no mundo todo, visando minimizar os efeitos negativos causados ao meio ambiente. Grandes riscos durante a extração do carvão, emissão de poluentes na atmosfera durante a sua queima e problemas com o descarte dos resíduos sólidos são alguns dos principais problemas enfrentados quando se utiliza o carvão mineral.

Além dos efeitos ao meio ambiente, a grande extensão de terreno utilizada para se instalar uma usina termelétrica, bem como a enorme área para armazenamento do produto são problemas a serem enfrentados pelos investidores.

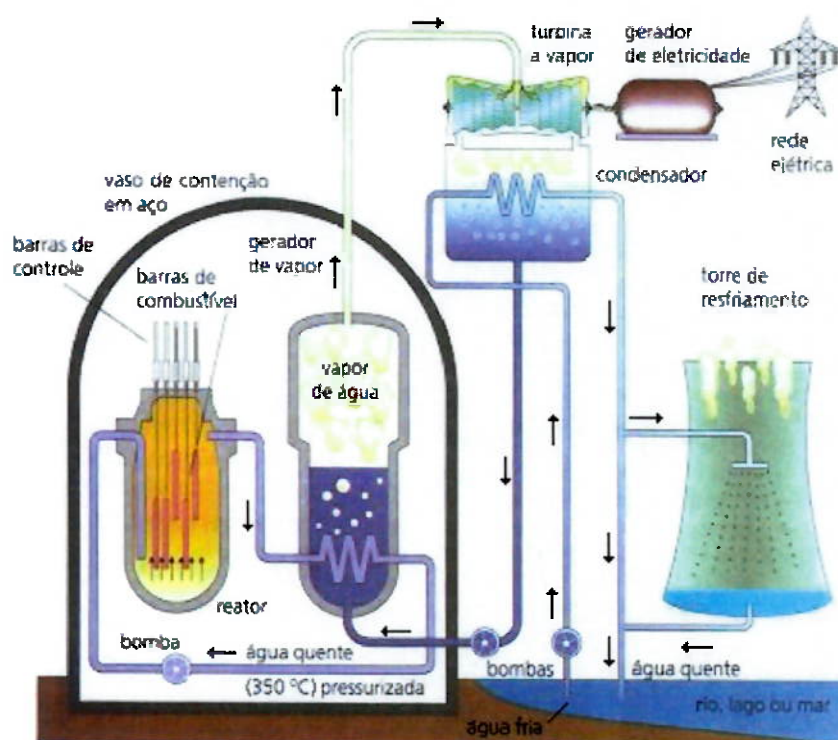
3.3 GERAÇÃO NUCLEAR

A energia nuclear é a energia liberada quando, através de processos artificiais, ocorre a divisão de um núcleo atômico do urânio, do plutônio ou do tório no momento em que ele se choca com um nêutron. Esse processo através de uma reação em cadeia se repetirá sucessivamente, gerando energia.

Essa energia gerada na quebra do núcleo do átomo, quando controlada, poderá produzir energia elétrica. Por outro lado, caso não exista o controle da quantidade de energia e radiação liberada, ocorrerá uma explosão (princípio da bomba atômica).

As usinas nucleares apresentam um ou mais reatores, que são compartimentos isoladores de radiação, em cujo interior são colocados os materiais radioativos. A energia liberada pela quebra do átomo do material radioativo irá aquecer uma caldeira gerando vapor. Essa, por sua vez, movimentará as pás de uma turbina que, conectada a um gerador, produzirá a energia elétrica. O vapor após passar pela turbina será resfriado através de um condensador e novamente retorna, através de bombas, para o reservatório, onde será aquecido novamente para iniciar um novo ciclo. Esse processo pode ser observado na figura 3.5.

FIGURA 3.5 – Diagrama de uma Usina Nuclear



(Fonte: CDCC USP, 2002)

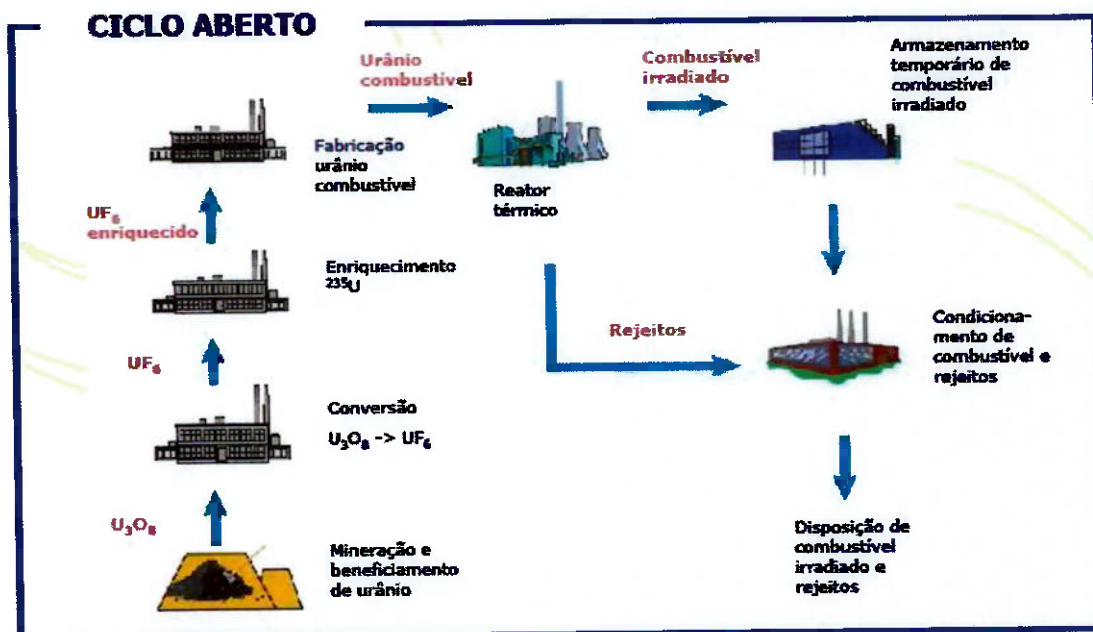
O material combustível que fica dentro dos reatores pode ser utilizado de duas formas ou em dois tipos de ciclos: Ciclo Aberto e Ciclo Fechado. A seguir detalharemos cada um deles:

Ciclo Aberto: a utilização do material combustível tem seu início na etapa de mineração e beneficiamento, quando o minério é extraído e enviado para o beneficiamento. Na sequência ele é purificado e concentrado, dando origem a uma espécie de sal de cor amarela (U_3O_8). Na etapa seguinte, dá-se a dissolução do sal de cor amarela e posterior mudança para o estado gasoso (gás UF_6). Na última etapa desse processo do ciclo aberto, é realizado o enriquecimento, quando ocorre o aumento dos átomos de urânio 235, tornando o material pronto para servir como combustível nos reatores nucleares.

O término desse processo é o acondicionamento do combustível já irradiado e dos rejeitos gerados durante o processo.

O esquema do tratamento do material combustível de ciclo aberto pode ser observado na figura 3.6 a seguir.

FIGURA 3.6 – Esquemática do Ciclo Aberto de uma Usina Nuclear

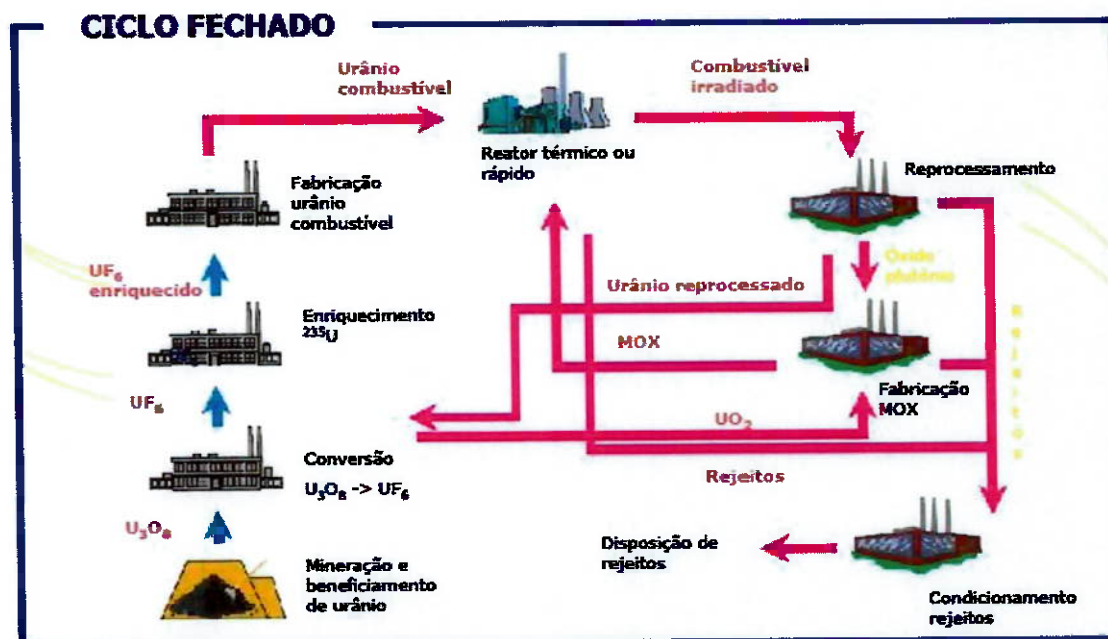


(Fonte: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE
Ciclo Aberto do Combustível, 2006)

Ciclo Fechado: a elaboração do material combustível nesse ciclo passa pelas mesmas etapas que compõem o ciclo aberto, ou seja, a mineração e beneficiamento do Urânio, a conversão em sal de cor amarela (U_3O_8), a dissolução do sal de cor amarela e transformação em gás UF_6 , o enriquecimento através do aumento dos átomos de urânio 235 e, por fim, a sua utilização nos reatores nucleares.

A diferença para o ciclo aberto é que após a utilização do material combustível nos reatores nucleares, é possível reprocessá-lo na forma de óxido misto (MOX), tornando-o novamente pronto para ser utilizado nos reatores nucleares. As etapas desse ciclo fechado podem ser vistas na figura 3.7 a seguir:

FIGURA 3.7 – Esquemática do ciclo fechado de uma usina nuclear



(Fonte: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE
Ciclo Fechado do Combustível, 2006)

Durante o processo de geração de energia, nenhuma partícula poluente ou gases são lançadas na atmosfera, o que é uma grande vantagem. A principal desvantagem de uma usina nuclear é quanto ao armazenamento dos resíduos nucleares provenientes da fissão ou quebra nuclear, que devem ser isolados em depósitos especiais e de alto custo por longos períodos.

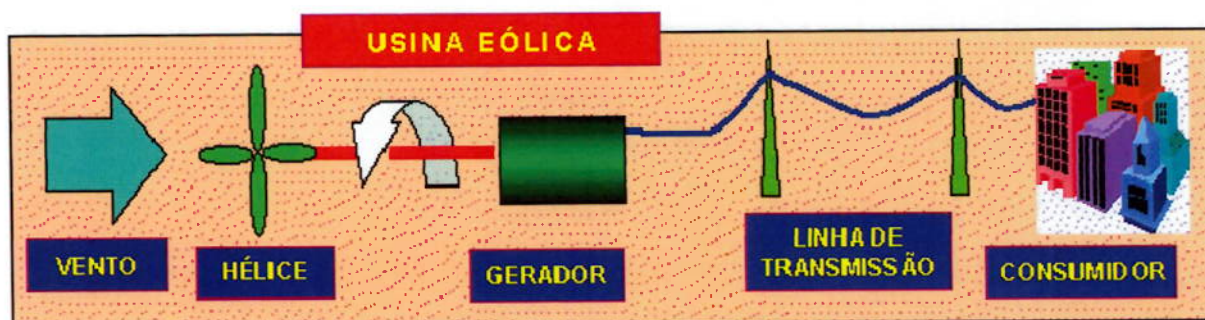
3.4 GERAÇÃO EÓLICA

A energia eólica nada mais é do que a energia gerada através dos ventos que, por sua vez, são gerados pelas mudanças climáticas ocorridas em determinadas regiões. Na energia eólica, o fluxo de ar provocado pelo vento é que impele o rotor de uma turbina que, por sua vez, gira e aciona o eixo do gerador.

A quantidade de energia elétrica a ser gerada dependerá do tipo de turbina utilizada, do tamanho e da eficiência das hélices da turbina, assim como a velocidade que o vento passa por elas. O dimensionamento do gerador e do sistema como um todo também será um fator primordial para se planejar a quantidade de energia a ser disponibilizada na geração.

É através do vento que as enormes pás dessas turbinas são movimentadas (figura 3.8) e com o auxílio do gerador acoplado ao sistema, gera-se a energia elétrica.

FIGURA 3.8 – Diagrama de uma Usina de Geração Eólica



(Fonte: UNESP, 2002)

A energia eólica é considerada a energia mais limpa que existe, pois utiliza o vento como energético, não gerando nenhum poluente ao meio ambiente e tampouco gera algum tipo de resíduo de processo durante a geração da energia.

Além disso, por ser o vento bastante distribuído na natureza, não há necessidade de canalizá-lo para realizar o processo de geração.

A desvantagem desse tipo de geração de energia é a grande área que deverá ser reservada para a instalação de diversas unidades de geração,

ocasionando a alteração na paisagem do local onde serão feitas as instalações das unidades.

O risco de haver colisões de pássaros com as pás, bem como o ruído gerado pelos equipamentos eólicos, apesar de muito pequenos, é considerado como uma desvantagem, principalmente, se houver moradias próximas às instalações.

Hoje em dia, a geração eólica faz parte do programa de fontes de geração incentivadas pelo governo (PROINFA), assim como a geração através de biomassa e de pequenas centrais hidrelétricas - PCHs, por serem importantes instrumentos utilizados para a diversificação da matriz energética nacional, aumentando a garantia, segurança e confiabilidade no sistema de abastecimento.

É de se esperar que, a cada ano, os custos envolvidos na geração de energia eólica fiquem cada vez menores, graças ao desenvolvimento de turbinas com novas tecnologias, mais seguras, mais eficientes e com maior capacidade de geração.

Ao ser trocada a geração de energia que utiliza combustível fóssil pela geração de energia eólica, obtém-se como resultado a redução da emissão de gás carbono na atmosfera, podendo a geração de energia por fonte eólica se beneficiar fortemente com a emissão dos certificados de carbonos cujos valores envolvidos são muitos significativos, viabilizando um maior retorno financeiro para o projeto.

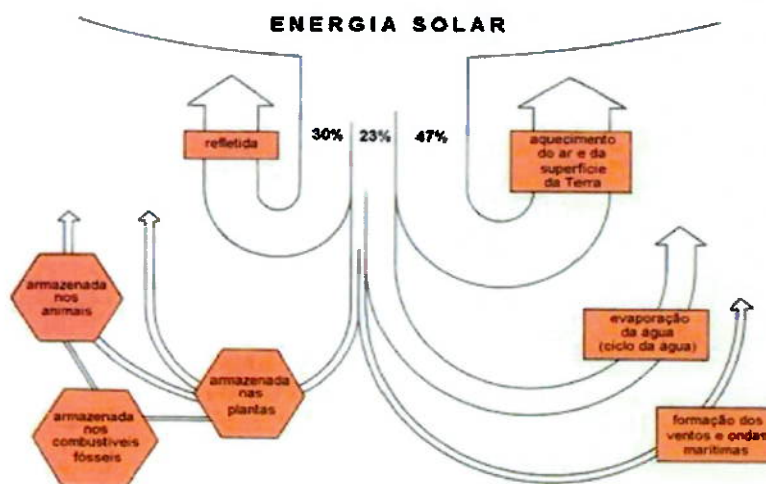
3.5 GERAÇÃO SOLAR

Energia solar é o aproveitamento da energia gerada pelo sol e a sua transformação em fonte de calor e energia elétrica.

O sol é a principal fonte de energia utilizada na terra. Uma parte da energia solar é refletida para o espaço pelas camadas da atmosfera existente. O restante é utilizado para aquecer o planeta e as águas. As plantas e vegetais utilizam diretamente a energia solar para o seu processo de fotossíntese, ao contrário dos humanos e animais que utilizam indiretamente a energia solar através da ingestão de alimentos.

Na figura 3.9 é possível ver um diagrama que representa o percentual de distribuição da energia solar quando essa chega à terra.

FIGURA 3.9 – Diagrama de Distribuição da Energia Solar na Terra



Este esquema representa a distribuição de energia solar que chega à Terra

(Fonte: PANZERA, Arjuna C. e MOURA, Dácio G.)

O método de captura da energia solar pode ser classificado como direta, quando há apenas uma transformação da energia solar em outro tipo de energia utilizada pelo homem; ou como indireta quando a transformação da energia solar precisará de mais de uma transformação para que surja uma energia utilizável, ou seja, é a energia que está embutida na aquisição de qualquer produto ou serviço que, por sua vez, utilizou-se de energia em seu processo produtivo para ser construído e distribuído.

Como exemplo de energia direta, tem-se a energia solar fotovoltaica, que é a transformação da energia solar em eletricidade. Essa transformação é feita através da utilização de células fotovoltaicas, como pode ser observado na figura 3.10.

FIGURA 3.10 – Células Solares Fotovoltaicas



(Fonte: Portal São Francisco)

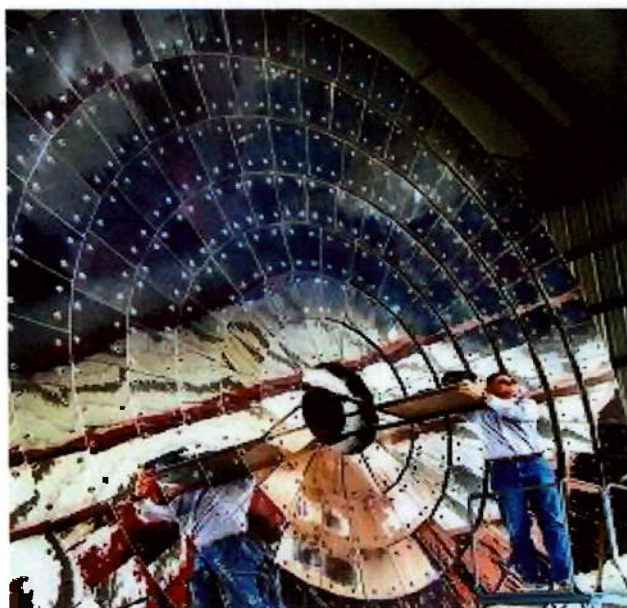
Os aquecedores solares que transformam a energia solar, ao atingir uma superfície escura, por exemplo, em calor é um outro exemplo de energia direta.

