

**ANA ROSA FRENEDA**

**EMISSÃO DE CO<sub>2</sub> NA GERAÇÃO DE ENERGIA ORIUNDA DE  
TERMELÉTRICAS MOVIDAS A COMBUSTÍVEL FÓSSIL: CONSIDERAÇÕES A  
RESPEITO DA INSTRUÇÃO NORMATIVA IBAMA N.º 7**

**Monografia para conclusão do Curso de  
Especialização em Gestão Ambiental e  
Negócios do Setor Energético do Instituto  
de Eletrotécnica e Energia da Universidade  
de São Paulo.**

**Orientador: Prof. Stefan David**

**São Paulo**

**2010**

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

### **FICHA CATALOGRÁFICA**

Freneda, Ana Rosa

Emissão de CO<sub>2</sub> na geração de energia oriunda de termelétricas movidas a combustível fóssil: considerações a respeito da instrução normativa ibama n.º. 7/Ana Rosa Freneda, orientador Prof. Stefan David, SãoPaulo, 2010.

Monografia (Curso de Especialização Gestão Ambiental e Negócios no Setor Energético)  
Instituto de Eletrotécnica e Energia Universidade São Paulo.

1. Usinas Térmicas Combustível Fóssil 2. Matriz Energética 3. Emissão de CO<sub>2</sub>  
4. Compensação Emissões de GEE 5. Instrução Normativa IBAMA nr. 7 6. Reflorestamento  
1. Título.





**Universidade de São Paulo  
Instituto de Eletrotécnica e Energia**

**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL E NEGÓCIOS NO SETOR  
ENERGÉTICO**

**ATA DE DEFESA – MONOGRAFIA**

**CANDIDATO: Ana Rosa Freneda**

Aos oito dias do mês de novembro de 2010, às 19h30, realizou-se no Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo a defesa de monografia da aluna Ana Rosa Freneda, nível especialização, intitulado: "Emissão de CO2 na geração de energia oriunda de Termelétrica movida a combustível fóssil: Considerações a respeito da Instrução Normativa IBAMA nr. 7", sendo a banca constituída pelos Professores: Stefan David – Orientador e Presidente da Comissão Examinadora e Patricia Guardabassi (IEE/USP).

Manifestação dos membros da banca:	Assinatura	Conceito
Prof. Stefan David		(Aprovado)
Profa. Patricia Guardabassi		(Aprovada)
Os candidatos foram considerados (Aprovados / Reprovados)		(Aprovado)

## AGRADECIMENTOS

“Thanks God!”

A minha família, meus filhos Mauro (Juca), Amanda (Mandy) e Bruna (Bua) e ao Walter  
(Vida).

A Seband/Pleuston através do Sr José Geraldo Agapito e  
ao meu Orientador Prof. Stefan David pela paciência e confiança.

Não poderia esquecer de todos os colegas da 3ª. Turma, 2009.

A todos muito obrigada!

## RESUMO

FRENEDA, A.R., **Emissão de CO<sub>2</sub> na geração de energia oriunda de termelétricas movidas a combustível fóssil: considerações à respeito da Instrução Normativa IBAMA No. 7.** Monografia de Especialização - Curso de Especialização em Gestão Ambiental e Negócios do Setor Energético do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

A energia das termoelétricas em construção no Brasil movidas a combustíveis fósseis, emissores de gás carbônico - equivale a mais da metade da que será acrescentada por hidrelétricas também em obras. As usinas a diesel produzem hoje cerca de 3,9 mil megawatts (MW) - mais energia do que vai produzir, por exemplo, a Usina de Jirau, no Rio Madeira (3,3 mil MW).

Apesar de mais poluentes e mais caras, o País tem contado com as usinas térmicas e vai continuar precisando delas no futuro. De acordo com o Banco de Informações de Geração (BIG/2010), da ANEEL, o Brasil conta em 2009 com 2.319 usinas em operação, que correspondem a uma capacidade instalada de 111.465 mW. O BIG relaciona, ainda, 147 empreendimentos em construção e mais 469 outorgados, o que permitirá a inserção de mais 47 mil mW à capacidade instalada no país nos próximos anos. A maior parte da potência, tanto instalada quanto prevista, provém de usinas hidrelétricas. Em segundo lugar, estão as térmicas e, na seqüência, o conjunto de empreendimentos menores. O planejamento da expansão do setor elétrico, produzido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) prevê a diversificação da matriz da energia elétrica, historicamente concentrada na geração por meio de fonte hidráulica. Um dos principais objetivos desta decisão é reduzir a relação de dependência existente entre volume produzido e condições hidrológicas (ou nível pluviométrico na cabeceira dos rios que abrigam estas usinas). Há poucos anos, as hidrelétricas representavam cerca de 90% da capacidade instalada no país. Em 2009, essa participação recuou para cerca de 70%. O fenômeno foi resultado da construção de usinas baseadas em outras fontes (como termelétricas movidas a gás natural e a biomassa) em ritmo maior que aquele verificado nas hidrelétricas. As usinas a carvão, altamente poluentes, lideram essa lista: Dois empreendimentos já se encontram em operação na região Sul: Jacuí e Candiota III, cada um com potência de 350 MW. Em 2010, as UTE brasileiras produziram 28.210 mW de energia, aproximadamente 25% da matriz energética brasileira (BIG, 2010).

A matriz energética brasileira está mais suja. O principal motivo é o avanço de usinas termelétricas, muito mais poluentes que as hidroelétricas, que são responsáveis por cerca de 85% da geração elétrica do país.

Porém, uma nova situação desenha-se no horizonte: A Instrução Normativa IBAMA nr. 7. Esta portaria altera procedimentos de licenciamento de projetos de termelétricas, a fim de obrigar esses empreendimentos, em especial, a óleo combustível e carvão, a compensar emissões de gás carbônico na atmosfera.

Enfim, estaremos analisando cada aspecto da Medida, avaliando seu impacto, pois conforme já avaliado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), órgão oficial responsável pelo planejamento energético, a partir de 2025 não será possível construir hidrelétricas ambientalmente sustentáveis. Assim, a tendência é que as térmicas aumentem sua fatia na matriz energética. Esperamos que sejam térmicas a partir de biomassas renováveis, ao invés de combustíveis fóssil, não renováveis.

**Palavras Chaves:** Usinas Hidrelétricas, Termelétricas, Matriz Energética, Emissão de CO<sub>2</sub>, Compensação Emissões de GEE, Instrução Normativa IBAMA nr. 7, Reflorestamento

## ABSTRACT

**FRENEDA, A.R., CO<sub>2</sub> emissions at the energy generation thru fossil fuel using; Considerations regarding the IBAMA Normative Instruction # 7.** Specialization Monography - Environmental and Energy Sector Business of the Instituto de Eletrotécnica e Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

The energy of the thermoelectric under construction - powered by fossil fuels, emitting carbon dioxide - equivalent to over half of which will be added by dams also in the works. And the diesel power plants now produce about 3900 megawatts (MW) - more energy than it will produce, for example, the Plant Jirau, Rio Madeira (3300 MW).

Although most polluting and expensive, the country has relied on thermal power plants and will continue to need them in the future.

According to the Bank Information Generation (BIG/2010), ANEEL, Brazil has in 2009 with 2,319 plants in operation, which corresponds to an installed capacity of 111,465 mW. BIG relates also 147 projects under construction and another 469 have been awarded, which will allow the inclusion of over 47.000 mW installed capacity in coming years. The most power, both installed as expected, comes from hydroelectric plants. Secondly, are the thermal and, subsequently, the set of smaller enterprises. The planned expansion of the electricity sector, produced by the Energy Research Company (EPE) provides for the diversification of the energy matrix, historically concentrated in generation through hydropower. A major objective of this decision is to reduce the dependency relationship between production volume and hydrological conditions (rainfall level or the headwaters of the rivers that are home to these plants). A few years ago, hydropower accounted for about 90% of installed capacity in the country. In 2009, this share dropped to about 70%. The phenomenon was a result of the construction of power plants based on other sources (natural gas-fired power plants and biomass) at a rate greater than that observed in the dams.

The coal plants, highly polluting, leading the list: Two projects are already in operation in the South: Jacuí and Candiota III, generating 350 mW each one. Based on 2009, approximately 25% of Brazilian Energy Matrix energy was generated from UTE stations, totalizing 28.210 mW.

The Brazilian energy matrix is dirtier. The main reason is the increase of thermal power plants, much more polluting than the hydropower, which accounts for about 85% of electricity generation in the country.

Although, a new situation draws on the horizon: The Normative IBAMA nr. 7. This ordinance amending licensing procedures for projects of power plants, in order to force these enterprises, in particular, fuel oil and coal, to offset emissions of carbon dioxide in the atmosphere.

Anyway, we are analyzing every aspect of the measure, assessing its impact, because as already assessed by the Energy Research Company (EPE), the official responsible for energy planning in 2025 will not be possible to build environmentally sustainable hydropower. Thus, the tendency is that the thermal increase its share in the energy matrix. We hope they are heat from renewable biomass instead of fossil fuels, not renewable.

**Keywords:** Hydropower Plants, Thermal Power Plants, Energy Matrix, CO2 emissions, GHG Emissions Compensation, IBAMA Normative nr. 7, Reforestation Programs.



**LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS UTILIZADOS NESTA PESQUISA**

ANEEL -	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN -	Balanco Energético Nacional
BIG -	Banco de Informações de Geração
CER -	“ <i>Certified Emissions Reduction</i> ”
CO <sub>2</sub> -	Gás Carbônico
CO <sub>2</sub> e -	Carbono Equivalente (Utilizado para consolidação dos diversos Gases de Efeito estufa nos cálculos de quantificação desses gases)
CONAMA -	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EIA -	Estudo dos Impactos Ambientais
EPE -	Empresa de Pesquisa Energética
GEE -	Gases Efeito Estufa
GHG -	“ <i>Greenhouse Gas</i> ”
IBAMA -	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IN -	Instrução Normativa
ONU -	Organização das Nações Unidas
PCA/RCA -	Plano de Controle Ambiental e Relatório de Controle Ambiental
PCH -	Pequena Central Hidrelétrica
PDD -	“ <i>Project Design Document</i> ”
PNE -	Plano Nacional de Energia
PNMA -	Política Nacional do Meio Ambiente
PRAD -	Programa de Recuperação de Áreas Degradadas
RIMA -	Relatório de Impacto ao Meio Ambiente
SEMA -	Secretaria Estadual do Meio Ambiente
TEP -	Tonelada Equivalente de Petróleo: 1tep = 45,22 GigaJoule (GJ)
VER -	“ <i>Verified Emissions Reduction</i> ”