Na geração solar existem muitas vantagens como, por exemplo, o fato da energia solar não poluir o meio ambiente durante a sua utilização; a manutenção é mínima das centrais e a energia proveniente do sol é acessível por todos e em todos os lugares, mesmo nos locais mais afastados do centro.

Muitos pesquisadores estão desenvolvendo técnicas para reenergizar o dióxido de carbono (CO_2), responsável pelos problemas de poluição ambiental, e transformá-lo em monóxido de carbono (CO) que, entrando em uma cadeia produtiva, pode ser convertido em combustível líquido ou gasoso como o metanol, a gasolina, óleo diesel ou, até mesmo, ser utilizado na produção de hidrogênio.

É através da energia solar capturada por um enorme concentrador solar (figura 3.11) que o pesquisador Prof. Rich Diver, USA, através da combustão reversa, consegue quebrar as ligações carbono-oxigênio no dióxido de carbono , gerando o monóxido de carbono.

FIGURA 3.11 – Concentrador Solar



(Fonte: Inovação Tecnológica, 2007)

Apesar da tecnologia fotovoltaica estar cada vez mais competitiva, o custo das células solares é um grande desafio para a indústria e o principal empecilho para a difusão dos sistemas fotovoltaicos em larga escala. Outro fator negativo é que essa energia é disponibilizada de forma distribuída e não concentrada e sua captação e aproveitamento, ao menos para potências elevadas, requerem instalações complexas, custosas e que ocupam grandes áreas. Além disso, essa energia é provida na forma descontínua, pois a quantidade de energia a ser produzida depende de vários fatores como alternâncias periódicas (dia/noite, verão/inverno) e casuais (céu claro/nebuloso), clima, região e inclinação dos raios solares, sem falar que o armazenamento dessa energia, é pouco eficiente. (COMETTA,2004).

4 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA

Para a professora da Universidade Católica de Goiás, o conceito de Legislação Ambiental é o conjunto de regras obrigatórias, estabelecidas pela Constituição Federal e suas emendas, leis complementares, leis ordinárias, medidas provisórias, decretos, resoluções e normas com vistas a regular as atividades e inter-relações humanas sobre a natureza, de acordo com os princípios dados pelo Direito Ambiental. (MENDONÇA, 2008)

O Direito Ambiental por sua vez, é a ciência que estuda os problemas ambientais e suas interligações com o homem, visando a proteção do meio ambiente para a melhoria das condições de vida como um todo. Tem como base estudos complexos que envolvem várias ciências como biologia, antropologia, sistemas educacionais, ciências sociais, princípio dos direitos internacionais entre outras (SANTOS, A, 2008)

“... A Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, conhecida como Política Nacional do Meio Ambiente, introduziu uma diferença conceitual que serviu como um divisor de águas. Não há mais dano ambiental a salvo da respectiva reparação; a rigor, não há mais emissão poluente tolerada. A nova legislação baseia-se na ideia de que mesmo o resíduo poluente, tolerado pelos padrões estabelecidos, poderá causar um dano ambiental e, portanto, sujeitar o causador do dano ao pagamento de indenização.

É o conceito da responsabilidade objetiva, ou do risco da atividade, segundo o qual os danos não podem ser partilhados com a comunidade. (MONTEIRO, 2007).

Isso significa que uma determinada empresa, mesmo cumprindo com os limites máximos determinados pela legislação, caso venha a causar qualquer dano ao meio ambiente deverá ser responsabilizada, tendo a obrigação de reparar todo o dano causado. Dessa forma, para que se configure a responsabilidade objetiva, não necessariamente o dano ao meio ambiente deva ser uma consequência de uma ação ilegal. Quando existir a prova que

houve um ato contra o meio ambiente, esse já é a prova, devendo o infrator responder e reparar o dano ocorrido.

É dessa forma que a lei 6.938 determina as condições para preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental necessária à vida.

Em complemento a essa lei, o SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente foi criado, sendo constituído pelo Distrito Federal, por órgãos e entidades da União, pelos Estados e municípios cujo objetivo é a proteção e melhoria na qualidade ambiental, conforme a seguinte estrutura: (MAGALHÃES, 2008)

- Órgão superior: conselho de governo;
- Órgão consultivo e deliberativo: Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA);
- Órgão central: Ministério do Meio Ambiental (MMA);
- Órgão executor: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA);
- Órgãos seccionais: órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental;
- Órgãos locais: órgãos ou entidades municipais, responsáveis pelo controle e pela fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições.

Não se pode esquecer que o Brasil, por ter grandes florestas que possibilitam servir de estudos para todo o mundo, tem o dever de planejar seu desenvolvimento respeitando as leis ambientais e buscando na sua essência, sempre, a preservação dos recursos naturais.

O que ocorre é que as empresas, apesar de estarem muito preocupadas em atender a legislação brasileira, deparam-se com uma quantidade muito diversificada de instrumentos legais, normas, decretos e demais publicações sobre o assunto, tornando difícil a equalização da solução e, com isso,

atrasando o desenvolvimento do projeto. Sem falar nos custos que, por sua vez, crescem muito devido a essa lentidão do projeto.

As pressões sociais sinalizam que os custos para adequação da empresa às demandas do meio ambiente podem se transformar em conscientização, pois a sociedade não mais assimila ganhos econômicos, às custas da degradação ambiental. A melhoria da gestão ambiental nas empresas proporciona benefícios às próprias organizações, além do aumento da qualidade e da sustentabilidade ambiental... (TOCCHETTO e PEREIRA, 2007, *on-line*).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA. Foi instituído pela Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto 99.274/90. Ele é composto por Plenário, CIPAM, Grupos Assessores, Câmaras Técnicas e Grupos de Trabalho. O Conselho é um colegiado representativo de cinco setores (órgãos federais, estaduais e municipais, setor empresarial e sociedade civil), sendo presidido pelo Ministro do Meio Ambiente e sua Secretaria Executiva é exercida pelo secretário-executivo do MMA. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MME, Conama)

De uma maneira resumida, estão sob a responsabilidade do CONAMA os seguintes pontos: (BRASIL, 2008, *on-line*)

- estabelecer, mediante proposta do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, dos demais órgãos integrantes do SISNAMA e de Conselheiros do CONAMA, normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal e Municípios e supervisionado pelo referido Instituto;
- determinar, quando julgar necessário, a realização de estudos das alternativas e das possíveis consequências ambientais de projetos públicos ou privados;
- decidir sobre as multas e outras penalidades impostas pelo IBAMA;
- determinar a perda ou restrição de benefícios fiscais concedidos pelo Poder Público e a perda ou suspensão de participação em linhas de financiamento em estabelecimentos oficiais de crédito;
- estabelecer, privativamente, normas e padrões nacionais de controle da poluição causada por veículos automotores, aeronaves e embarcações, mediante audiência dos Ministérios competentes;

- estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente, com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos;
- estabelecer os critérios técnicos para a declaração de áreas críticas, saturadas ou em vias de saturação;
- acompanhar a implementação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, conforme disposto no inciso I do art. 6 da Lei 9.985, de 18 de julho de 2000;
- estabelecer sistemática de monitoramento, avaliação e cumprimento das normas ambientais;
- incentivar a criação, a estruturação e o fortalecimento institucional dos Conselhos Estaduais e Municipais de Meio Ambiente e gestão de recursos ambientais e dos Comitês de Bacia Hidrográfica;
- avaliar regularmente a implementação e a execução da política e normas ambientais do País, estabelecendo sistemas de indicadores;
- recomendar ao órgão ambiental competente a elaboração do Relatório de Qualidade Ambiental, previsto no inciso X do art. 9 o da Lei 6.938, de 1981;
- estabelecer sistema de divulgação de seus trabalhos;
- promover a integração dos órgãos colegiados de meio ambiente;
- elaborar, aprovar e acompanhar a implementação da Agenda Nacional do Meio Ambiente, a ser proposta aos órgãos e às entidades do SISNAMA, sob a forma de recomendação;
- deliberar, sob a forma de resoluções, proposições, recomendações e moções, visando o cumprimento dos objetivos da Política Nacional de Meio Ambiente;
- elaborar o seu regimento interno.

Outro órgão importante para o controle e proteção do meio ambiente é o IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. O IBAMA é uma autarquia federal de regime especial vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, criada pela Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, e tem como principais atribuições:

- exercer o poder de polícia ambiental;
- executar ações das políticas nacionais de meio ambiente, referentes às atribuições federais, relativas ao licenciamento ambiental, ao controle da

qualidade ambiental, à autorização de uso dos recursos naturais e à fiscalização, monitoramento e controle ambiental;

- executar as ações supletivas de competência da União;
- propor e editar normas e padrões de qualidade ambiental;
- estabelecer o zoneamento e a avaliação de impactos ambientais;
- determinar o licenciamento ambiental, nas atribuições federais;
- implementar o Cadastro Técnico Federal;
- fiscalizar o meio ambiente e a aplicação de penalidades administrativas;
- gerar e disseminar informações relativas ao meio ambiente;
- monitorar o meio ambiente, principalmente no que diz respeito à prevenção e controle de desmatamentos, queimadas e incêndios florestais;
- apoiar as emergências ambientais;
- executar programas de educação ambiental;
- elaborar sistema de informação e o estabelecimento de critérios para a gestão do uso dos recursos faunísticos, pesqueiros e florestais;

Para o desempenho de suas funções, o IBAMA poderá atuar em articulação com os órgãos e entidades da administração pública federal, com os Estados, Distrito Federal, Municípios integrantes do SISNAMA e com a sociedade civil organizada para a consecução de seus objetivos, em consonância com as diretrizes da política nacional do meio ambiente. (BRASIL, 2008c. Trecho adaptado).

5 PRINCIPAIS RISCOS DO SETOR ELÉTRICO

No Brasil os riscos existentes desde o planejamento para a construção de uma usina até a sua finalização levam muitos empresários a desistir de investir no país. Os riscos no Brasil tornam-se muito elevados, pois estão diretamente relacionados às ações políticas, às mudanças regulatórias, ao surgimento de novas tecnologias e, principalmente, às questões ligadas ao meio ambiente.

É devido a isso que muitas empresas estão buscando implementar metodologias capazes de avaliar, quantificar e minimizar os riscos, com o objetivo de antecipar possíveis mudanças de cenário e, até mesmo, facilitar a tomada de decisões.

Atualmente, os principais riscos que ameaçam os grandes empreendimentos de geração são:

5.1 RISCOS POLÍTICOS

Mesmo após a reforma no setor elétrico brasileiro, a instabilidade, crescentes incertezas e especulações políticas continuam cada vez maiores. Todas as leis e regulamentações lançadas no mercado de energia elétrica na tentativa de estabilizar o mercado não foram suficientes o bastante para melhorar a administração dos recursos públicos no Brasil.

As modificações na legislação são frequentes e as regras do mercado são alteradas nas transições de governos, fato esse que deixa os investidores muito inseguros, fazendo surgir muitas indagações tais como: ocorrerá a captação dos recursos para que o empreendimento se concretize? Haverá mudanças nas regras da cobrança dos impostos? O governo irá honrar os contratos e acordos firmados?

Na verdade, o governo é o responsável por não criar regras claras e objetivas para os setores energéticos envolvidos, dando, muitas vezes, privilégios diferenciados a pessoas ou organizações e não levando em consideração os

interesses da população. Além disso, existem também as pressões feitas pelos grandes grupos empresariais que fazem o chamado “jogo de influências” junto aos representantes políticos, visando conseguir manipular as regras e leis para seu exclusivo interesse.

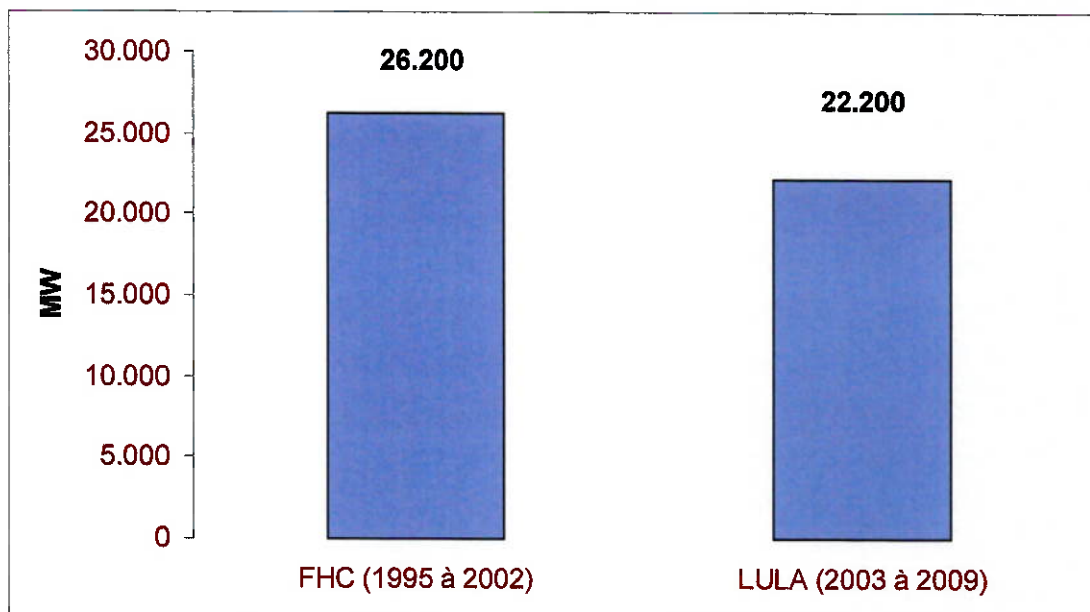
Um dos fatos que exemplifica as constantes mudanças nas regras praticadas pelo governo são os leilões licitados para venda de energia dos empreendimentos de geração. As últimas mudanças ocorridas pelo governo estão causando problemas aos investidores, sem falar nos consumidores livres que foram os maiores afetados, já que o governo definiu que 70% de toda a energia a ser gerada por uma usina deve ser comercializada diretamente para o mercado regulado, cujo preço máximo a ser pago pelo megawatt/hora é definido pelo governo. Somente os 30% restantes é que poderão ser disponibilizados no mercado livre a preço negociado entre os consumidores e geradores.

Partindo-se do princípio que o investidor somente construirá uma usina se o retorno financeiro for positivo, pode-se concluir que o consumidor livre é que arcará com a maior parte dessa conta, uma vez que o preço de 70% da energia disponibilizada ao mercado regulado possui um valor teto limitado pelo governo.

Essa análise também é defendida por analistas do mercado, sendo publicada em jornais e mídias:

O consórcio liderado pela franco-belga Suez e pela construtora Camargo Corrêa venceu ontem o leilão da usina de Jirau, a segunda do Complexo Madeira, e surpreendeu o mercado com um lance de R\$ 71,40 o MWh, deságio de 21,5% sobre o preço-teto de R\$ 91 MWh. ...” “... Da energia gerada pelas duas usinas, 70% irá para o mercado cativo, controlado pelas distribuidoras. O restante poderá ser negociado para o consumidor livre, sem vínculo com a concessionária. A previsão é que os deságios de Santo Antônio e Jirau serão compensados na venda de energia aos consumidores livres, que pagarão mais caro pela eletricidade. (CONSÓRCIO DA SUEZ, 2008, *on-line*).

Analisando o governo anterior, as regras para os leilões de energia não previam que o investidor seria obrigado a vender parte de sua energia para o mercado cativo (70%), o que deixava a decisão de vender para o mercado livre ou cativo, a seu exclusivo critério. É claro que esse mecanismo adotado na época gerava alguma especulação no mercado de energia, mas, por outro lado, os investimentos aconteciam num ritmo um pouco maior do que é possível ser verificado no atual governo conforme demonstrado no gráfico 5.1.

GRÁFICO 5.1 – CAPACIDADE INSTALADA – (Comparativo Governo FHC x Lula)

(Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, 2008)

Mas as regras no governo anterior também não estavam claras, tanto que para algumas licitações ocorridas, a responsabilidade de obtenção das licenças ficava por conta dos investidores, inviabilizando, em muitos casos, todo o empreendimento.

Se não bastassem os problemas entre o governo e os empresários do setor, outro fator que inibe novos investimentos são as inúmeras brigas internas do próprio governo.

A recente demissão da Ministra do Meio Ambiente, Marina Silva, foi o resultado de uma briga de poder ocorrida entre ela e a Ministra da Casa Civil, Dilma Rousseff. Na carta que Marina Silva encaminhou ao presidente da república ela menciona que sua demissão decorreu das dificuldades que estava enfrentando há algum tempo para dar prosseguimento à agenda ambiental federal. Claramente menciona também que as difíceis tarefas que o governo ainda tem pela frente sinalizam a necessidade da reconstrução da sustentação política para a agenda ambiental. (SILVA, 2008, *on-line*).

Para o analista econômico do jornal Valor Econômico, a demissão de Marina Silva deu-se pelo embate entre o Ministério do Meio Ambiente e da Casa Civil em torno das restrições aos projetos de infraestrutura.

O analista declara ainda que a Ministra Dilma Rousseff foi escalada para “fazer as coisas acontecerem no governo” e a Ministra Marina Silva está impedindo o desenvolvimento ao defender a questão ambiental, uma área enredada em legislações superpostas com interesses diversos. (LYRA, 2006).

5.2 RISCOS ECONÔMICOS

Todo choque econômico-financeiro possui uma relação direta com a segurança e continuidade de um grande projeto, e qualquer oscilação no mercado econômico brasileiro ou internacional pode colocar em risco diversos segmentos do país.

Um exemplo dessa fragilidade foi o que aconteceu com o mercado imobiliário dos Estados Unidos, onde grandes volumes de empréstimos foram disponibilizados a pessoas que tinham histórico de inadimplência, sem garantias de pagamento. Esses empréstimos, pela dificuldade de recebimento, foram considerados de alto risco, fazendo com que os juros também fossem maiores, tornando-se atrativos para gestores de fundos e bancos que buscam melhores retornos nesses empréstimos e até na recompra desses títulos.