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	11
1.1	Índice de Custo Benefício – Geração Térmicas .....	12
1.1.1	Fórmula do Índice de Custo Benefício – ICB .....	14
2.	OBJETIVO.....	16
2.1	Instrução Normativa IBAMA No. 7 – Anexo II .....	16
3.	METODOLOGIA .....	17
3.1	Fórmula de Cálculo – Compensação – Anexo II - IN no. 7 .....	17
4.	O SETOR ENERGÉTICO BRASILEIRO.....	19
4.1	Histórico da Matriz Energética Brasileira.....	20
4.2	Geração de Energia Elétrica no Brasil - Situação Atual .....	26
4.2.1	Projeções dos Empreendimentos .....	27
4.3	Demanda por Energia .....	29
4.4	Setor Energético e as Emissões de Gases de Efeito Estufa a partir da entrada das Usinas Térmicas na Matriz Energética Brasileira.....	29
5.	IMPACTO AMBIENTAL.....	34
5.1	A Constituição Federal e o Meio Ambiente .....	34
5.2	O princípio do poluidor-pagador.....	35
5.3	O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e os instrumentos de regulação ambiental .....	37
5.4	Conceitos do Crédito de Carbono– Panorama Mundial .....	38
5.4.1	O valor dos Créditos de Carbono .....	39
5.5	Instrução Normativa IBAMA no. 7, de 13 de abril de 2009.....	41
5.5.1	O cálculo para compensação – Recuperação Florestal .....	41
6.	PROJETO DE COMPENSAÇÃO – RECUPERAÇÃO FLORESTAL .....	44
6.1	Estudo de Caso – Reflorestadora Tropical Flora .....	44
6.2	Inventário para Emissões de GEE .....	44
6.3	Quantificação de CO <sub>2</sub> Fixado Na Espécie Plantada.....	45
6.4	Área Degradada para Recuperação Florestal.....	45
6.5	Custos do Projeto de Mitigação, por Reflorestamento, conforme o Anexo II da Instrução Normativa no. 7 - IBAMA .....	47
7.	CONCLUSÃO.....	49
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51
9.	ANEXOS.....	54
9.1	Instrução Normativa IBAMA No. 7 .....	54
9.1.1	IN no. 7 – Anexo 1 .....	56
9.1.2	IN no. 7 – Anexo 2 .....	57
9.2.	Protocolo Quioto – Anexo 1 - Lista completa, incluindo países não signatários .....	58

## 1. INTRODUÇÃO

Desde o lançamento do Protocolo de Quioto, quando o conceito de desenvolvimento sob o “Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL” chamava a atenção de grandes investidores na área de energia, obrigando-os a um novo olhar sobre investimentos que deveriam considerar os aspectos sociais, ambientais e financeiros, priorizando usinas a partir de combustíveis renováveis, porquê continuamos a construir usinas térmicas movidas a combustível fóssil?

Segundo AUKLAND (2002), com esse mecanismo, o MDL, veio a proposta de uma postura das organizações, principalmente, na forma de consumo de recursos e o impacto de suas atividades ao futuro das novas gerações. Esse acordo impõe restrições à forma como as organizações e acordos governamentais devem conduzir suas atividades, obrigando-os a elaborar soluções que conciliem: desenvolvimento econômico com preservação dos recursos naturais.

Sabe-se que existe uma preocupação mundial sobre a emissão dos gases responsáveis pelo efeito estufa, e que com o crescimento global há necessidade da ampliação dos meios de produção de energia. Por isso, têm-se investido em pesquisas buscando novas tecnologias limpas de produção. Outro ponto a ser analisado é a extinção da reserva de combustíveis fósseis, já que em um futuro próximo teremos que criar soluções para continuar a abastecer a demanda de energia a partir de outros recursos. O desafio ambiental enfrentado pelas organizações tem motivado o desenvolvimento de ações econômicas ligadas a uma nova postura sócio-ambiental, principalmente a partir da redução dos gases que ocasionam o efeito estufa.

A lógica deste mercado está centrada em um modelo de desenvolvimento limpo, inicialmente concebido por economistas baseado na lógica de responsabilidade comum, porém diferenciada, ou seja, quem polui há mais tempo e se beneficiou do modelo ultrapassado tem como fazer alguma coisa para neutralizar parte de suas ações nocivas a natureza.

As questões ambientais ganharam espaço tanto no âmbito econômico-financeiro quanto no social, observando-se muitas ações individuais ou coletivas de conscientização e reeducação de hábitos e rotinas referentes às questões relacionadas à proteção do meio ambiente.

Dentre as transações econômicas e sociais propiciadas por este fenômeno destacam-se os projetos ambientais voltados à transferência de renda e igualdade social, proteção ambiental (preservação e recuperação ambiental) e ganhos financeiros.

Neste contexto, este trabalho busca avaliar quais as dificuldades enfrentadas pelas empresas no cumprimento da Instrução Normativa IBAMA nr. 7, na defesa de implantar projetos de geração de energia a combustível fóssil, sem obrigação de cumprir-se com os “projetos de compensação”, em detrimento a privilegiar projetos sob os conceitos do MDL que estimula a implementação de produção da conhecida “Energia Limpa” (ALBUQUERQUE, 1999)

Com a falta de investimentos em hidrelétricas, o atraso na concessão das licenças ambientais e os baixos níveis dos reservatórios nos últimos anos, o país se viu obrigado a ampliar o uso das térmicas a carvão e óleo combustível, mais poluentes, para assegurar a oferta de energia elétrica.

Enquanto isso, o governo federal tenta levar adiante o projeto de aumentar a oferta pelas hidrelétricas, uma energia mais limpa. Há três grandes projetos de hidrelétricas no país - Jirau e Santo Antônio (ambas em Rondônia), e Belo Monte (no Pará).

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE), órgão oficial responsável pelo planejamento energético, avalia, porém, que a partir de 2025 não será possível construir hidrelétricas ambientalmente sustentáveis.

Por isso, a tendência é que as térmicas aumentem sua fatia na matriz energética. O desafio do governo será estimular aquelas movidas a gás, biomassa ou as centrais nucleares, mais limpas que as usinas a carvão e a óleo, levando em conta o aspecto de emissões de gases de efeito estufa.

Além de mais poluentes, as térmicas são também mais caras: enquanto o megawatt gerado por uma hidrelétrica custa de R\$ 100,00 a R\$ 150,00, o megawatt gerado por uma térmica nunca saberemos onde poderá chegar, pois o preço dependerá do valor do combustível fóssil no momento em que for necessário o acionamento dessas usinas.

### **1.1 Índice de Custo Benefício – Geração Térmicas**

O custo global de um empreendimento de geração compreende o custo de investimento, incluindo o custo sócio ambiental, os juros durante a construção e a parcela fixa dos custos de operação e manutenção (O&M), somado ao valor esperado do custo variável de O&M, e ao valor esperado do custo econômico de curto prazo (EPE 2010)

Assim, o Índice de Custo Benefício (R\$/mWh) de cada empreendimento de geração, doravante denominado ICB, é definido como a razão entre o seu custo total e o seu benefício energético, podendo ser calculado em base mensal ou anual, do seguinte modo:

$$ICB = \frac{Custos\ Fixos + E(Custo\ de\ Operação) + E(Custo\ Econ.\ Curto\ prazo)}{Garantia\ Física}$$

A parcela Custos Fixos – CF (em R\$/ano) representa a receita requerida pelo investidor de forma a cobrir o custo total de implantação do empreendimento, incluindo os custos socioambientais, os juros durante a construção, e a remuneração do investimento, além de todos os custos fixos relativos à operação e manutenção da usina, tais como, o custo fixo de combustível associado ao nível de inflexibilidade operativa (“take or pay” e “ship or pay”), o custo de conexão à rede básica e tarifas de uso dos sistemas de transmissão e distribuição (TUST e TUSD), etc.

A parcela Custo Variável de Operação – COP (em R\$/ano) é função do nível de inflexibilidade no despacho da usina (contratos de combustível “take or pay”) e do custo variável de O&M, declarados pelo empreendedor, os quais determinam sua condição de despacho em função também dos custos marginais de operação (CMO) futuros observados no Sistema Integrado Nacional (SIN). Trata-se, portanto, de uma variável aleatória cujo valor esperado é calculado com base em uma simulação estática de 60 meses utilizando-se uma amostra com 2000 cenários de afluências futuras ao SIN.

A parcela Custo Econômico de Curto Prazo - CEC (em R\$/ano) resulta das diferenças mensais apuradas entre o despacho efetivo da usina e sua Garantia Física. Esta parcela corresponde ao valor acumulado das liquidações no mercado de curto prazo, feitas com base no Custo Marginal de Operação – CMO (sem os limites de piso e teto impostos ao PLD). Seu valor também é função do nível de inflexibilidade no despacho da usina e do custo variável de O&M, declarados pelo empreendedor. Trata-se portanto de uma variável aleatória cujo valor esperado é calculado com base em uma simulação estática de 60 meses, utilizando-se uma amostra com 2000 cenários de afluências futuras ao SIN.

O denominador Garantia Física - GF corresponde à Energia Assegurada (em mWmédio) do empreendimento de geração e também é função do nível de inflexibilidade no despacho da usina e do seu custo variável de O&M, conforme declarados pelo empreendedor.

Segundo Ivo Pugnali, Diretor da Enercons, (2009) existem particularidades do custo marginal de operação que resultam em vantagens para térmicas que são caras, mas são flexíveis (podem ser ligadas ou desligadas com facilidade), diferente de uma hidroelétrica ou eólica, que paradas dão grande prejuízo. As térmicas, como são muito caras operando, são muito “baratas quando estão paradas” e isso as faz ganhar sempre os leilões, com essa fórmula do ICB apresentada pela EPE e pela ANEEL. *“O problema é que a fórmula do cálculo do ICB tem dado resultados em torno de R\$ 146,00/MWh. Esse valor do ICB vem mascarando o custo das térmicas nos leilões, pois resulta bem abaixo dos R\$ 500,00 que ela custa funcionando. Por causa do tal ICB, nos Leilões de Energia promovidos pela ANEEL e pela EPE em 2008, mais de 75 % de toda energia comprada foi a oriunda de térmicas a óleo diesel e óleo combustível “mais ou menos parada”... Nem 70, nem 500. O cálculo, que é feito pelo governo tem dado R\$146,00/nWh. Imbatível. Se continuar assim, nos leilões, só vai dar térmica na cabeça”.*

### 1.1.1 Fórmula do Índice de Custo Benefício – ICB

$$ICB = \frac{x.CF}{x.GF} + \frac{x.[COP + CEC]}{x.GF}$$

Reinterpretando o numerador e denominador do primeiro termo e observando que o fator x se cancela no segundo termo, pode-se então escrever:

$$ICB = \frac{RF}{8760.QL} + \frac{COP + CEC}{8760.GF}$$

$$ICB = \frac{RF}{8760.QL} + K$$

Onde:

RF é a Receita Fixa requerida pelo empreendedor, relativa à quantidade de lotes (QL) ofertada para o Ambiente de Contratação Regulada (ACR), em R\$/ano (igual a  $x.CF$ );

QL é a Quantidade de Lotes (de no mínimo 1 MW médio) ofertada para o ACR limitada à GF (igual a  $x.GF$ );

K é a parcela invariante do índice, em R\$/MWh, destinada à cobertura dos custos variáveis de operação e custos econômicos no mercado de curto prazo, calculada para o empreendimento como um todo (válido para qualquer valor de  $x$ ), na realização do leilão.