Pelo fato de ter havido uma crescente inadimplência nos pagamentos destes títulos imobiliários, o mercado passou a ter medo de emprestar e comprar estes títulos, gerando uma enorme retração de crédito nos Estados Unidos e influenciando as bolsas de valores e cotação da moeda em diversos países. Esta retração trará uma consequência péssima para o Brasil, pois os investidores terão maiores dificuldades para permanecerem investindo no Brasil. (CRISE COM O MERCADO IMOBILIÁRIO NOS USA, 2008, *on-line*)

A reportagem do especialista de mercado Gustavo Pimentel descreve o grau de incertezas (riscos) que estão relacionados aos empreendimentos. Conforme descrito nessa entrevista, existe um forte risco econômico nas obras do Rio Madeira, de acordo com declarações a seguir do especialista:

A maior delas identifica Pimentel, refere-se ao risco de construção. Empreendimentos como esse são financiados através de project finance, que prevê que a dívida assumida pelos empreendedores para dar início às obras seja paga ao longo do tempo com o fluxo de caixa gerado pela operação. Mas, no caso do Rio Madeira, há uma

fragilidade jurídica que ameaça a entrada em operação, inviabilizando a geração de caixa.

O especialista prevê batalhas judiciais em torno das licenças, tanto da prévia que foi concedida, como de instalação e depois de operação. As obras foram definidas sem que houvessem concordância de importantes stakeholders (partes interessadas), como as comunidades locais, populações tradicionais, povos indígenas e organizações da sociedade civil. "A licença prévia foi dada em função de pressões e interferências políticas da ministra Dilma Rousseff, exigindo, por exemplo, que saísse em uma semana", afirma Pimentel. (SAFLATLE, 2007, *on-line*)

Nota-se nas últimas linhas da declaração de Pimentel, onde ele menciona ter havido forte pressão e interferências políticas da Ministra Dilma Rousseff, que a ação política ocorrida acabou gerando um risco econômico ao empreendimento, o que prova que, muitas vezes, os fatores de riscos estão interligados entre si.

Além da insegurança que pode ser gerada por problemas internos do Brasil, existem os riscos originados em outros países devido às mudanças de regras e o não cumprimento dos contratos vigentes.

É o caso acontecido recentemente em que a Bolívia resolveu não cumprir os acordos internacionais fechados com o Brasil, passando a nacionalizar algumas empresas, tomando a ação de reduzir a oferta de gás boliviano para o Brasil.

Esse problema econômico, originado principalmente pela falta de investimentos em infraestrutura, colocou a produção industrial do Brasil em risco elevado, uma vez que algumas usinas termelétricas ficaram sem receber o gás e outras tiveram os seus preços reajustados acima do permitido em contrato, causando uma insegurança generalizada em todo o mercado.

"O Brasil corre risco de ver diminuída a oferta do gás boliviano em 2008. O problema não é político, é de falta de investimentos em infra-estrutura, apontam especialistas. Segundo eles, a falta de aporte de recursos do governo da Bolívia nos campos de gás e as restrições às empresas transnacionais no país, podem gerar uma queda na produção do insumo. ..." (PIRES, 2007)

Para outro empresário do setor, Marcelo Parodi, o risco econômico gerado está relacionado com a gestão do presidente Evo Morales junto às empresas transnacionais.

O Brasil corre risco de desabastecimento do gás vindo da Bolívia, porque o país vizinho sofre com a saída de pessoal especializado. Parodi aponta as restrições que o governo de Evo Morales está impondo a empresas transnacionais, como responsáveis por essa debandada, fator que pode reduzir a produção do país vizinho e impactar no fornecimento de gás para o Brasil. Ele ainda cita a pressão da Argentina como agravante. O vizinho do Prata quer renegociar preços para garantir uma maior

quantidade de gás. "O receio é a interrupção de nosso fornecimento no curto prazo. (PARODI, 2007, *on-line*)

Um outro fator que preocupa muito os investidores é saber que todos os projetos de geração de energia estão associados a riscos cambiais, uma vez que a maioria dos equipamentos utilizados nas usinas, seja hidrelétrica ou termelétrica, são importados, pagos em dólar e o recebimento pela venda da energia gerada é feito em moeda corrente (real).

O governo, por sua vez, procura criar mecanismos para proteger os investidores desses riscos, o que eventualmente pode ocasionar um descontentamento por parte dos consumidores, já que os riscos cambiais podem ser precificados no custo da energia elevando a tarifa por kWh.

O BNDES é um desses mecanismos que viabiliza os grandes financiamentos para a construção de usinas, ao mesmo tempo em que faz parte de um processo para atrair os investidores. Se não houvesse essa instituição, os grandes financiamentos, certamente, seriam solicitados aos bancos internacionais, que acabariam por embutir os riscos cambiais a serem pagos pela empresas interessadas.

5.3 RISCOS DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Inicialmente, algumas das principais preocupações ambientais eram proteger as grandes matas da agropecuária extensiva, controlar as queimadas e cuidar para que estrangeiros não roubassem mudas da flora brasileira para levá-las ao exterior.

Com o passar dos anos, e sendo forçado pelo crescimento dos centros industriais, houve a necessidade de ampliações na área produtiva e, para isso, passou a ser fundamental a expansão da rede de geração e transmissão de energia, propiciando um aumento na produção e crescimento do país.

Devido a enorme complexidade das questões ambientais que envolvem a construção de usinas geradoras de energia, foram necessárias a criação e modernização das leis para amparar ambientalistas, população, entidades não

governamentais, o governo e empresários nas mais diversas discussões sobre os problemas que interferem no meio ambiente.

Com a criação do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) instituído pela lei 6.938/81, foram criadas resoluções que passaram a balizar os projetos no quesito de atendimento ambiental, dos quais a resolução 237/97 criou uma série de instrumentos para serem cumpridos nos projetos de geração, conforme descritos na tabela 5.1 a seguir:

TABELA 5.1 – Instrumentos de Licenciamento e Estudos

TIPOS DE INSTRUMENTOS	DESCRIÇÃO
LICENCIAMENTO AMBIENTAL	Procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades que utilizam recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.
LICENÇA AMBIENTAL	Ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.
ESTUDO AMBIENTAL	São todos e quaisquer estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, apresentado como subsídio para a análise da licença requerida, tais como: relatório ambiental; plano e projeto de controle ambiental; relatório ambiental preliminar; diagnóstico ambiental; plano de manejo; plano de recuperação de área degradada; e, análise preliminar de risco.
IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL	É todo e qualquer impacto ambiental que afete diretamente (área de influência direta do projeto), no todo ou em parte, o território de dois ou mais Estados.
LICENÇA PRÉVIA (LP)	Concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação.
LICENÇA DE INSTALAÇÃO (LI)	Autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante.
LICENÇA DE OPERAÇÃO (LO)	Autoriza a operação da atividade ou empreendimento após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

Fonte: MACIEL (2001, 152f). [Adaptado Resolução nº237/97 do CONAMA (1997)].

Pode-se dizer que a Constituição Federal de 1988 é considerada a precursora da nova cultura voltada ao meio ambiente, pois através do seu artigo 225 ficam definidos os direitos da população em relação ao meio ambiente, transferindo à coletividade e ao Poder Público as responsabilidades em defendê-lo e preservá-lo. Na sequência, muitas outras leis foram sendo criadas e modificadas na tentativa de organizar e agilizar os processos de construção no setor energético.

O que se observa atualmente, é que o processo de construção de usinas geradoras está ficando cada vez mais complexo, obrigando as empresas a investirem nos estudos de inventário, que têm por objetivo definir qual será a capacidade de geração e quantificar os riscos por qualquer destruição que venha a ocorrer no meio ambiente, chamado de passivo ambiental.

Em geral, o passivo ambiental é composto por obrigações resultantes da contaminação de solo, disposição inadequada de rejeitos industriais, incômodos de vizinhança e outros, repercutindo negativamente na vida das empresas, seja nos aspectos econômicos, seja na própria imagem pública ostentada. (ANTUNES, 2004, *on-line*).

Para que um projeto seja aprovado pelos órgãos fiscalizadores e sua licença seja liberada é necessário realizar o estudo de viabilidade do projeto, onde as empresas garantem que haverá retorno de todo o investimento realizado em um determinado período. Juntamente com o estudo de viabilidade são preparados os Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), cujos objetivos são verificar se haverá alguma alteração no meio ou em algum de seus componentes por determinada ação ou atividade. (TAUK, 1998).

Com base na aprovação do EIA e RIMA e outra dezena de documentações obrigatórias e, muitas delas, geradas somente por profissionais legalmente habilitados (Ex.: declaração da prefeitura para uso e ocupação do solo, relatório de controle ambiental – RCA, certidões negativas de débito financeiro, autorização do Instituto Mineiro de Gestão das Águas e do Instituto Estadual de Florestas, etc.), o proprietário obtém a Licença Prévia atestando a sua viabilidade ambiental e estabelecendo as condições básicas a serem atendidas nas próximas etapas.

Além de ser considerada uma etapa muito demorada do projeto, envolvendo investimentos altos, é nessa fase que se observa a crescente atuação dos

promotores públicos, políticos, ONG's, entidades de classe, índios, governos, etc., que buscam ações baseadas na lei de proteção ao consumidor ou em leis de interesses da comunidade (direito difuso), buscando interferir ou mudar o desenvolvimento dos projetos de geração.

É também nesse momento do projeto que as audiências públicas podem ocorrer, fazendo com que o projeto e todos os seus estudos tenham que ser apresentados às comunidades interessadas para esclarecimentos e coleta de sugestões.

A próxima etapa da construção é a obtenção da licença de instalação (LI), que, da mesma maneira, deverá ser fornecida pelos órgãos reguladores e fiscalizadores (IBAMA e órgãos Estaduais do Meio Ambiente) mediante análise de todo o processo anterior envolvendo as aprovações do EIA e RIMA.

Para a liberação da LI, serão analisados todos os projetos envolvendo principalmente a questão da poluição, as possíveis degradações ao meio ambiente que poderão ocorrer durante a construção da usina e as medidas compensatórias que deverão ser adotadas. Somente após a certeza de que o solo, a fauna, a flora, e as comunidades existentes não sofrerão qualquer ação depredatória e que toda a documentação exigida nessa fase do projeto foram atendidas é que a licença será emitida. O que não significa que se acabaram os problemas, pois a qualquer momento, ações do Poder Público ou entidades diversas poderão entrar na justiça pedindo a paralisação das obras.

Outro fator de grande relevância e presente no processo de construção de usinas é a questão da biodiversidade ou diversidade biológica, cuja definição é a diversidade da natureza, a variedade de vida no planeta terra, incluindo a variedade genética dentro das populações e espécies da flora, fauna, de fungos e demais organismos existentes nos ecossistemas.

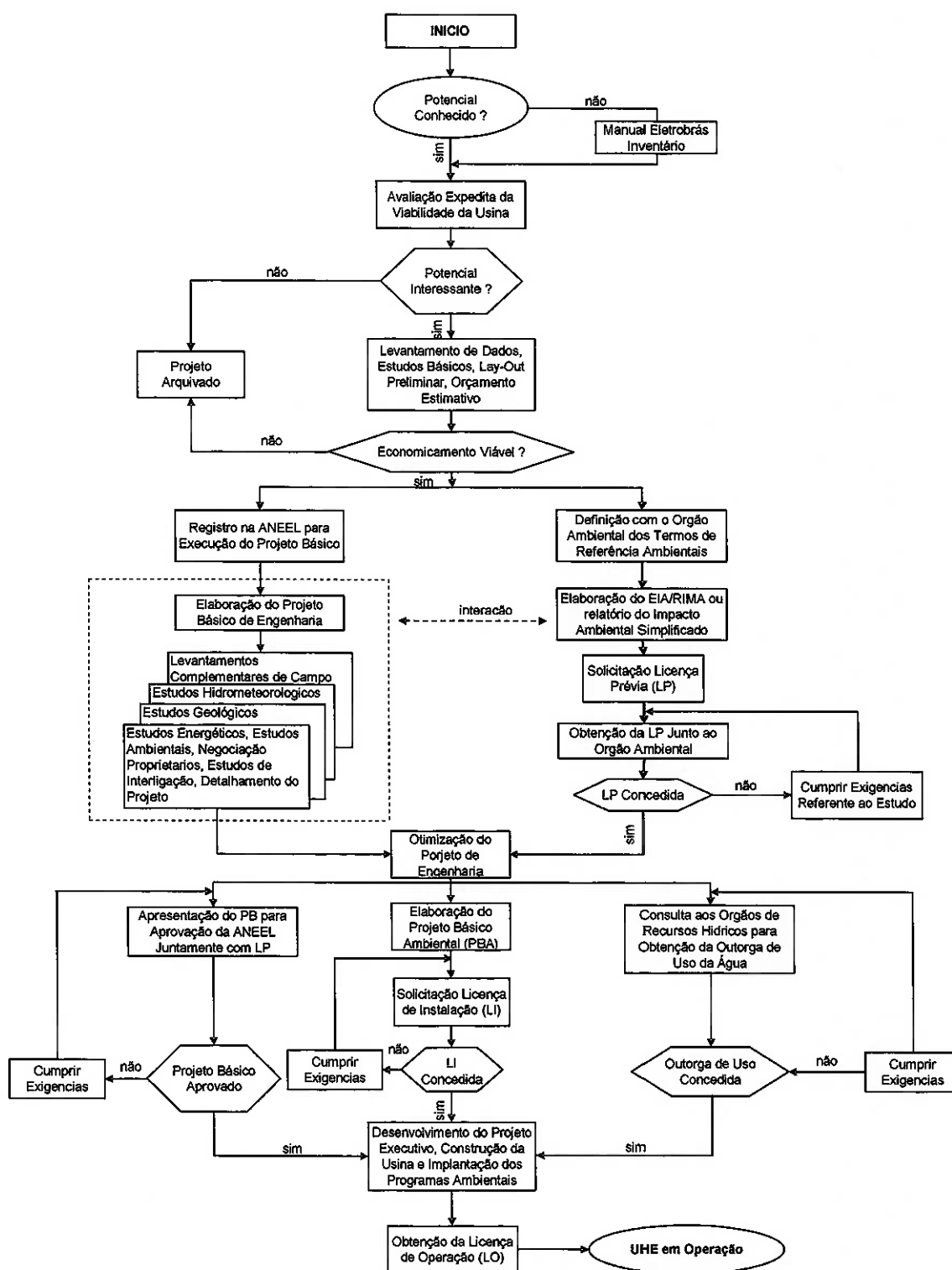
Para se evitar problemas relacionados à biodiversidade, o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, órgão subordinado ao Ministério do Meio Ambiente, criou a Resolução nº 371 de 5 de Abril de 2006, tornando obrigatória a compensação ecológica, ou seja, os empreendedores são obrigados a instalarem novas florestas e manterem novas estações ecológicas em substituição àquelas que foram destruídas. Apesar de já ser conhecida antes do início do processo do leilão, essa determinação traz um risco considerável para o investidor, uma vez que somente durante a construção da usina é que será possível mensurar, com

absoluta certeza, os custos envolvidos que serão alocados para a implementação das compensações.

Após a emissão da LP e a LI, existe um grande caminho a ser percorrido, fato que gera muitas incertezas para o investidor, sendo elas repassadas no custo do projeto.

De uma maneira geral, as etapas a serem percorridas desde o início de um projeto de geração de energia elétrica até a sua conclusão são muito longas e demoradas, conforme observado na figura 5.1.

FIGURA 5.1 – Fluxograma de Estudos para Implantação de Aproveitamento Hidrelétrico

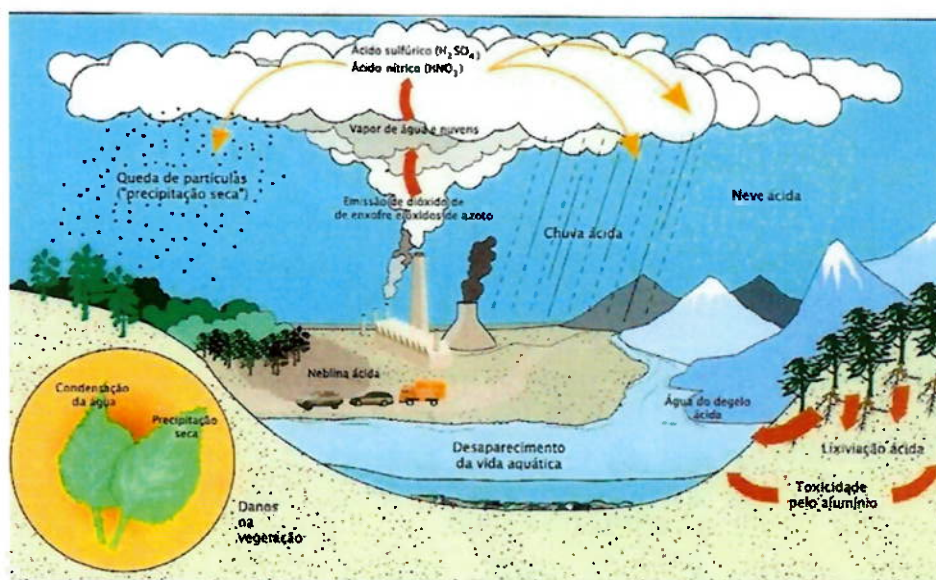


(Fonte: OLIVEIRA, Heli Alves de)

O aumento da emissão de gás carbônico, proveniente da combustão dos combustíveis (gás natural, óleo combustível, óleo diesel, carvão e biomassa), são os grandes fatores de riscos das usinas termelétricas, pois o custo envolvido para se implementar essas adequações se torna muito elevado.

A chuva ácida é um outro fator que age indiretamente no meio ambiente, como pode ser observado na figura 5.2, pois as emissões de poluentes como o dióxido de enxofre e o óxido de nitrogênio lançadas na atmosfera, principalmente, pelas indústrias, voltam para o meio ambiente através da chuva, influenciando diretamente na qualidade da água utilizada, no solo e nos alimentos consumidos.

FIGURA 5.2 – Esquema de formação da Chuva Ácida



(SANTOS, Norma Ely S., 2004 – esquema traduzido)

5.4 RISCOS REGULATÓRIOS

É considerado pelos investidores um dos mais preocupantes riscos do setor energético, uma vez que apresenta para os projetos de geração de energia muitas incertezas, as quais oneram o custo do capital e consequentemente o preço da energia final.