Desta forma, durante o processo de leilão de energia proveniente de novos empreendimentos, o índice ICB será calculado pelo sistema aplicando-se a expressão (2) com base nos valores de Receita Fixa (RF) e Quantidade de Lotes (QL), submetidos pelo empreendedor na ocasião e no valor da parcela K relativa ao novo empreendimento, calculada antecipadamente pela EPE a partir dos dados fornecidos pelos empreendedores. Vale ressaltar que o índice ICB assim calculado possibilita a correta comparação de projetos termelétricos para qualquer valor de fração  $x$ , no intervalo  $0 < x < 1$ . O edital de licitação poderá, no entanto, definir um percentual mínimo de GF destinado à comercialização no ACR (valor mínimo para  $x$ ).

O ICB é, portanto, uma estimativa do quanto irá custar a energia a ser fornecida por um empreendimento (ou parte dele) aos seus compradores (agente distribuidor), durante o prazo de vigência do contrato por disponibilidade de compra e venda de energia. (BEN 2010)

## **2. OBJETIVO**

O objetivo específico da pesquisa será avaliar os impactos financeiros que um projeto de compensação, conforme definido no Anexo II da Instrução Normativa IBAMA nr. 7, traria ao empreendedor, estimando as emissões de carbono (Ton. C/ano), utilizando como base a Usina Termelétrica – UTE - a carvão em Candiota III, Fase C, na cidade de Candiota, RS, apresentando o impacto financeiro que esta compensação traria ao empreendedor.

Em novembro de 2009 a empresa MPX recebeu a Licença Prévia do Ibama para o projeto. O investimento previsto é de US\$ 1,4 bilhão.

Em comunicado aos investidores, a MPX informou que o suprimento de carvão mineral para a MPX Sul virá da mina de Seival, na qual a empresa tem participação de 70%. A mina fica ao lado do terreno onde a usina será construída, tem reservas comprovadas de 152 milhões de toneladas de carvão e recursos totais de 459 milhões de toneladas.

A nova usina deverá ter capacidade de geração de 350 megawatts. (MPX, 2009).

### **2.1 Instrução Normativa IBAMA No. 7 – Anexo II**

A Instrução Normativa IBAMA No. 7, conforme o ex Ministro Carlos Minc, estabelecerá as formas de compensação, como plantio de árvores, investimentos em energia alternativa ou implantação de sistema de captura de carbono. Minc avalia que o país está atrasado em relação ao uso da geração eólica e solar e defendeu a adoção de medidas que aumentem a competitividade da energia limpa. Uma das saídas seria o encarecimento do custo de fontes de energia poluentes, para deste modo tornar as fontes renováveis mais acessíveis.

Em 13 de abril de 2009, o então Ministro do Meio Ambiente Carlos Minc assina a portaria em conjunto com o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.

O detalhamento da portaria encontra-se no item 4.8 deste trabalho.



### 3. METODOLOGIA

A pesquisa utilizar-se-á de dados, informações, leis e ações do Depto. de Mudanças Climáticas do Ministério do Meio Ambiente, IBAMA, Plano Nacional de Energia – PNE, Matriz Energética Brasileira, Usinas Hidrelétricas, Energias Alternativas, Usinas Térmicas, Agenda Elétrica Sustentável 2030, conceitos de gestão ambiental, sustentabilidade, eficiência energética e literaturas e artigos sobre o custos do dano ambiental, todos apresentados durante o Curso Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental e negócios no setor energético – Instituto de Energia e Eletrotécnica – USP.

Para responder a questão de pesquisa, será utilizado a fórmula de cálculo de compensação descrita no Anexo II da Instrução Normativa (IN) nr. 7 do IBAMA, considerando as informações de geração da usina Termelétrica a Carvão Candiota III.

Serão utilizados também os dados técnicos científicos utilizados pela Reflorestadora Tropical Flora em seus projetos de reflorestamento, validando o sequestro de CO<sub>2</sub> proposto pelo plantio, como ferramenta de compensação das emissões de GEE pelas UTEs. O modelo de projeto de reflorestamento utilizado será o de plantio em áreas de preservação permanente e reserva legal, com a permanência “ad eternum” das árvores plantadas.

#### 3.1 Fórmula de Cálculo – Compensação – Anexo II - IN no. 7

Dados relevantes:

- a – Fatores de emissão calculados com base na média ponderada de todas as térmicas que despacharam energia no sistema interligado no ano de 2007. Dados ONS e MME. = Média Ponderada Carvão/Óleo;
- b – Energia gerada em 25 anos calculada com base na multiplicação da Potência Instalada (mW) x Tempo de Operação Pleno da UTE (8760 horas/ano) x 25 anos, que representa a vida útil média do empreendimento;
- c – Fator de Capacidade é aplicado para adequar o tempo de operação considerado às horas médias efetivas de funcionamento das UTEs;
- d – Emissões de carbono em toneladas obtidas dividindo-se as emissões de CO<sub>2</sub>, pelo fator 3.67. Emissões de CO<sub>2</sub> são calculadas com base na multiplicação da energia gerada, em 25 anos, pelo fator de emissão e pelo fator de capacidade.
- e – 1/3 das emissões de carbono, valor mínimo a ser mitigado por meio de recuperação florestal

f – Cálculo da área a ser recuperada é obtido pela divisão de  $1/3$  das emissões de carbono pelo fator de 120 toneladas de carbono/ hectare. Utiliza-se o valor de 120 ton C/hectare, pois representa uma abordagem conservadora baseada em dados de literatura que variam entre 120 a 350 ton C/ hectare.

g –  $2/3$  das emissões de carbono a serem mitigadas por meio de projetos de eficiência energética e ou outras fontes.

#### 4. O SETOR ENERGÉTICO BRASILEIRO

O desenvolvimento do ser humano está intrinsecamente ligado aos tipos de energia que ele teve acesso. Como comentado por FERNANDES (1999), o domínio sobre o fogo foi o primeiro grande passo para a humanidade. Na época o combustível existente era somente a lenha. Mais tarde começou o uso do carvão vegetal, um combustível mais compacto se comparado com a lenha.

Com estes energéticos, que até hoje são utilizados, o Homem deu início à metalurgia, indústria básica para o desenvolvimento da agricultura, todo tipo de artesanato, armamentos, construção civil, transporte, etc.

O primeiro metal a ser trabalhado foi o bronze, mistura de cobre com estanho. Depois veio o ferro, mas o que viabilizou a metalurgia deste foi o uso do carvão mineral. Aliás, o carvão mineral foi o combustível que impulsionou a revolução industrial. Foi com ele que as máquinas a vapor funcionaram e, através delas, o Homem conseguiu produzir em grandes quantidades produtos manufaturados, como tecidos, ferramentas, outras máquinas, etc. Foi também através das máquinas a vapor que o Homem reduziu o tempo de deslocamento entre cidades e nações, através dos trens e navios. É importante notar que a Inglaterra, berço da revolução industrial, tinha muito carvão mineral e minério de ferro.

Com o carvão mineral foi possível produzir um gás, conhecido como gás manufaturado, através do craqueamento deste. Este gás, rico em hidrogênio, permitiu as primeiras instalações de iluminação pública e depois o seu uso nas residências em fogões e aquecedores de água. Este tipo de utilização só foi possível com um gás, que era uma extensão do uso do carvão.

Entretanto, segundo MARTIN (1966), o gás manufaturado foi deslocado completamente da iluminação pública com a descoberta da energia elétrica no século XVIII. Além de ocupar o espaço do gás na iluminação pública, a energia elétrica passou a ocupar também espaço do carvão em outros processos industriais. A energia elétrica é mais nobre do que o carvão, pois sua conversão em outra forma de energia é conseguida de forma muito eficiente.

Já no final do século XIX outro energético surge para mudar o mundo: o petróleo com o uso de seus derivados. A infinidade de variações de hidrocarbonetos, permitindo diversos tipos de combustíveis gasosos e líquidos, além de outros que permitiram a indústria do plástico. Rapidamente surge a indústria automobilística, que anda em rodovias, feitas com asfalto, sub-produto da destilação fracionada do petróleo.

Século XX, início do uso em escala do gás natural. Seu início foi nos EUA, mas com as exportações da Rússia, com a maior reserva do planeta, o gás natural tomou espaço do carvão nas termoelétricas e do gás manufacturado fornecido para as residências na utilização em fogões, aquecedores e calefação.

Hoje o gás natural se tornou mundialmente o energético mais utilizado em termoelétricas e é o energético que mais cresce em utilização.

Outro combustível do século XX é o nuclear, inicialmente fonte de energia para as bombas atômicas, teve sua utilização como combustível em usinas termonucleares. Muitos países utilizaram esta forma de energia, como os EUA, França e Alemanha. Hoje, seu futuro está sendo repensado. No Brasil, o projeto Angra III vem demonstrar o interesse pela tecnologia, apesar de ainda existir os riscos sobre os impactos ambientais, ainda desconhecidos a longo prazo.

#### **4.1 Histórico da Matriz Energética Brasileira**

Desde a descoberta, o Brasil utiliza a lenha como energético. O ciclo da cana de açúcar se desenvolveu todo ele sustentado pela lenha. O caldo de cana era aquecido em tachos de cobre, utilizando lenha.

O ciclo do ouro, que veio em seguida, também foi calcado no uso da lenha. O ouro em pó era derretido em fornos a lenha/carvão vegetal, assistidos com foles, para se obter as temperaturas necessárias.

O ciclo do café, foi o primeiro que trouxe o uso do carvão mineral, não porque a torrefação necessitasse. Mas o dinheiro proporcionado pelo café, aliado a presença de imigrantes que trouxeram uma massa crítica de conhecimento, aliado ao mercado brasileiro que demandava cada vez mais produtos utilizados na Europa, desencadeou os primeiros passos da industrialização do Brasil, particularmente na cidade de São Paulo. O carvão, além da energia mecânica gerado pela rodas d'água, foi o grande responsável. O carvão passou a substituir também a lenha nas locomotivas a vapor. Foi o responsável pelo início da indústria de gás manufacturado do Rio de Janeiro e São Paulo.

Descrito por MARTIN (1966), este carvão era importado da Inglaterra principalmente e dos EUA. A produção nacional de carvão começa apenas em 1912.

Esta dependência do carvão importado entra em crise com a primeira guerra mundial entre 1914 e 1918 e continua nos anos que se seguiram devido à reconstrução da Europa. É

importante notar que a produção industrial mundial pode ser correlacionada nesta época com o consumo deste energético.

Em paralelo, o desenvolvimento proporcionado pelo café trouxe investidores externos e internos para a geração de energia elétrica. Entre 1901 e 1930 houve um aumento de 15,6% da capacidade instalada

A importação de petróleo e derivados era desprezível até o fim da primeira guerra mundial. As importações triplicaram logo após e se mantiveram assim até 1923. A partir de 1924, as importações começam a crescer consistentemente, salvo alguns anos de queda. Este crescimento coincide com o crescimento do uso de automóveis e caminhões.

Em 1929, com a quebra da bolsa de New York, nova crise se instalou. No Brasil a repercussão foi imediata, pois a base de sustentação da política "café com leite" era o café. Com a instalação do governo de Getúlio Vargas em 1930 começa uma fase desenvolvimentista que permanece até 1980, conforme SANTOS (2004).