Isso fica claro quando observamos alguns pontos do núcleo da proposta do modelo, como a excessiva centralização de poder no Ministério de Minas e Energia. Essa

medida vai provocar uma tendência a politização e instabilidade das regras, com a alternância de governo. É sempre bom lembrar que um contrato de concessão tem duração de cerca de 30 anos, passando por pelo menos sete governos, no mínimo sete ministros de Minas e Energia. (PIRES, 2004, *on-line*)

De acordo com o economista Adriano Pires, nem sempre os que assumem o mandato para governar o país pensam em dar condições para que os investidores se sintam seguros e possam investir o seu dinheiro no Brasil. Sem dúvida, isso asseguraria ao setor elétrico a energia necessária para o desenvolvimento, deixando espaço para que o governo pudesse fazer seus investimentos em áreas que demandassem uma maior atenção, tais como a saúde e educação, por exemplo. Além disso, a cada mudança de governo, novas diretrizes e interesses são adotados, ocasionando uma lentidão no processo e, muitas vezes, gerando alterações na própria regulamentação existente.

Em muitos casos, quando a empresa vai apresentar os estudos ambientais, as pessoas que trabalham no órgão não são as mesmas de quando a companhia iniciou o processo de licenciamento. E os novos técnicos mudam as diretrizes e pedem um novo estudo, o que acaba atrasando o início da obra. (MARANHÃO, 2007, *on-line*).

O mesmo aconteceu com o modelo elétrico criado pelo governo Fernando Henrique Cardoso que foi bastante modificado no governo do atual presidente Lula.

O modelo do governo Fernando Henrique era baseado na criação de um ambiente competitivo nas áreas de geração e distribuição, com a transmissão permanecendo como um monopólio regulado.

A maior parte da energia elétrica deveria ser negociada entre os agentes por meios de contratos bilaterais livremente negociados. A eletricidade necessária para ajustes entre o consumo contratado e o efetivamente realizado e para os serviços auxiliares seria negociada no Mercado Atacadista de Energia (MAE), hoje CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica), que funcionaria como um sistema de liquidação raso e geraria o preço *spot* para a energia elétrica.

O MAE tinha como objetivos o estabelecimento de um preço que refletisse, a cada período de tempo, o custo marginal da energia no sistema, de modo que esse respondesse a alterações de oferta e demanda e sinalizasse a necessidade

de novos investimentos. Esse preço serviria como base para contratos bilaterais de longo prazo destinados a reduzir a volatilidade dos preços.

Ao assumir a presidência, o presidente Lula criou um novo modelo para o setor elétrico, alegando que o anterior não possuía a modicidade tarifária, continuidade e qualidade dos serviços (crise 2001) e incentivos à expansão do serviço.

Assim, no novo modelo, a comercialização da energia passa a ocorrer em dois ambientes distintos: o Ambiente de Contratação Regulada – ACR e o Ambiente de Contratação Livre – ACL. Todos os geradores passam a poder comercializar energia nos dois ambientes e as regras de liquidação e contabilização permanecem essencialmente as mesmas. O despacho permanece centralizado nas mãos do ONS que otimizará o funcionamento do setor com o objetivo de obter o menor custo operacional dadas as restrições do sistema. (SEAE)

Sabendo-se que a geração no Brasil é eminentemente hidráulica e que um mesmo rio pode ser aproveitado em forma de cascata por várias outras usinas, não seria correto que a quantidade de energia a ser gerada ficasse sob a responsabilidade de cada proprietário, pois os riscos seriam muito elevados para aqueles proprietários que estivessem situados mais abaixo do rio.

É pensando em questões como essas que os órgãos reguladores buscam implementar e aprimorar cada vez mais as normas que regulam o setor, na tentativa de levar segurança, busca de incentivos, competitividade e redução dos custos para os investidores.

O que ocorre, na verdade, é que ainda temos muita deficiência de leis e regulamentações, tanto para o setor elétrico quanto para outros setores, como gás, petróleo, etc.

Uma destas deficiências da legislação está associada aos leilões de energia, onde a regulamentação ainda é falha pois permite que o governo, possuidor de informações privilegiadas, participe através de geradoras estatais, do processo de compra e venda de energia, juntamente com empresas privadas. Dessa forma, é evidente a vantagem do governo nesse processo.

A falta de empenho, transparência e punição severa do governo, perante aqueles que não cumprem os acordos fechados com os próprios órgãos reguladores, também afugentam os investidores de uma maneira geral.

Foi o que ocorreu com o Termo de Compromisso – TC assinado entre a Petrobrás e a ANEEL, cujo objetivo era agregar maior disponibilidade de geração para usinas termelétricas, uma vez que 13 usinas, ao serem testadas no final de 2006, não conseguiram despachar energia por falta de gás.

O que se observou através da mídia é que a Petrobras não cumpriu o acordo, causando um déficit de energia que seria disponibilizada aos consumidores e nada mais foi feito pelo governo a não ser a cobrança da penalidade prevista no acordo.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) deverá multar a Petrobras em R\$ 91 milhões pelo não-cumprimento, em julho, do Termo de Compromisso firmado entre a agência e a estatal em maio. No acordo, a empresa estabeleceu um cronograma para o abastecimento de gás para as usinas termelétricas. Procurada pelo G1, a Petrobras informou que não irá comentar o assunto. (PETROBRÁS PODE, 2007, *on-line*)

A falta de regulamentação para as questões ambientais é um dos fatores mais agravantes durante o processo de obtenção da licença ambiental.

A falta de regulamentação de artigos previstos na Constituição Federal é uma das causas dos constantes atrasos ocorridos nos processos de obtenção de licenciamento ambiental. O artigo 23 da Constituição, que trata das competências de licenciamento, e o artigo 231 que trata da interferência sobre áreas indígenas, precisam ser urgentemente regulamentados para acelerar os processos de licenciamento. (CAMARGO, 2007, *on-line*)

O papel das agências regulatórias é de equilibrar o interesse de governos, investidores e consumidores, para tal elas devem agir de forma independente e neutra.

Dentre as componentes que os investidores utilizam para fazer o cálculo do empreendimento, os riscos envolvidos são dos mais diversos (risco país, risco político, risco tributário, risco regulatório), (SALES, 2005).

Levando-se em consideração que a taxa de desconto é o valor dos juros que qualquer instituição financeira usa para atualizar um fluxo de pagamentos, cada 1% de aumento na taxa de desconto acarreta um aumento de 3% no custo da energia, ou seja, quanto maiores forem os riscos, maiores serão seus impactos nos preços de venda da energia, conforme ilustrado na figura 5.3 a seguir.

FIGURA 5.3 – Relação entre Taxa de Desconto x Custo de Energia



(Fonte: SALES, 2005)

Para os projetos de geração de energia envolvendo um grande volume de recursos e um retorno do investimento a longo prazo, a sensibilidade aos vários tipos de risco é muito grande, sendo o regulatório um dos principais riscos a serem analisados na tomada de decisão do investidor.

6 ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DOS CUSTOS DE GERAÇÃO

Um dos fatores mais importantes para os investidores quando da análise de viabilidade para projetos de geração é a questão dos custos envolvidos, tanto no aspecto geração quanto na transmissão da energia.

Durante muitas décadas, o governo vem promovendo mudanças importantes na legislação tarifária. Em 1971, com a implantação da lei 5655 (Aneel), já era possível garantir entre 10% a 12% de retorno sobre o capital investido, devendo esse ganho ser computado nas tarifas dos consumidores (FERREIRA, 2000). Essa lei era o início de muitas medidas tomadas pelo governo para dar sustentabilidade financeira ao setor elétrico que, somada a todo o dinheiro investido, a facilidade de obtenção de recursos junto à Eletrobrás e conquista de empréstimos externos, possibilitou a expansão do setor elétrico no Brasil e o desenvolvimento de bases financeiras sólidas.

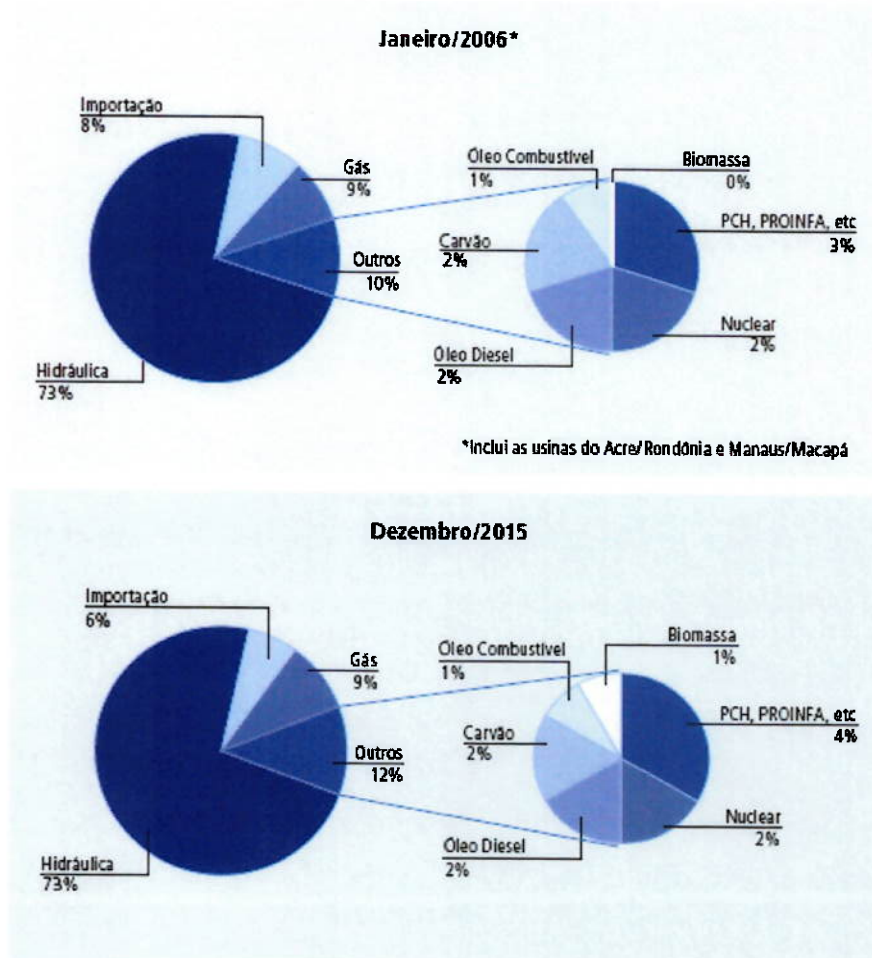
Por outro lado, foi nessa época que enormes diferenças entre o custo de geração e distribuição começaram a pressionar o governo para que novas ações fossem tomadas na tentativa de minimizar essa diferença.

E dessa forma, criaram-se os contratos de suprimentos entre geradores e distribuidores, as licitações para novos empreendimentos, a legislação para definir o Produtor Independente de Energia, a liberação do livre acesso aos sistemas de transmissão e distribuição, juntamente com a liberdade do consumidor em poder escolher de quem comprar energia, dentre muitas outras deliberações feitas pelo governo, sempre buscando a redução dos custos de geração de energia e a maior diversificação da matriz energética brasileira. Nesse sentido, cada tipo de geração possui um custo associado ao seu projeto de geração, conforme descrito a seguir:

6.1 USINAS HIDRELÉTRICAS

Cerca de 70% da capacidade de geração de energia elétrica do sistema brasileiro é composto por usinas hidrelétricas de grande e médio porte, além de pequenas centrais hidrelétricas (NEOENERGIA, 2008). Isso se justifica, uma vez que a fonte hidrelétrica constitui uma das maiores vantagens competitivas do país, por se tratar de um recurso renovável e passível de ser implementada e atendida pelo parque industrial brasileiro com mais de 90% (noventa por cento) de bens e serviços nacionais. Além do que, ao possuir uma das mais exigentes legislações ambientais do mundo, é possível ao Brasil garantir que as hidrelétricas sejam construídas atendendo aos ditames do desenvolvimento sustentável. (MME, Plano Decenal 2007-2016).

GRÁFICO 6.1 – Evolução dos Tipos de Geração de Energia Elétrica



Fonte: Ministério de Minas e Energia - MME

Plano Decenal 2006-2015

De acordo com o Plano Decenal 2006-2015 elaborado pelo Ministério de Minas e Energia - MME, o fato da participação hidráulica no Brasil permanecer com a mesma porcentagem (73%) tanto em 2006 quanto em 2015, conforme mostradas no gráfico 6.1, demonstra a dificuldade de geração de novos empreendimentos, já que os potenciais hidrelétricos estão cada vez mais distantes dos grandes centros de carga, alterando significativamente os custos para os investidores principalmente para os seguintes aspectos:

a) transporte de energia: fator muito importante no projeto de geração, pois quanto maior a distância entre a usina e a rede básica de distribuição, maior o investimento a ser feito.

Além disso, a energia hidrelétrica é em geral, mais barata no que tange ao aspecto operacional. Hoje, porém, os aproveitamentos hidráulicos para grandes e médias usinas localizam-se cada vez mais distantes dos grandes centros, com impactos significativos nos custos de transmissão. (NEOENERGIA, 2008, *on-line*);

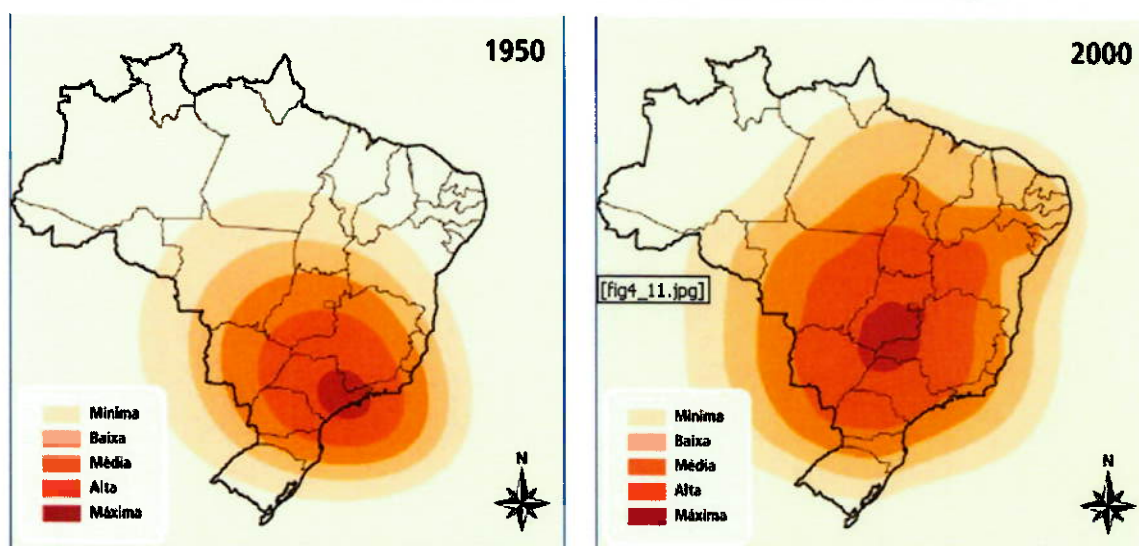
b) licenciamento ambiental: em virtude de não existir um número grande de novos empreendimentos como em décadas passadas, os atualmente viáveis encontram-se na região Amazônica, cuja área possui muitas restrições ambientais. Esse fato é considerado como um dos maiores obstáculos para a expansão da geração de energia elétrica brasileira.

Devido aos impactos sócio-ambientais, as usinas hidrelétricas estão cada vez mais sujeitas às restrições para a obtenção de licenciamento. (NEOENERGIA, 2008, *on-line*);

c) diversidade hidrológica: necessidade de melhorar a exploração da diversidade hidrológica em função da operação coordenada dos reservatórios, gerando menores investimentos no projeto de geração. (GONDIM, 2005).

A figura 6.1 a seguir, mostra o comportamento da migração dos empreendimentos de geração de energia ao longo dos anos. Em 1950, a maioria dos investimentos estava concentrada na região sudeste, mais precisamente em São Paulo e interior. Em 2000, observa-se que os empreendimentos se afastam cada vez mais dos grandes centros de carga.

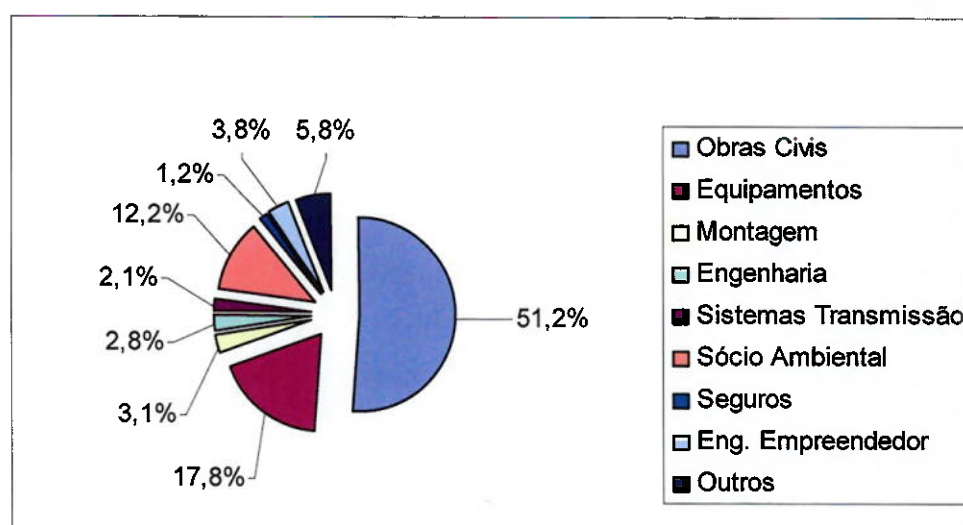
FIGURA 6.1 – Migração dos Empreendimentos de Geração



(Fonte: ANEEL – Atlas de Energia Elétrica do Brasil – Migração)

Uma das principais características da geração hidrelétrica é o prazo de implementação, pois sua duração é de aproximadamente 5 anos, desde o início da obra até a primeira geração de energia. Os custos também têm uma característica em relação as obras civis, representando aproximadamente 50% do custo total da obra (gráfico 6.2), sendo que esse custo varia de projeto a projeto, pois cada central hidrelétrica possui sua própria individualidade (SOUZA, FUCHS e SANTOS, 1983).