Esta fase se caracterizou por um governo forte, centralizador, intervencionista, nacionalista e populista. Caracterizou-se como sendo a fase onde o Brasil obteve o maior crescimento em sua economia. Crescimento este calcado na industrialização, na urbanização, na expansão das rodovias, das telecomunicações, da indústria de base.

De acordo com o documento "Memória da Eletricidade" ELETROBRÁS, o Código de Águas criado em 1934 deu o caráter centralizador do governo, dando à União a posse de todo o recurso hídrico nacional. O Código aboliu a Cláusula Ouro dos antigos contratos de concessão de eletricidade. A partir de 1941 passou a vigorar uma nova regulamentação econômica para o setor, através da qual a tarifa máxima passava a ser determinada pelo "custo do serviço". De acordo com esse documento, o capital seria remunerado em média a 10% ao ano. Porém, estabeleceu-se o princípio do custo histórico do serviço, isto é, os custos deveriam ser calculados em valores nominais passados, sem cláusulas de correção inflacionária ou cambial.

Em 1953, devido a uma estação de seca grave, o país foi obrigado a adotar um racionamento de eletricidade, em uma época conturbada politicamente, que culminou com o suicídio de Vargas em 1954. Segundo Bermann (1991), o ano de 1955 é considerado um marco no Brasil da intervenção direta do Estado na geração de eletricidade, com a entrada em operação da primeira máquina da usina hidrelétrica de Paulo Afonso.

As relações entre empresas privadas e estatais já ocorriam desde o final do século 19, sempre pautada por controvérsias, sendo as mais fortes: a natureza da atividade de prestação

de serviços públicos de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica; a presença de empresas estrangeiras e as formas de remuneração do capital através das tarifas.

No início do século 20, aproveitamentos hidrelétricos de vários portes e locais foram passados para o controle de duas empresas: AMFOP (pela sua subsidiária EBASCO) e a LIGHT, que foram estatizadas em 1964 e 1979, respectivamente, em condições vantajosas para estas empresas.

A partir dos anos 40 várias empresas estatais foram criadas, sendo duas na década de 40, nove na de 50, dez nos anos 60 (sendo que em 1966 a criação da CESP absorveu várias empresas estatais), duas nos anos 70, sendo uma delas, a ITAIPÚ, binacional (Brasil/Paraguai), com 96% da energia destinado ao Brasil.

Nos anos 50, três fatores marcaram a inserção do Estado no setor elétrico: a criação da ELETROBRÁS, a instituição do "Plano Nacional de Eletrificação" e a criação do "Fundo Federal de Eletrificação".

Um ponto comum que caracteriza principalmente concessionárias que tinham atividade de distribuição, geração e transmissão de energia elétrica é que cada empresa criada correspondia um determinado aproveitamento hidrelétrico, cujas obras eram de responsabilidade específica da concessionária.

Outro ponto comum é que estas empresas estatais de caráter estadual foram criadas precedidas pela institucionalização de uma *taxa de eletrificação*, para capitalizar e viabilizar o programa de eletrificação nos estados. Esta taxa, junto com os recursos provenientes do IUEE - Imposto Único de Energia Elétrica (institucionalização do "Fundo de Eletrificação"), federal, concedido mediante apresentação do "plano de eletrificação" do estado; consistia uma forma vigorosa de arrecadação de recursos para as concessionárias. Entre 1954 e 1961, o agente de mobilização desses recursos foi o Banco Nacional de Desenvolvimento Economico e Social - BNDES. Durante esse período o setor elétrico representou de 40 a 60% dos investimentos totais do Banco. A partir de 1962 a Eletrobrás passou a ser o principal destino desses recursos, transformando-se na grande instituição financeira do setor. O acesso a tais fontes de financiamento baratas permitiu a estrondosa expansão do setor, através de empresas estatais.

A apresentação do "plano de eletrificação" enfatiza a importância do papel das estatais no planejamento dos aproveitamentos energéticos para fins elétricos, em substituição ao planejamento de empresas privadas concorrentes, que seriam incapazes de "racionalizar e otimizar os aproveitamentos", principalmente os da mesma bacia hidrográfica.

Em paralelo, foram mantidas diversas empresas privadas possuidoras de usinas de pequeno porte, dedicadas à distribuição ao cliente final. Foram concedidas a grupos industriais as gerações para próprio consumo.

A ELETROBRÁS controlava uma "holding" de seis empresas e tinha participação nas outras estaduais e privadas chamadas de coligadas.

Desta forma, em termos de capacidade instalada (data do levantamento 31/03/1990):

·	Empresas Controladas	23.237 MW	(43,9%)
·	Empresas Coligadas	16.456 MW	(30,3%)
·	Itaipu	10.500 MW	(19,4%)
·	Auto produção + privadas	3.487 MW	(6,4%)
	TOTAL .....	54.237 MW	(100,0%)

Pelo fato de muito se ter investido na construção do parque nacional de hidrelétricas, o governo brasileiro fomentou o uso da energia elétrica, para amortizar os investimentos feitos. Isto direcionou o sistema produtivo a utilizar equipamentos de geração de calor e vapor elétricos.

No petróleo, não foi diferente. Em 1934 o governo criou o Código de Minas, situação que perdurou até 1938 com a Lei nº 395 que criou o Conselho Nacional do Petróleo (CNP). Esta lei decretava que todas as atividades petroleiras eram de utilidade pública, as quais deveriam ser regulamentadas pelo CNP. O Estado, através do CNP, controlaria as atividades de refino, prospecção e exploração das jazidas de petróleo.