GRÁFICO 6.2 – Custos de uma Usina Hidrelétrica de 700MW



Fonte: Elaboração própria com base em investimentos reais, ocorridos em empreendimentos

O custo de implantação desse tipo de empreendimento varia entre 2.500 R\$/kW (usinas com capacidade acima de 500MW) e 5.000 R\$/kW (PCHs), sendo geralmente financiados, com uma parcela relevante de capital de terceiros a longo prazo, de forma que o serviço da dívida possa ser pago com a geração de caixa do próprio empreendimento. Os altos volumes de investimento inicial, entretanto, são compensados por altas margens EBITDA, alcançadas com o baixo custo de O&M e a necessidade de remuneração do capital investido inicialmente (NEOENERGIA, 2008).

Analisando a parcela ambiental dos investimentos em hidrelétricas de duas usinas com capacidades diferentes e construídas em submercados também diferentes, observa-se que a parcela socioambiental de ambas não teve mudanças, permanecendo com valores em 12% sobre o total investido, mesmo levando-se em consideração que elas entraram em operação em épocas diferentes (2005 e 2006, respectivamente). O grande diferencial observado está nos custos envolvendo as obras civis que foram menores na usina de menor capacidade. Os detalhes podem ser observados nos gráficos 6.3 e 6.4 a seguir:

GRÁFICO 6.3 – Investimentos por Segmentação

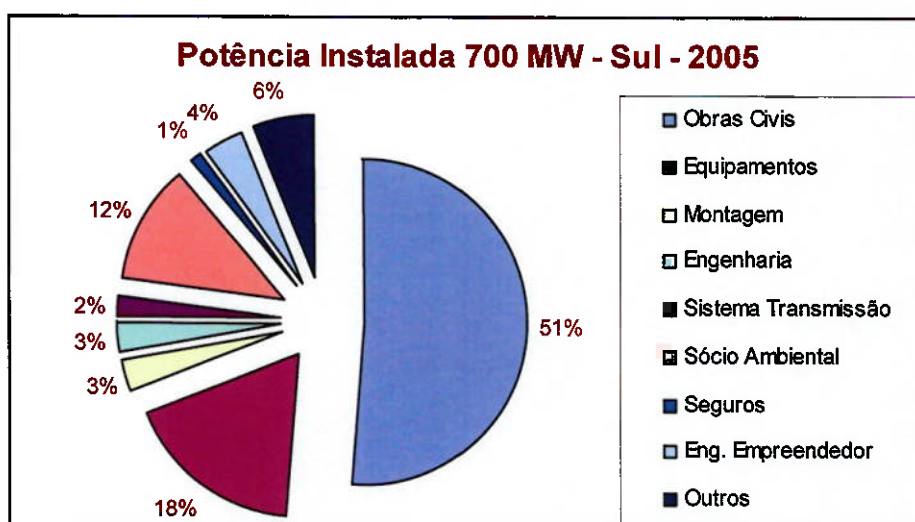
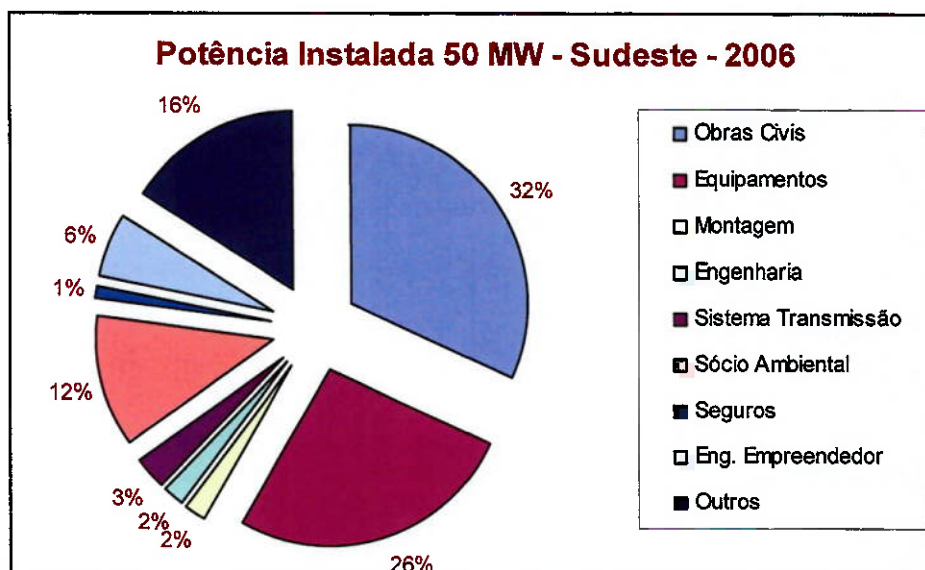


GRÁFICO 6.4 – Investimentos por Segmentação



Fonte: Elaboração própria com base em investimentos reais ocorridos em empreendimentos

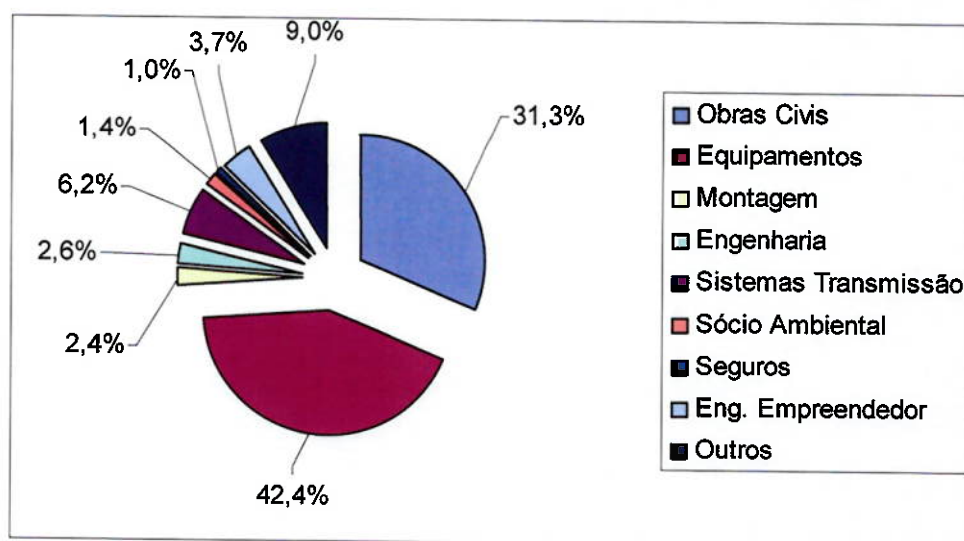
A parcela ambiental nesse tipo de empreendimento é composta por diversos itens: assoreamento, agricultura e outras atividades do setor primário, doenças (local), fauna e flora, florestas, gases do efeito estufa, distúrbio social, recreação, recursos culturais, recursos minerais e plantas medicinais.

Um pouco diferente do caso real apresentado anteriormente, de acordo com o padrão da Eletrobrás, os custos socioambientais representam uma parcela no investimento total da ordem de 15% a 19%. (Relatório No. 40995-BR - Licenciamento Ambiental de Empreendimentos Hidrelétricos no Brasil: Uma Contribuição para o Debate).

6.2 PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

A PCH (pequena central hidrelétrica) segue as mesmas características descritas para as Usinas Hidrelétricas, sendo que o seu diferencial está no custo do investimento para a sua construção, onde este é mais elevado, 5.000 R\$/KW. (NEOENERGIA, 2008). Em contra partida o custo de operação e manutenção são mais reduzidos.

GRÁFICO 6.5 – Custos de uma Pequena Central Hidrelétrica



Fonte: Elaboração própria com base em investimentos reais, ocorridos em empreendimentos

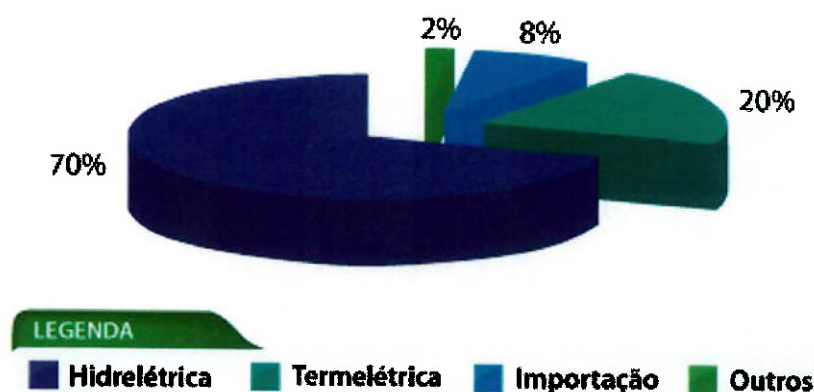
Em relação aos custos ambientais, esses são reduzidos, na ordem de 1,4% do total investido, pois não existe a criação de lago para formação de um reservatório, fato esse que gera uma economia na aquisição de terras, no manejo da fauna e flora, bem como uma redução na parcela ambiental.

Em virtude do prazo de construção ser reduzido, se comparado com as usinas hidrelétricas de médio e grande porte, a sua conexão junto ao sistema interligado torna-se mais rápida, fazendo com que haja um aumento do rendimento e melhora no desempenho do sistema. (REIS, 2003)

6.2 USINAS TERMELÉTRICAS

Com 20% da capacidade de geração de energia elétrica no sistema brasileiro (gráfico 6.6), esse tipo de empreendimento exige um investimento inicial menor do que uma usina hidrelétrica, cerca de 1.500 R\$/kW nas usinas de ciclo combinado e 1.700 R\$/kW nas usinas de ciclo simples, porém a sua margem EBITDA também tende a ser menor quando comparada a uma hidrelétrica em função dos elevados custos de O&M e gastos com a compra de combustível.

GRÁFICO 6.6 – Participação das Energias utilizadas no Brasil

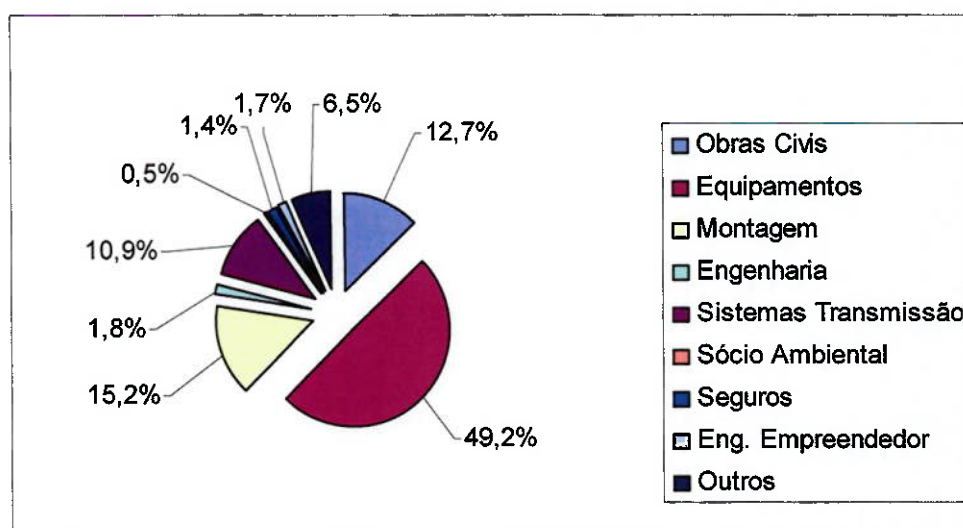


Fonte: NEOENERGIA, 2008

Atualmente, a geração termelétrica no Brasil, é essencial para diminuir a dependência das hidrelétricas e reduzir o risco de racionamento em caso da diminuição dos volumes de água nos reservatórios das usinas hidrelétricas. Outra vantagem das termelétricas é que elas podem ser instaladas perto dos centros de grande consumo, reduzindo assim as perdas de transmissão e melhorando a qualidade a energia fornecida (tensão e frequência). (NEOENERGIA, 2008).

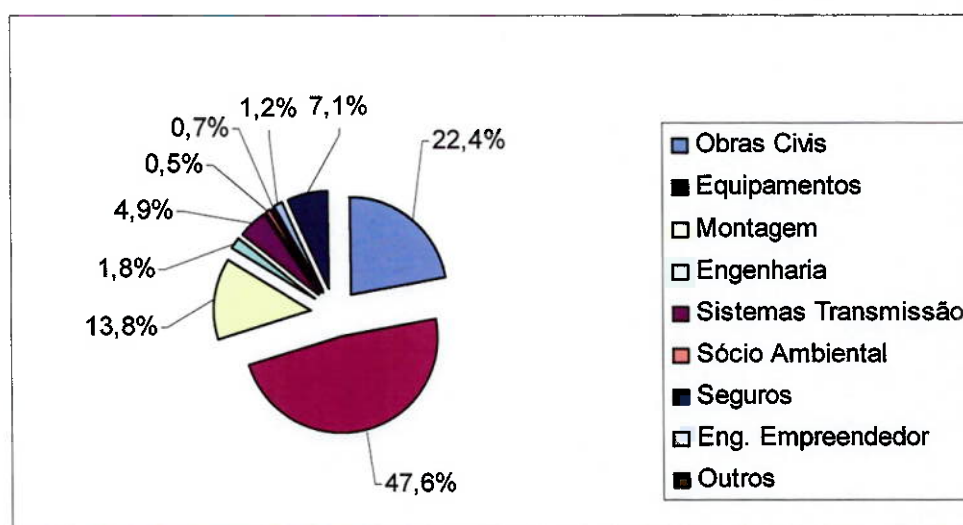
Nesse tipo de geração, a parcela ambiental é muito pequena, na ordem de 0,5% do custo total da usina, ao contrário da parcela equipamentos que ocasionam custos na ordem de 50% do total do investimento, conforme demonstrado em dois exemplos de usinas termelétricas através dos gráficos 6.7 e 6.8 a seguir.

GRÁFICO 6.7 – Custos de Usina de Biomassa



Fonte: Elaboração própria com base em investimentos reais ocorridos em empreendimentos

GRÁFICO 6.8 – Custos de Usina a Carvão

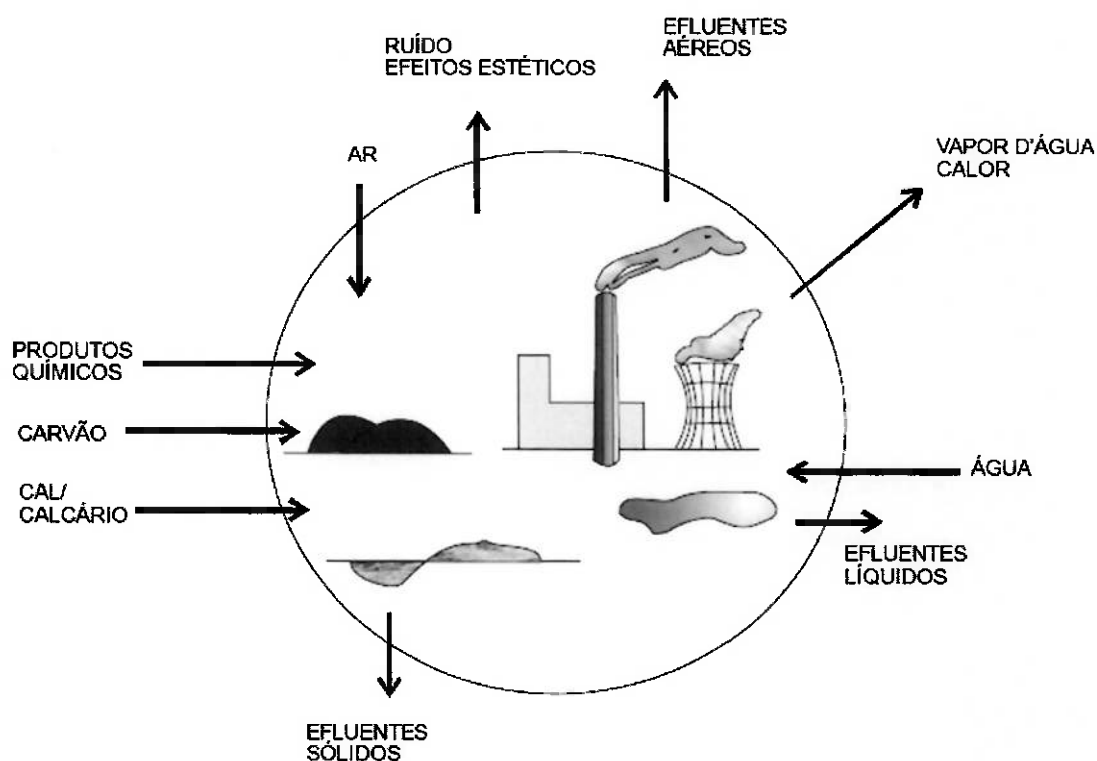


Fonte: Elaboração própria com base em investimentos reais ocorridos em empreendimentos

O alto investimento em equipamentos é fundamental e necessário para minimizar os problemas causados ao meio ambiente que são muito maiores do que os gerados pelas usinas hidrelétricas ou pequenas centrais hidrelétricas. A geração termelétrica é responsável por vários fatores negativos, como, por exemplo: chuva ácida, gases do efeito estufa, poluição do ar através de resíduos

expelidos pelo processo, doenças de pele e pulmonares, contaminação da fauna e flora, etc, conforme exemplificado na figura 6.2 a seguir:

FIGURA 6.2 - Fatores Afetados pela Geração Termelétrica



(Fonte: ROSA e SCHECHTMAN, 1996)

6.3 USINAS EÓLICAS

No Brasil, essa fonte de energia tem sido impulsionada pelo Governo Federal através do Proinfa – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia, como forma de diversificar a matriz energética brasileira.

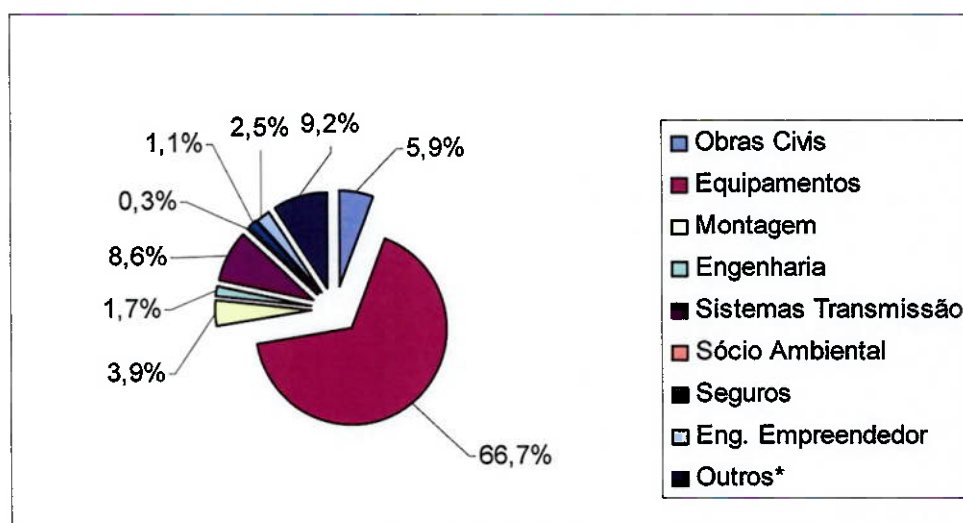
O objetivo principal desse programa é financiar, com suporte do BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Nacional, projetos de geração de energias a partir do vento, pequenas centrais hidrelétricas, bagaço de cana, casca de arroz, cavaco de madeira e biogás de aterro sanitário. A linha de crédito prevê financiamento de até 70% do investimento. (BERMANN, 2007).

Encontram-se em operação no Brasil parques eólicos em estados do Nordeste, Sudeste e Sul, com capacidade instalada de geração total de 247MW,

o que representa 0,23% da capacidade de geração nacional. Todavia, devido aos custos cada vez mais competitivos e aos incentivos do Governo Federal, essa fonte de energia renovável deverá apresentar um crescimento significativo durante os próximos anos. (NEOENERGIA, 2008).

O principal investimento a ser feito nesse tipo de geração é em equipamentos que, muitas vezes, são maiores do que os realizados nas usinas termelétricas, conforme descrito no gráfico 6.9 a seguir.

GRÁFICO 6.9 – Custos de Usina Eólica



Fonte: Elaboração própria com base em investimentos reais, ocorridos em empreendimentos

A parcela socioambiental é muito pequena, em torno de 0,3% do custo total do investimento, não sendo representativo para esse tipo de geração.

6.4 USINAS NUCLEARES

Em função da complexidade tecnológica e dos riscos associados ao resíduo produzido pelo processo, que necessita ser tratado e confinado adequadamente, apenas 1,85% da capacidade instalada no Brasil é procedente de usinas nucleares. As duas usinas nucleares em operação no Brasil localizam-se em Angra dos Reis (RJ). (NEOENERGIA, 2008).

Dentre os países no mundo que utilizam a geração de energia através de usinas nucleares, os Estados Unidos têm o maior número de usinas em operação, 104 no total, com uma capacidade instalada de 100.582 MW. O Brasil está em 23º lugar, com uma geração de 2007 MW, conforme demonstrado na tabela 6.1.

TABELA 6.1 – Capacidade de Geração de Usina Nuclear

	Pais	Unidades	MW
1ª	Estados Unidos	104	100.582
2ª	França	59	63.260
3ª	Japão	55	47.587
4ª	Rússia	31	21.743
5ª	Alemanha	17	20.470
6ª	Coreia	20	17.451
7ª	Ucrânia	15	13.107
8ª	Canadá	18	12.621
9ª	Reino Unido	19	10.222
10ª	Suécia	10	9.014
23ª	Brasil	2	2.007
	Total	439	372.100

(Fonte: ANEEL – Atlas de Energia Elétrica do Brasil, 2006)

Um item importante para a composição do custo das usinas nucleares está no combustível a ser utilizado na geração de energia nuclear. De todos os recursos de urânio convencionais conhecidos no mundo, 77% desse total estão concentrados em 7 países, dentre eles, o Brasil que ocupa a 6ª posição com recursos de urânio equivalentes a 6,7%, conforme mostrados na tabela 6.2

TABELA 6.2 – Reservas mundiais de urânio



(Fonte: Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2006)

O Brasil apresenta uma vantagem competitiva em relação aos outros países, pois possui a metade de sua reserva de urânio com custo abaixo dos US\$ 80/kg de urânio, conforme demonstrado na tabela 6.3.

TABELA 6.3 – Reservas e custos do urânio no Brasil

Depósito-Jazida	Medidas e Indicadas			Inferidas	TOTAL
	< 40 US\$/kg U	< 80US\$/kg U	Sub-Total	< 80US\$/kg U	< 80US\$/kg U
Caldas (MG)		500	500	4.000	4.500
Lagoa Real/Caetité (BA)	24.200	69.800	94.000	6.770	100.770
Itaíba/Santa Quitéria (CE)	42.000	41.000	83.000	59.500	142.500
Outras				61.600	61.600
TOTAL	66.200	111.300	177.500	131.870	309.370

(Fonte: Empresa de Pesquisa Energética - EPE, 2006)

6.6 COMPARATIVO DOS CUSTOS DE GERAÇÃO

Na tabela 6.4, é mostrada a competitividade das formas de geração no aspecto do custo do investimento em US\$/kW instalado e o seu custo variável unitário R\$/MWh, sendo que o menor custo de investimento está relacionado às térmicas a gás natural, diesel e óleo combustível, que tem seu prazo de

construção de no máximo dois anos. Nessa tabela, também, observa-se que o menor custo operacional variável unitário está na geração hídrica.

TABELA 6.4 – Relação entre Custo Variável e o Custo de Investimento

Fator	Unidade	Hídrica	Biomassa	Carvão Nac.	Nuclear	Carvão Import.	Gás Natural	Eólica	Óleo Comb.	Diesel
Custo Variável Unitário	R\$/MWh	1,5	14,7	37,5	25,2	54,3	108,6	4,5	300,0	500,0
Custo de Investimento	US\$/kW	1.250,0	1.100,0	1.500,0	2.000,0	1.500,0	900,0	1.500,0	800,0	600,0
Tarifa de Equilíbrio	R\$/MWh	116,4	121,1	133,3	151,6	152,4	175,0	232,0	382,9	602,2

(Fonte: ZIMMERMANN, 2007)

Para os investidores de geração, o preço de venda da energia está diretamente ligado ao custo do investimento realizado (projeto, obra civil e equipamentos) e ao custo variável (água, biomassa e combustível fóssil), tornando-se obrigatória uma análise minuciosa para cada tipo de empreendimento a ser construído.

No Brasil, as gerações com maior capacidade de energia são sempre as hidráulicas, normalmente relacionadas a obras que necessitam de grandes barragens e máquinas, levando aproximadamente de 5 a 7 anos para serem finalizadas. Já as usinas térmicas dependem muito mais da fabricação dos equipamentos do que das obras civis e montagens eletromecânicas, tendo, assim, um prazo mais reduzido de aproximadamente 2 a 3 anos para o início da geração.

Embora Zimmermann não cite o retorno do investimento, verifica-se na tabela 6.4 que a tarifa de equilíbrio é o valor que tornaria economicamente viável os diversos tipos de geração, se utilizados os parâmetros definidos por ele para o custo variável e o custo de investimento.

De maneira geral, pode-se concluir, de acordo com a tabela 6.4 de Zimmermann, que os projetos que necessitam de um maior investimento têm o menor custo variável (hídrica, biomassa, carvão nacional, nuclear, carvão

importado e eólica), já os que têm o menor custo de investimento possuem o maior custo do combustível (gás natural, óleo combustível e diesel).

7 UMA VISÃO INTEGRADA: RISCOS DOS INVESTIDORES x CUSTOS ENVOLVIDOS

Nas décadas de 1960 e 1970, ocorreram grandes investimentos no setor de geração de energia elétrica, para suportar o crescimento econômico brasileiro, mas sem uma legislação abrangente e clara.

A partir de 1970, as regras ambientais para os projetos de geração começaram a ser elaboradas e implantadas, apontando as ações para minimizar os problemas causados ao meio ambiente.

A criação da Lei nº 6.938 de 31, de agosto de 1981, que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente constituindo o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA e instituiu o Cadastro de Defesa Ambiental, contribuiu para que houvesse um aumento nos custos relacionados aos projetos de geração, uma vez que essa lei passou a estabelecer regras obrigatórias objetivando a preservação, melhoria e recuperação das qualidades ambientais, fundamentais à vida. Além disso, tais regras serviriam para que o país pudesse ter um melhor desenvolvimento socioeconômico, que os interesses da segurança nacional fossem mais respeitados e que houvesse a proteção da dignidade da vida humana.

Com a promulgação da constituição de 1988, o risco para os investidores tornou-se muito maior, já que essa reforma no judiciário passou a permitir que cada cidadão pudesse mover uma ação cível pública solicitando a garantia dos direitos da sociedade, ou seja, criou-se uma prerrogativa para que qualquer promotor da justiça federal ou estadual tivesse a liberdade de abrir um inquérito em defesa do que ele próprio venha a chamar de interesse da comunidade ou interesse da coletividade.

Ao contrário das ações comuns, em que o perdedor assume as custas do processo e dessa forma dificulta a abertura de inquéritos por parte daqueles que possuem má-fé, as ações cíveis públicas partem do princípio de que, ao final do processo, cada um dos envolvidos assume a sua responsabilidade e seus prejuízos, não sendo repassado nenhum custo àquele que perdeu a causa. Isso acaba por afugentar os investidores já que uma obra, pelo motivo descrito, pode ser paralisada a qualquer momento, permanecendo assim por vários anos,

provocando enormes prejuízos e, ao final, mesmo que o investidor venha a ganhar a causa processual, terá que assumir todos os prejuízos sem ter condições de recuperá-los ou repassá-los a quem de direito.

Apesar desse problema e das incertezas regulatórias dentro do setor, o capital para expansão da geração na Brasil é um dos mais bem regulados. O sistema elétrico brasileiro permite uma previsibilidade a longo prazo, fornecendo garantias aos investidores através de contratos de quinze, vinte e trinta anos. Além disso, construir uma usina de geração de energia, hoje em dia, possui um grande atrativo pelo fato do produto final gerado ter sua venda garantida por muitos anos e sempre crescente.

A criação do Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro, ocorrida entre 1996 e 1998, teve como base a desestatização do setor, gerando uma profunda renovação do modelo institucional vigente na ocasião. Teve início também na época a criação dos órgãos reguladores cujo objetivo seria criar as novas regras para o setor energético, dando sustentabilidade ao seu novo modelo, além de atuar como regulador e fiscalizador das licitações, das distribuidoras e dos consumidores.

A tabela 7.1 a seguir resume as principais mudanças ocorridas no setor elétrico brasileiro desde o modelo antigo do setor (antes de 1995), passando pela fase do surgimento do mercado livre (entre 1995 e 2003), chegando ao novo modelo (após 2004). Nessa tabela, é possível comparar em cada fase o tipo de investimento realizado, a estrutura das empresas participantes, a formação e o comportamento dos preços, as áreas de planejamento envolvidas, os mecanismos de compensação e liquidação de sobras do balanço energético, dentre outras.

TABELA 7.1 – Resumo das Mudanças no Setor Elétrico Brasileiro

Modelo Antigo (até 1995)	Modelo de Livre Mercado (1995 a 2003)	Novo Modelo (2004)
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 Estatais	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 (MCSO) para as Distribuidoras.

(Fonte: Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE)

O novo modelo do setor elétrico culminou com a criação de uma nova instituição denominada EPE – Empresa de Pesquisa Energética, que ficou responsável por realizar estudos e pesquisas para subsidiar o planejamento do setor energético. Como resultado desse trabalho, anualmente, a EPE e o Ministério de Minas e Energia divulgam o plano de expansão do mercado brasileiro de energia e os métodos a serem obedecidos na geração, distribuição e comercialização de energia para garantir a modicidade tarifária, o abastecimento de energia e a entrada cada vez maior de investimentos no setor. (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2006e).

Apesar de um posicionamento polêmico em determinadas divulgações que são feitas pela EPE, de certa maneira, os interesses dos investidores são mantidos e garantidos através de normatização do setor, tornando o mercado energético brasileiro mais seguro e com credibilidade, contribuindo, assim, para que haja uma maior permanência dos investidores no Brasil.

Com a criação do novo modelo energético no Brasil, os leilões foram implementados, visando, basicamente, atender o mercado regulado de energia (mercado cativo), no qual cada bloco de energia vendido por uma geradora, com seu respectivo preço de venda, é disponibilizado no "pool". Ao final do leilão, toda a energia comprada pelo governo é rateada para cada distribuidora, proporcionalmente à sua necessidade declarada.

Esse sistema de leilão de energia teve várias falhas em seu início, obrigando o governo a fazer várias adaptações para minimizar a fuga dos grandes investidores no processo, já que, até então, o governo determinava a venda da energia através de um preço teto (máximo) que, na verdade, era inferior ao preço de custo das geradoras.

As regras do leilão, além de falhas, foram instáveis: sofreram alterações dois dias antes de sua realização. Além de instáveis, sem transparência: como o leiloeiro (Governo) tem o direito de eliminar demanda durante o leilão (frise-se aqui o "durante"), na prática o preço pode ser ajustado ao nível desejado. Menor demanda com a mesma oferta gera o acirramento artificial da competição no lado da oferta e, logicamente, os preços caem, porém com o efeito de viabilizar uma menor quantidade de energia, atendendo a um número menor de consumidores. Isso não é leilão. (SALES, 2006, *on-line*)

A participação de investidores nos leilões, por si só, já gera custos muito elevados, uma vez que existe a necessidade de aportar garantias, envolver profissionais de várias áreas como jurídico, financeiro, engenharia, etc., para analisar e participar desses leilões. Dessa forma, objetivando a redução dos riscos envolvidos no processo de leilão, o mercado pressionou o governo para que houvesse uma maior transparência e isonomia competitiva em suas ações, além de uma melhora na comunicação e divulgação das documentações.

Poderíamos começar com total transparência na comunicação dos resultados do leilão. Reconhecer erros e a necessidade de ajustes é uma postura que denota maturidade dos administradores públicos.

Também é importante insistir num risco comentado por todos discretamente, mas que alguém um dia terá que enfrentar de forma mais direta: é possível haver isonomia competitiva quando o definidor das regras do leilão é um dos conselheiros de uma das empresas estatais que competiram nos leilões? (SALES, 2006, *on-line*).

Apesar de inúmeras mudanças realizadas pelo governo, na tentativa de atender as solicitações das empresas envolvidas, ainda há de se fazer muito mais.

Atualmente, o governo fornece a concessão do empreendimento juntamente com o contrato de venda da energia para um período de 30 anos, ou seja, é disponibilizado para os investidores o projeto básico do empreendimento, o EIA/RIMA e a licença prévia (LP), onde são feitas as análises técnicas e financeiras, alinhadas às estratégias da empresa, verificando a tarifa mínima de energia necessária para que o empreendimento possa disputar o leilão, preservando com isso, a saúde financeira do projeto.

Como mencionado anteriormente, as documentações disponibilizadas aos participantes do leilão contêm uma certa incerteza ou são passíveis de mudança, fazendo com que o investidor tenha que incluir uma margem de risco nos custos dos pontos que possuem maior incerteza, resultando em um aumento da tarifa de energia final.

Assim, os investidores motivados pelos elevados custos de aporte de garantia exigidos para a sua participação nos leilões, incertezas e indefinições presentes durante o processo de análise de viabilidade do projeto acabam por desistir do projeto, ficando na espera da disponibilização de novas fontes de energia.

Com base em uma análise desenvolvida pelo BNDES, tomando-se como base os projetos de geração de energia elétrica (hidrelétrica e térmica), os níveis de riscos que os investidores estão sujeitos a passar durante a construção de um empreendimento de geração de energia foram tabulados e demonstrados na tabela 7.2 a seguir:

TABELA 7.2 – RISCOS ENVOLVIDOS EM PROJETOS DE GERAÇÃO

RISCOS	UHE	UTE
Político	Baixo	Medio
Regulatório	Medio	Elevado
Implantação	Baixo	Baixo
Tecnológico	Baixo	Medio
Ambiental	Medio	Baixo
Financeiro	Medio	Medio

(Fonte: Revista do BNDES, Dez/2006)

Ao se fazer a análise dos projetos de geração de energia, levando-se em consideração os tipos de combustíveis utilizados (renováveis e não renováveis), é possível obter-se os principais aspectos positivos e negativos que envolvem cada um dos empreendimentos a serem construídos.

Dentre os combustíveis fósseis, o carvão, apesar de ser considerado um dos mais poluentes para o meio ambiente, é um dos combustíveis mais abundantes na natureza e, por consequência, passa a ter uma participação cada vez maior na matriz energética mundial e brasileira.

Uma das grandes vantagens do Brasil está na abundância de fontes renováveis, cujos pontos positivos e negativos são resumidos na tabela 7.3 a seguir:

TABELA 7.3 – Análise das Principais Fontes da Matriz Energética

Combustível	Aspectos positivos	Aspectos negativos
Carvão	✓ Abundante, economicamente acessível, uso seguro ✓ Fácil de transportar e de armazenar ✓ Amplamente distribuído	✓ Alta emissão de gases de efeito estufa ✓ Necessita portentosos investimentos para desenvolvimento de tecnologias que reduzam as emissões de gases de efeito estufa (GEE) a níveis aceitáveis ✓ Extração perigosa
Petróleo	✓ Conveniente ✓ Alta densidade energética ✓ Fácil de transportar e de armazenar ✓ Co-evolução da fonte energética com os equipamentos para seu uso	✓ Fortemente poluidor da atmosfera ✓ Preços voláteis ✓ Concentração geográfica das jazidas ✓ Produto cartelizado e mercado manipulável ✓ Vulnerabilidade de interrupção de oferta e instabilidade geopolítica ✓ Riscos de transporte e armazenamento ✓ Reservas em esgotamento
Gás Natural	✓ Eficiente e conveniente ✓ Combustível multiuso ✓ Alta densidade energética	✓ Produto emissor de gases de efeito estufa ✓ Transporte e armazenamento caro e arriscado ✓ Requer infra-estrutura cara, própria e inflexível ✓ Volatilidade de preços ✓ Jazidas concentradas geograficamente ✓ Produto cartelizado e mercado manipulável
Energia Nuclear	✓ Não há emissões de gases de efeito estufa ✓ Poucas limitações de recursos ✓ Alta densidade energética	✓ Baixa aceitação da sociedade ✓ Sem solução para eliminação dos resíduos ✓ Operação arriscada e perigosa ✓ Muito intensivo em capital
Energia Renovável	✓ Baixas emissões de gases de efeito estufa ✓ Sustentabilidade	✓ Custos altos ✓ Fontes intermitentes ✓ Distribuição desigual ✓ Estágio tecnológico inferior às demais fontes em uso

(Fonte: BIODIESEL, 2008)

8 ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAR OS RISCOS DOS INVESTIDORES

Com base nas informações descritas nesta monografia em relação aos tipos de geração de energia elétrica, suas vantagens e desvantagens, as regulamentações do mercado atual de energia elétrica e os riscos que envolvem a tomada de decisão por parte dos investidores na escolha do tipo de geração a desenvolver, serão elencadas, a seguir, alternativas factíveis para beneficiar não só aos investidores, como também a toda sociedade que busca sustentabilidade no desenvolvimento econômico-financeiro do Brasil através de um maior parque de geração de energia.

8.1 – LIVRE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA PARA OS MERCADOS CATIVO E LIVRE

Baseado no fato de que grandes geradores colocam em dúvida a sua participação nos leilões de energia, em virtude do governo determinar previamente o valor do MWh máximo a ser comercializado e a obrigatoriedade da venda de 70% da energia a ser gerada para o mercado cativo, ficando os outros 30% para a livre comercialização no mercado livre de energia, conclui-se que a limitação desses percentuais de comercialização não deveria ser fixada.

Na verdade, quando o governo determina em um leilão de energia o valor de venda para o mercado cativo, o investidor, para viabilizar a construção da usina e o retorno dos investimentos realizados, acaba por repassar todos os custos e riscos para a tarifa da energia do mercado livre, onde estão, hoje em dia, os grandes consumidores industriais como siderúrgicas, mineradoras, montadoras de veículos, fabricantes de papeis, eletrointensivos, etc., acarretando um aumento significativo no preço do MWh.

Vai haver um subsídio cruzado. O mercado livre vai ter que subsidiar o cativo (MENEL, 2007, *on-line*).

Com exceção dos grandes empreendimentos, como Jirau (3300MW), Santo Antonio (3150MW), onde torna-se possível a recuperação do investimento realizado em função do grande volume de energia a ser comercializada, nos últimos leilões ocorridos, pudemos observar que todo o atendimento da demanda projetada deu-se, predominantemente, através de energia a ser gerada por empreendimentos térmicos, mais precisamente, por térmicas a óleo combustível, gás natural e carvão, o que comprova o afastamento dos investidores em grandes projetos hidrelétricos devido à política determinada pelo governo na venda da energia, além de problemas ambientais existentes e já mencionados anteriormente.

É para eliminar a estratégia de compensar o deságio dado ao mercado cativo através do aumento muito alto no preço do mercado livre é que a quantidade de energia comercializada nos leilões deveria ser disponibilizada, em condições de igualdade entre os consumidores livres e cativos, mantendo assim o equilíbrio entre a oferta e a demanda.

O fato de não existirem quantidades máximas para venda pré-fixada pelo governo vai ao encontro dos desejos dos investidores, pois esses disponibilizariam a sua energia gerada para o mercado com melhor atratividade, garantindo o retorno dos investimentos mais rápidos. No mesmo sentido, a concorrência seria estimulada entre os dois mercados (cativo e livre), beneficiando os consumidores de todas as classes de consumo, já que os preços tenderiam a ficar sempre no menor patamar de preço.

8.2 ADEQUAÇÃO DOS PRAZOS PARA ANÁLISE DOS PROJETOS DISPONIBILIZADOS PELO GOVERNO E ANTECIPAÇÃO DA LICENÇA DE INSTALAÇÃO (LI):

Atualmente, as empresas contratadas pelo governo dispõem de muito tempo para fazer os estudos prévios de viabilidade para a construção de um projeto de grande porte de geração de energia. É nessa etapa inicial que o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)

são elaborados, tendo como objetivo final a aprovação e emissão da Licença Prévia (LP) e, conseqüentemente, a liberação do projeto para sua entrada nos leilões de energia realizados pelo governo.

Esse é o primeiro ponto que merece destaque, já que uma das principais reclamações dos investidores é de não possuírem tempo suficiente para analisar todos os fatores que estão envolvidos no projeto, ou seja, o tempo entre a liberação do Edital de Leilão e a data que será realizado o leilão é muito pequena.

Como sugestão, seria de fundamental importância que esses prazos fossem aumentados, levando-se em consideração o tamanho do empreendimento a ser construído, a quantidade de energia a ser gerada, a abrangência dos impactos que seriam causados à comunidade e outros fatores mencionados nos relatórios disponibilizados no edital do leilão.

Essa mudança, sem dúvida alguma, daria aos investidores, uma maior segurança em relação à sua participação no leilão de energia, uma vez que haveria tempo hábil para uma análise mais detalhada do projeto, envolvendo não só as questões financeiras, como também aspectos socioambientais relacionados ao empreendimento. Conseqüentemente, haveria uma maior participação de empresas nos leilões promovidos pelo governo.

Seguindo o raciocínio, no processo de obtenção das licenças para a construção de uma usina geradora de energia, a empresa vencedora do leilão inicia seus trabalhos tendo por objetivo a apresentação do Projeto Básico Ambiental – PBA, que contará com um conjunto de programas a serem implantados para atender as recomendações emitidas no EIA/RIMA e as exigências e condicionantes fixadas pelo Órgão Ambiental Regulador.

É no PBA que será definido pelo investidor a tecnologia e o dimensionamento dos equipamentos a serem utilizados para o controle da poluição, métodos de monitoramento ambiental e demais fatores relacionados aos programas socioambientais dos empreendimentos.

Como o trajeto desde a aprovação da LP até a aprovação da LI é muito longo, muitos órgãos do governo, entidades não governamentais, promotores públicos, etc., costumam exigir medidas compensatórias significativas, chegando, em muitos casos, a alterar a tecnologia já definida pelo investidor e vinculando a aprovação da LI somente após o total atendimento das exigências comunicadas.

Essas alterações estão relacionadas, por exemplo, com a instalação de equipamentos para a retirada do enxofre do ar produzidos por uma usina a carvão, ou monitorar toda a comunidade que será desapropriada, criar novas condições de vida para os animais e pássaros que vivem ao redor da área a ser afetada pela construção da usina e muitos outros.

Dependendo das medidas compensatórias exigidas para a emissão da LI, poderá haver um desequilíbrio financeiro muito forte, chegando a inviabilizar o desenvolvimento do empreendimento, como foi o caso ocorrido com a Usina Hidrelétrica de Santa Isabel, cujas medidas compensatórias foram tão significativas que o investidor, conforme permitido em contrato, preferiu realizar o pagamento da multa e desistir do projeto.

Para minimizar os riscos causados aos investidores em decorrência das exigências impostas pelo governo, concluímos que durante o processo de aprovação da LP, a EPE e o Ministério do Meio Ambiente deveriam estreitar suas relações, objetivando a elaboração de um Documento Básico de Instalação (DBI), no qual constaria a definição dos aspectos tecnológicos que devem ser seguidos pela empresa vencedora, o dimensionamento dos equipamentos, marcas potências, com suas respectivas finalidades, as medidas ambientais compensatórias a serem implantadas na construção da usina e todos os detalhes básicos que a empresa vencedora do leilão deverá seguir.

Este DBI seria liberado juntamente com o Edital do Leilão e com a Licença Prévia para todos os participantes do leilão de energia.

Além disso, e por saber que a empresa vencedora estaria concordando automaticamente com todas as exigências descritas no DBI, a empresa vencedora receberia juntamente com a licença prévia (LP), a licença de instalação (LI), cada uma com as suas respectivas características e objetivos.

Seriam muitos os benefícios gerados, caso essa alteração de procedimento fosse realizada. Sendo eles:

- os investidores passariam a ter uma visão clara e objetiva dos equipamentos que seriam utilizados no empreendimento;
- os custos do projeto seriam melhores quantificados e de fácil análise;
- a inclusão de novas medidas compensatórias durante a construção da usina seria mais restrita, uma vez que a empresa vencedora aceitou as condições

determinadas no Edital do Leilão, DBI e demais documentos anexados ao processo;

- melhor definição dos riscos envolvidos em cada etapa do projeto;
- maior precisão na determinação do custo total do projeto e seu reflexo na tarifa do consumidor;

Em resumo, as duas sugestões estariam interligadas entre si da seguinte maneira:

O Edital do Leilão seria divulgado a todos os interessados juntamente com a emissão da Licença Prévia (LP) do empreendimento e do Documento Básico de Instalação – DBI devidamente detalhado pela EPE e Ministério do Meio Ambiente. As empresas interessadas em participar do leilão de energia teriam um prazo maior para analisar toda a documentação disponibilizada e decidir com maior segurança pela sua participação no leilão. A empresa vencedora do leilão estaria, automaticamente, obrigada a implantar todos os requisitos descritos nos documentos recebidos, recebendo em troca a aprovação da Licença de Instalação.

8.3 A INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO CAMBIAL NOS PROJETOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Um fator muito discutido entre os investidores é a influência que a variação cambial exerce sobre os equipamentos adquiridos durante a construção de uma usina de geração de energia que, por sua vez, refletem diretamente nos custos da energia gerada.

Tomando-se como exemplo um projeto de geração de energia através de usinas termelétricas, em que o prazo estimado de implementação gira em torno de 30 meses, e sabendo-se que do custo total do projeto termelétrico aproximadamente 60% a 70% estão voltados aos equipamentos importados, cujos preços foram negociados em dólar e a receita prevista será em real, pode-se imaginar a enorme insegurança existente caso haja uma desvalorização repentina da moeda nacional.

Esse fato gera uma grande incerteza, pois o investidor planeja todo o seu orçamento na moeda na qual será calculada a tarifa, ou seja, em reais (R\$), convertendo todos os equipamentos importados do dólar para o real. Como o tempo entre a aquisição dos equipamentos e a efetiva entrega dos mesmos é muito longo e, na maioria das vezes, o maior desembolso é feito na entrega do equipamento, o risco de haver uma variação cambial nesse período é muito grande. Sendo ela positiva e, dependendo do montante negociado, o resultado pode ser a não remuneração do capital investido.

Essas variações cambiais tornaram-se mais frequentes e com um maior índice de oscilação devido à globalização mundial, fazendo com que o surgimento de uma crise, em um determinado país, seja sentida de imediato nos demais países, afetando diretamente a taxa do dólar. Quanto maior o prazo para a construção da usina e, por consequência, maior o prazo negociado para o pagamento dos ativos, maior serão os riscos de ocorrência de variação cambial e maior será a fuga dos investidores dos grandes investimentos.

Uma solução que, com certeza, minimizaria esse problema seria o governo autorizar o repasse cambial, tanto negativo quanto positivo, para o preço da tarifa, mostrando aos consumidores a transparência no método de cálculo da energia.

Quando houvesse uma variação positiva acarretando um prejuízo aos investidores, uma segunda alternativa seria o governo financiar parte ou o total da diferença cambial surgida, através do BNDES, tendo os investidores o comprometimento do pagamento integral do valor financiado 3 anos após a entrada da usina em operação.

Dessa forma, os riscos cambiais seriam minimizados, garantindo uma maior participação dos investidores em grandes projetos de geração de energia.

8.4 – MODIFICAÇÃO NA LEI QUE REGE O DIREITO DIFUSO

Foi por influência da Revolução Francesa, no século XIX, que o direito individual passou a perder força, enaltecendo o direito coletivo e difuso voltadas para as necessidades da comunidade, mostrando através do grande

desenvolvimento tecnológico existente na época que as defesas dos problemas sociais, quando feitas por meio de “defesas coletivas”, tinham uma influência e um resultado muito mais positivo do que se olhadas de maneira individual.

Através da lei 8.078/90, artigo 81 § único, incisos I e II, estabeleceu-se a legalidade da defesa dos direitos difusos de maneira individual ou coletiva, permitindo que uma pessoa, grupos de pessoas ou classes sociais, etc., pudessem defender, por meio de uma ação jurídica, todos os interesses e direitos que transcendem o indivíduo e que pertençam à coletividade.

É indiscutível que a referida lei é muito importante, uma vez que permite a busca de soluções para os problemas sociais e econômicos, garantindo o gozo dos direitos à vida, à igualdade, à propriedade e à liberdade dos cidadãos.

No entanto, quando relacionamos essa lei ao meio ambiente durante o projeto de construção de uma usina de geração de energia, o problema recebe um agravante que, para o investidor, torna-se um risco elevadíssimo, pois a referida lei também estabelece que, após a decisão final determinada pela justiça, cada parte envolvida no processo assume os seus próprios prejuízos, ou seja, a parte perdedora não fica obrigada a pagar os custos envolvidos no projeto (parada da construção da usina, custos indiretos, custos advocatícios, etc.) para a parte vencedora.

Essa decisão é embasada na própria lei 8.078/90 em seu artigo 87 que diz em seu contexto:

Nas ações coletivas de que trata este Código não haverá adiantamento de custas, emolumentos, honorários periciais e quaisquer outras despesas, nem condenação da associação autora, salvo comprovada má-fé, em honorários de advogados, custas e despesas processuais. (Código de Defesa do Consumidor, 2009, *on-line*)

Ao se levar em consideração que para a construção de uma usina hidrelétrica, o investidor mobiliza milhares de pessoas, centenas de empresas terceirizadas, desapropriação de inúmeras pessoas e reassentamento das mesmas em outras áreas aprovadas, assume compromissos e pagamentos vinculados à data de início da operação da usina e diversas outras obrigações, um processo interposto por alguém que se julga no direito de defender uma causa comum de terceiros e instaura uma ação pública, causando a paralisação do projeto por meses e até anos, inibe e afugenta os investidores, uma vez que

conforme a própria lei existente, após o projeto ter sido julgado, todo o prejuízo causado não será ressarcido nem mesmo podendo ser repassado ao preço da tarifa.

Fontes do setor acrescentam que a ação do Ministério Público e de entidades ambientalistas tornaram os processos de licenciamento ambiental uma loteria. Os empreendedores se queixam de que, por conta de ações judiciais movidas contra os projetos, torna-se impossível prever quando as usinas terão suas obras concluídas, o que, por sua vez, tornam imprevisíveis os custos exatos dos empreendimentos. (MELLONI, 2008, *on-line*)

Portanto, como conclusão desse item, é fundamental para o aumento dos investimentos e recursos providos pelos investidores que o artigo 87 da lei 8.078/90 tenha o seu texto totalmente alterado, repassando ao autor da ação a responsabilidade pelo pagamento de todos os prejuízos, ou parte deles, gerados em decorrência da perda da causa processual.

Essa alteração estaria em conformidade com a lei de isonomia entre as partes envolvidas, uma vez que o réu, nesse caso o próprio investidor, já assume todos os prejuízos decorrentes da perda do processo judicial.

Por fim, além da alteração específica da lei 8.078, é vital que antes da abertura de um processo e da decisão pela paralisação de um projeto de interesse nacional, um estudo preliminar seja elaborado por meio de uma comissão sem interesses próprios, cujo objetivo seria a comprovação do problema evidenciado, da sua dimensão e da intensidade da lesão a ser gerada e portanto, a sua real necessidade de abertura de um processo judicial para proteção dos direitos coletivos e difusos.

9 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou os diversos tipos de geração de energia no Brasil, seus tipos de combustíveis utilizados, bem como suas principais características.

O investidor tem um grande papel no desenvolvimento energético brasileiro, assumindo os diversos riscos envolvidos nos projetos de geração, sendo o regulatório e o político os que mais preocupam os investidores, uma vez que a concessão, por ter um período de 30 anos normalmente, possibilita que até 7 governos distintos possam exercer seu poder, alterando de maneira significativa a regulamentação existente.

Com base nos custos dos projetos de geração levantados neste trabalho, pode-se dizer que a energia mais barata é aquela oriunda dos aproveitamentos que utilizam a água como energético, pois não existe o seu pagamento. Já nos projetos que utilizam os combustíveis fósseis, (gás natural, óleo combustível e óleo diesel), os quais têm seus preços cotados em dólar tendem a ter uma tarifa de energia superior ao da utilização da água.

O custo ambiental tem uma participação crescente e muito importante nos investimentos de geração, pois as medidas compensatórias envolvidas estão se elevando e sendo cada vez mais rígidas com o passar do tempo, fazendo com que, em alguns casos, o investidor desista do empreendimento por não conseguir repassar os custos envolvidos para a tarifa.

Isso demonstra que os fatores que estão levando os investidores de geração de energia a mudar suas estratégias, estão diretamente ligados aos problemas relacionados ao meio ambiente.

Sugere-se neste trabalho que para atrair mais investidores para a geração de energia no Brasil, o governo deveria desobrigar a comercialização dos 70% da energia gerada para o mercado cativo, devendo essa quantidade de energia ser comercializada livremente de acordo com a demanda gerada pelos mercados livre e cativo.

O prazo para análise da documentação dos projetos de geração de energia elétrica, desde o lançamento do edital até o dia do leilão, deve ser

estendido, pois o volume de informações a serem processadas é muito grande, assim como o envio de equipes multidisciplinares ao local do empreendimento é necessário para evidenciar as informações para somente, em seguida, iniciarem o orçamento do projeto, o retorno financeiro e o preço da tarifa que serão utilizados no leilão de energia.

Salientou-se, neste trabalho, a grande importância de existir uma maior integração entre a EPE e o Ministério do Meio Ambiente, sendo esta necessária para que a licença de instalação (LI) seja entregue juntamente com o edital, possibilitando aos investidores dados mais precisos, os quais teriam uma tarifa de energia mais justa em função de já conhecerem as medidas compensatórias ambientais.

Utilizar uma regra clara e conhecida tanto para o investidor quanto para o consumidor, de modo a que o repasse cambial proveniente da parcela de equipamentos importados e adquiridos em dólar pudesse ser repassado para o preço da tarifa de energia.

Além disso, como outra alternativa, o governo pode financiar a variação cambial através do BNDES e cobrar o valor financiado 3 anos após o início da operação da usina.

No quesito legal, o artigo 87 da lei 8.078/90 que fala do direito difuso deveria ser alterado, de modo que numa decisão final determinada pela justiça, a parte perdedora ficaria obrigada ao pagamento das custas do processo resultantes do atraso e prejuízos ocorridos no projeto, decorrentes do embargo das obras.

Por fim, este trabalho não se limita a descrever apenas alguns fatos atuais existentes no mercado de energia elétrica, mas sim, provocar os leitores a pensar nas alternativas propostas, fazendo com que surjam novos grupos de discussão e, conseqüentemente, novas sugestões de trabalhos e ações futuras visando a redução dos riscos envolvidos na geração de energia elétrica. De mesma relevância, destacaram os autores deste trabalho a importância do aumento da participação dos investidores em projetos de geração de energia desenvolvidos no Brasil, tendo por objetivo o fortalecimento da indústria nacional e de seus trabalhadores, além de garantir a energia para o desenvolvimento do país.

10 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL . **Matriz de Energia Elétrica - Empreendimentos em Operação**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.asp>. Acesso em maio 2009

_____. **Carvão Mineral**. Disponível em: [http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/08-Carvao\(2\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/08-Carvao(2).pdf). Acesso em setembro de 2008

_____. **Energia Eólica**. Disponível em: [http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-Energia_Eolica\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-Energia_Eolica(3).pdf). Acesso em setembro de 2008

_____. **Energia Solar**. Disponível em: [http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf). Acesso em setembro de 2008

_____. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**, 2006 - 3º edição, Parte III, Fontes Não Renováveis, Item 8, Energia Nuclear. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas_par3_cap8.pdf. Acesso em maio 2008

_____. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil - Migração** - 2º edição Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/livro_atlas.pdf. Acesso em julho 2008

_____. **Capacidade Instalada**. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/Resumo_Geral_abr_2008.pdf. Acesso em outubro de 2008

AMBIENTE BRASIL. **Meio Ambiente e Energia Nuclear e Eólica**. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br>. Acesso em setembro de 2008

ANTUNES, Paulo B, 2004. **Empresa licenciada ambientalmente deve ser valorizada**. Disponível em: <http://www.conjur.com.br/static/text/1197,1>. Acesso em setembro de 2008.

BERMANN, Célio. **As Novas Energias no Brasil – Dilemas da inclusão social e programas de governo**. Rio de Janeiro: Ed. Fase, 2007.

BIODIESEL, 2008. **Energia - Panorama energético atual e perspectivas futuras**. Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/energia/agro-energia.htm>. Acesso em maio de 2009

BORGNACKE, Claus; SONNTAG, Richard E. 2009. **Fundamentos da Termodinâmica**. Tradução da 7ª edição americana. São Paulo: Ed. Edgard Blucher.

BRASIL -SENADO FEDERAL. **Constituição federal de 1988**. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/sf/legislacao/> . Acesso em outu, bro de 2008

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – CCEE. **Resultados dos Leilões de Energia**, 2008. Disponível em: <http://www.ccee.org.br/cceeinterdsm/v/index.jsp?vgnextoid=b01b9f733d60b010VgnVCM1000005e01010aRCRD>. Acesso em agosto de 2008

_____. **Resumo das mudanças no Setor Elétrico Brasileiro**. Disponível em: <http://www.ccee.org.br/cceeinterdsm/v/index.jsp?vgnextoid=96a0a5c1de88a010VgnVCM100000aa01a8c0RCRD>. Acesso em fevereiro de 2009

CAMARGO, João A, 2007. **Ciclo do Carbono**. Disponível em: <http://terceiraom3.wordpress.com/2007/10/24/ciclo-do-carbono/>. Acesso em maio de 2009

CAMARGO, Márcia, 2007. **Falta de Regulamentação atrasa processo de licenciamento ambiental**. Disponível em: <http://www.canalenergia.com.br/zpublisher/materias/Busca.asp?id=61817>. Acesso em novembro de 2008

CDCC USP, 2002. **Esquema Usina Nuclear**. Disponível em: <http://fisica.cdcc.sc.usp.br/olimpiadas/02/Gabarito2.html>. Acesso em setembro de 2008

CÓDIGO DA DEFESA DO CONSUMIDOR . Disponível em: <http://www.habitação.sp.gov.br>. Acesso em abril de 2009

COM CRESCIMENTO MENOR, VAI SOBRAR ENERGIA EM 2009. **Valor Econonômico**, 5 jan 2009. Disponível em: <http://portalchesf2.interjornal.com.br/noticia.kmf?noticia=8034434&canal=145&total=548&indice=20>. Acesso em julho 2009

COMETTA, Emilio. **Energia Solar – Utilização e Empregos Práticos**. São Paulo: Ed. Hemus, 2004

CONSÓRCIO DA SUEZ leva Jirau por R\$ 71,40 MWh. **Radiobras**. Sinopse da Gazeta Mercantil. 20 de maio de 2008. Disponível em http://www.radiobras.gov.br/anteriores/2008/sinopses_2005.htm. Acesso em outubro de 2008.

CRISE COM O MERCADO IMOBILIÁRIO NOS USA. **Folha On-Line**, 16 out 2008. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u320606.shtml>. Acesso em setembro de 2008.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Análises Energéticas e Dados Agregados**. Tabelas: Seção 1.6. Disponível em:

https://www.ben.epe.gov.br/BEN2007_Capitulo1.aspx . Acesso em agosto de 2008

_____. **Ciclo Aberto do Combustível**, 2006a. Disponível em:
http://www.epe.gov.br/PNE/20070625_9.pdf. Acesso em outubro de 2008

_____. **Ciclo Fechado do Combustível**, 2006b. Disponível em:
http://www.epe.gov.br/PNE/20070625_9.pdf. Acesso em outubro de 2008

_____. **Definições**. 2006e. Disponível em:
http://www.epe.gov.br/PNE/20070625_9.pdf. Acesso em outubro de 2008

_____. **Reservas Mundiais de Urânio**, 2006c. Disponível em:
http://www.epe.gov.br/PNE/20070625_9.pdf. Acesso em outubro de 2008

_____. **Reservas e Custos do Urânio no Brasil**. 2006d. Disponível em:
http://www.epe.gov.br/PNE/20070625_9.pdf. Acesso em outubro de 2008

EVOLUÇÃO E OFERTA. Disponível em:
<http://www.fiec.org.br/acoes/energia/informacoes/evolucaooferta.htm>. Acesso em julho 2009

FADIGAS, Eliane Amaral. **Modos de explorar riquezas de um país abençoado**. Disponível em <http://www.usp.br/jorusp/arquivo/2008/jusp838/pag12b.htm>. Acesso em Outubro de 2008.

FERREIRA, Carlos K. L. **A Privatização no Brasil: Privatização do Setor Elétrico no Brasil – O caso dos serviços de utilidade pública**. Rio de Janeiro, BNDES, 2000, Cap 9, p.180-220. Disponível em:
<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/ocde/ocde06.pdf>. Acesso em setembro de 2008.

GONDIM, Joaquim, 2005. **Aproveitamento do Potencial Hidráulico para Geração de Energia Elétrica**. Disponível em:
http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/Apresentacoes/APPotencialHidEnergElet.pdf . Acesso em outubro de 2008.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2007. **Energia**. Disponível em:
<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=forno-solar-transforma-CO2-em-combustivel>. Acesso em agosto de 2008

INSTITUTO ACENDE BRASIL. **Térmicas, 2007**. Instituto Acende Brasil, 2007. Disponível em:
http://www.acendebrasil.com.br/archives/files/20080930_Analise_Pos_7oLeilao_Nova_A5_Rev3.pdf. Acesso em Outubro de 2008

LYRA, Paulo T., 2006. Crescimento e meio ambiente opõem Dilma Rousseff e Marina Silva. **Valor Econômico**, 05 dez 2006. Disponível em:

<http://noticias.uol.com.br/economia/ultnot/valor/2006/12/05/ult1913u61392.jhtm>. Acesso em setembro de 2008.

MACIEL, Dulce M. H. **Internalização de variáveis ambientais na análise de viabilidade de projetos: O caso do setor elétrico**. 2001. 152f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 152p.

MAGALHÃES, Hamilton. **Direito Ambiental**. Disponível em <http://www.direitoambiental.adv.br/ambiental.qps/Ref/PAIA-6S9TNQ>. Acesso em outubro de 2008

MARANHÃO, Gil. 2007. **Falta de regulamentação atrasa processo de licenciamento ambiental**. Disponível em: <http://www.canalenergia.com.br/zpublisher/materias/Busca.asp?id=61817>. Acesso em novembro de 2008

MELLONI, Eugênio, 2008. **Participação de Hidrelétricas diminui nos Futuros Projetos**. Disponível em: www.acendebrasil.com.br/archives/files/20081022_Valor_Economico1.pdf. Acesso em abril de 2009

MENDONÇA, Neire D. **Direito Ambiental**. Disponível em <http://professor.ucg.br/siteDocente/admin/arquivosUpload/4028/material/Direito%20Ambiental%20-%20-%20-%20Unidade%201.doc>. Acesso em outubro de 2008

MENEL, Mario, 2007. **Debates do Brasil**. Disponível em: http://www.debatesdobrasil.com.br/noticias_1.asp?id=347. Acesso em abril de 2009

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME, 2006 e 2008. **Plano Decenal 2006 – 2015**. Disponível em: www.mme.gov.br. Acesso em setembro de 2008

_____. **Resenha Energética Brasileira**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/frontSide/site/view.do?viewPublicationId=18601&viewPublicationTypeId=9&queryUrl=http%3A%2F%2Fwww.mme.gov.br%2Fsite%2Fsearch.do%3Fquery%3Dbalan%25E7o%2Benergetico>. Acesso em outubro 2008

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Conama**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/estr.cfm>. Acesso em outubro de 2008a

_____. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Competências**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/estr.cfm>. Acesso em outubro de 2008b.

_____. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **IBAMA**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/institucional/quem-somos>. Acesso em outubro de 2008c.

MONTEIRO, Antonio J. L. C., 2007. **Legislação Ambiental**. Disponível : http://www.pinheironeto.com.br/upload/tb_pinheironeto_livreto/pdf/070507111358ambiental_2007.pdf. Acesso em outubro de 2008

NEOENERGIA, 2008. **Geração**. Disponível em: <http://www.neoenergia.com/section/geracao.asp>. Acesso em outubro de 2008

O ABC DA ENERGIA. **Energias não Renováveis e sua Preservação**. Disponível em: <http://www.abcdenergia.com/enervivas/cap14.htm>. Acesso em agosto de 2008

OLIVEIRA, Heli A. **O novo modelo, os riscos ambientais e os contratos de concessão para novos empreendimentos**. Disponível em: <http://www.abce.locaweb.com.br/downloads/xsimposio/helioliveira.pdf>. Acesso em novembro de 2008

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA – ONS. **Ampliações e Reforços na Rede Básica – PAR**. Disponível em: http://www.ons.org.br/download/ampliacao_reforços/par/Versao_executiva_PAR-2008-2010.ppt#8. Acesso em agosto de 2008

_____. **Consumo de Energia**. Disponível em: http://www.ons.com.br/historico/carga_propria_de_energia.aspx . Acesso em agosto de 2008

OSAVA, Mario, 2002. **Colossos correm risco de Apagão**. Disponível em: <http://www.tierramerica.net/2002/0414/particulo.shtml>. Acesso em novembro de 2008

_____. 2000. **Médio Ambiente Y Desarrollo**. Disponível em: <http://www.tierramerica.net/2000/1105/noticias2.html>. Acesso em novembro de 2008

PARODI, Marcelo, 2007. Oferta de gás Boliviano pode diminuir. **Gazeta Mercantil**. Disponível em: <http://www.gasnet.com.br/conteudos.asp?cod=4083&tipo= Artigos&categoria=11> Acesso em setembro de 2008.

PANZERA, Arjuna C.; MOURA, Dácio G. **Transformações e Transferências de Energia**. Disponível em: http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.asp?id_projeto=27&ID_OBJETO=104121&tipo=ob&cp=996633&cb=&n1=&n2=M%C3%B3dulos%20Did%C3%A1ticas&n3=EnsinoFundamental&n4=Ci%C3%Aancias&b=s. Acesso em fevereiro de 2009

PEROZZI, Mariana, 2004. **Arroz em Foco**. Disponível em: www.arroz.agr.br/site/arrozemfoco/040305.php. Acesso em agosto de 2008

PETROBRAS PODE LEVAR MULTA DE R\$ 91 MILHÕES. **O Globo**, 2007. Disponível em: http://g1.globo.com/Noticias/Economia_Negocios/0,,AA160

5659-9356,00.html. Acesso em novembro 2008

PINHEIRO Neto advogados. **Legislação Ambiental**. Disponível em: http://www.pinheironeto.com.br/upload/tb_pinheironeto_livreto/pdf/070507111358ambiental_2007.pdf. Acesso em outubro de 2008

PIRES, Adriano, 2004. **Energia Elétrica – Politização e Risco Regulador**. Disponível em: <http://www.gasnet.com.br/conteudos.asp?cod=3164&tipo=Artigos&categoria=1>. Acesso em setembro de 2008.

_____. 2007. Oferta de Gás Boliviano pode diminuir. **Gazeta Mercantil**. Disponível em: <http://www.gasnet.com.br/conteudos.asp?cod=4083&tipo=Artigos&categoria=11>) Acesso em setembro de 2008

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Meio Ambiente**. Disponível em: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-energia-solar/energia-solar-4.php>. Acesso em agosto de 2008

PROGRAMA AMBIENTAL ANTONIO SILVEIRA. **Direito Ambiental**. disp. Disponível em: <http://www.ultimaarcadenoe.com/direitoamb.htm>. Acesso em outubro de 2008

RANGEL, Carlos, 2008. **Combustíveis**. Disponível em: <http://invertia.terra.com.br/carbono/interna/0,,OI2862576-EI8935,00.html>. Acesso em setembro de 2008

REIS, Lineu B.; CUNHA, Eldis C. N. **Energia Elétrica e Sustentabilidade – Aspectos Tecnológicos, Sócio Ambientais e Legais**. Barueri: Ed. Manole, 2006. 45p

_____. **Geração de Energia Elétrica – Tecnologia, Inserção Ambiental, Planejamento, Operação e Análise de Viabilidade**. Barueri: Ed. Manole, 2003. 70p

ROSA, L.P., SCHECHTMAN, R., 1996. **Avaliação de Custos Ambientais da Geração Termelétrica: inserção de variáveis ambientais no planejamento da expansão do setor elétrico**. Cadernos de Energia, v. 2, n. 9 (Mar), pp. 159-256.

SAFLATLE, Amália, 2007. **Usinas do Madeira – Riscos Econômicos e Financeiros**. Disponível em: <http://terramagazine.terra.com.br/interna/0,,OI2035361-EI6780,00-Usinas+do+Madeira+riscos+economicos+e+financeiros.html>. Acesso em outubro de 2008.

SALES, Cláudio J.D. 2005. IPCA pode dificultar investimentos. **Gazeta Mercantil**, 17 ago 2005. Disponível em: http://www.eletrosul.gov.br/gdi/gdi/index.php?pg=cl_abre&cd=jfgfZf9~Bohh . Acesso em novembro 2008

_____. 2006. **Leilões de Energia**. Disponível em:
<http://www.canalenergia.com.br/zpublisher/materias/Colunistas.asp?id=52181>
 Acesso em fevereiro de 2009

SANTOS, Antonio S. R. **Direito Ambiental**. Disponível em:
www.ultimaarcadenoe.com/index1.htm. Acesso em outubro de 2008.

SANTOS, Norma E. S., 2004. **Produtivo das Energias Renováveis na Amazônia**. Disponível em: www.institutoideal.org/docs/Norma%20Ely%20-%20UEPA.ppt. Acesso em Fevereiro de 2009

SEAE – Secretaria de Acompanhamento Econômico. **Regulação de Mercados de Energia Elétrica – Estudos dos casos Britânico, Norueguês e Brasileiro**. Disponível em: www.seae.fazenda.gov.br/conheca_seae/premio-seae/i-premio-seae/regulacao-de-mercados-de-energia-eletrica.pdf. Acesso em novembro 2008

SILVA, Marina, 2008. **Carta de demissão da Ministra**. Disponível em: <http://www.noticias.uol.com.br/ultnot/2008/05/13/ult23u2297.jhtm>. Acesso em setembro de 2008.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO ENERGÉTICA – INFOENER. **Resíduos Industriais**. Disponível em:
http://infoener.iee.usp.br/scripts/biomassa/br_residuos.asp. Acesso em setembro de 2008

SOUZA, Zulcy; FUCHS, Rubens D.; SANTOS, Afonso H. M. **Centrais Hidro e Termelétricas**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1983. 15p

TAUK, Sâmia Maria, 1998 – **Análise Ambiental**. São Paulo: Editora Unesp. 206p. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/impacto.htm>. Acesso em setembro de 2008

TOCCHETTO, Marta R. L; PEREIRA, Lauro C, 2007. **Revista Brasileira de Agroecologia**. Disponível em: <http://www.aba-agroecologia.org.br/ojs2/index.php/RBA/article/view/540>. Acesso em outubro de 2008

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. **Geração de Energia Elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2005. 34p.

_____. **Fontes Renováveis de Energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2003. 164 p.

UNESP, 2002. **Geração de Energia Elétrica e o Meio Ambiente**. Disponível em: <http://www.wp.fc.unesp.br/~lavarda/procie/dez14/marcos/index.htm>. Acesso em fevereiro de 2009

UNIVALI, 2004 – Universidade Vale do Itajaí. **Esquema de uma Geração Térmica**. Disponível em:

<http://br.geocities.com/ufscmen5185/aula2.htm>. Acesso em setembro de 2008

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Celulose de Bagaço de Cana pode aumentar a Produção de Etanol**. Disponível em:

<http://www4.usp.br/index.php/ciencias/14202>. Acesso em setembro de 2008

WIKIPÉDIA. **Gás Natural**. Disponível em:

http://pt.wikipedia.org/wiki/G%C3%A1s_natural. Acesso em agosto 2008

_____. **Esquema de Usina Hidrelétrica**, 2009. Disponível em:

http://pt.wikipedia.org/wiki/Usina_hidrel%C3%A9trica. Acesso em setembro 2008

_____. **Biodiversidade**. Disponível em:

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Biodiversidade>. Acesso em setembro de 2008

_____. **Usina Nuclear**. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Usina_nuclear. Acesso em setembro de 2008

_____. **Energia Eólica**. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_solar. Acesso em setembro de 2008

ZIMMERMANN, Marcio, 2007. **Planejamento Energético – MME**. Disponível em: http://www.senado.gov.br/web/comissoes/cma/ap/AP_20071002_MME_Uso_Energia_Nuclear.pdf. Acesso em fevereiro de 2009