Com a segunda guerra mundial a rigidez nacionalista em relação ao petróleo foi relaxada, de acordo com SANTOS (2004). As descobertas na Bahia atraíram o interesse de empresas estrangeiras. Contudo, com o fim da guerra, o petróleo assumiu um papel ainda mais estratégico na economia global. Surgiu uma nova onda nacionalista, que propiciou a criação da Petrobrás em 1954, por Getúlio Vargas, herdando todo os ativos produtivos do CNP, principalmente 232 poços de produção e 361 de exploração. Em menos de dez anos, a Petrobrás instalou uma capacidade de refino equivalente ao consumo de produtos petroleiros do país. O Brasil livrou-se da dependência de produtos derivados e passou a importar óleo bruto. A produção nacional de petróleo aumentou muito e representou 1/3 do consumo total do país em 1960.

Foi fundamental para a consolidação da Petrobrás a modificação ocorrida no sistema de financiamento do setor de petróleo. Quando a empresa foi criada, foram disponibilizadas quatro fontes de recursos fiscais: um imposto sobre automóveis importados; uma contribuição anual de proprietários de automóveis, avião ou barco (onde se entregava um certificado que poderia ser trocado posteriormente por ações preferenciais da empresa); uma contribuição especial paga por todas as demais empresas de petróleo operando no mercado nacional; e finalmente uma fração de um novo Imposto Único sobre os Combustíveis (sendo que a outra fração desse imposto seguia para um fundo que financiava investimentos na área de transporte, na ampliação da infra-estrutura que permitia o uso de veículos e o consumo de combustíveis). Apesar desta fonte de recurso ter sido importante no início da Petrobrás, não eram suficientes para que ela realizasse seus inúmeros investimentos. Muito mais importantes foram os recursos próprios da empresa que, em três anos, passaram a contribuir com parcelas de 50, 70 e 90% do financiamento total.

Na indústria, a era Vargas trouxe a siderurgia (CSN) na negociação com os EUA e a Vale do Rio Doce na exploração do minério. Nos anos 50 e 60, devido aos investimentos estatais, o setor energético também se industrializou. As áreas de petróleo, hidroeletricidade e carvão adquiriram dimensões de indústria, somando os esforços do governo na construção de indústrias de base e infra-estrutura. A era desenvolvimentista prosseguiu com Juscelino e seu plano de metas, desenvolvendo a indústria nacional e reduzindo a dependência brasileira da exportação de commodities agrícolas e minerais.

A instabilidade da moeda gerada pelos excessivos gastos governamentais, principalmente com a construção de Brasília, provocaram um aumento da inflação. Juscelino rompeu com o Fundo Monetário Internacional - FMI, que exigia austeridade fiscal. Esta retomada só se deu em 1964, com o governo militar arrochando os salários e gastos públicos e aumentando a participação dos tributos no Produto Interno Bruto – PIB - de 16,3% para 22,4% entre 1964 e 1967, reduzindo com isso uma inflação de 87%aa para 24%aa no mesmo período. O crescimento econômico caiu para taxas de 3,6% neste período, mas rapidamente recuperou-se crescendo a taxas muito altas. Entre 1968 e 1973 o PIB cresceu em média 11,5%aa, enquanto a inflação foi reduzida de 25,4% para 15,5%. O crescimento foi maior nas indústrias de bens de consumo duráveis, de equipamentos de transporte e em indústrias de base como o aço, cimento, e a geração de eletricidade. Além disso, foram criados instrumentos de financiamento da casa própria, cujo efeito foi dar um grande impulso na construção civil.



O fator responsável pela grande penetração do petróleo no mercado nacional e mundial era o preço. Um grande impacto se deu na economia nacional e mundial quando a OPEP - Organização dos Países Exportadores de Petróleo - aumentou significativamente o preço em 1973. O mundo reagiu de diferentes formas. O Japão, por exemplo aproveitou a importação do petróleo para alavancar suas exportações, negociando com seu dinheiro.

No Brasil, os militares que estavam no poder desencadearam as seguintes ações e programas:

- A prospecção e extração de petróleo em águas profundas;
- A intensificação da construção de hidrelétricas para reduzir a dependência do petróleo na indústria;
- A associação com a Alemanha de repasse de tecnologia nuclear, resultando na construção de Angra 1 e Angra 2 e compra dos principais itens de Angra 3;
- O Pro-álcool, maior programa mundial de sucesso em renováveis.

Estes esforços foram possíveis através do endividamento do governo, em financiamentos a juros baixos de dinheiro oriundo do próprio petróleo. Outro choque se deu em 1979, houve um aumento dos juros das dívidas em dólar e a economia brasileira entrou em uma espiral inflacionária, onde somente conseguiu sair com o Plano Real, iniciado no governo de Itamar Franco.

No governo de Fernando Henrique, se deu a privatização de várias estatais, principalmente no Estado de São Paulo. Toda a distribuição de energia elétrica e gás canalizado foi privatizada.

De qualquer forma, a privatização se deu sem haver um marco regulatório bem definido e visou o maior retorno para o caixa do governo. A falta de regras claras e de definição das responsabilidades dos atores ocasionou a crise de energia elétrica de 2001.

Como forma de prevenção a novos problemas de geração de energia elétrica, o governo federal, em 2001, iniciou imenso programa de investimentos em uma rede de usinas termoelétricas, movidas a gás, carvão e óleo combustível e que não dependem do ciclo das águas. Essa rede de usinas, segundo o governo, daria flexibilidade para o sistema e serviria de *back-up* em épocas de secas, complementando o sistema.

Ainda hoje, como pudemos observar em 10 de novembro de 2009, devido a um inédito desligamento total da usina hidroelétrica de Itaipú Binacional, 18 estados brasileiros ficaram totalmente ou parcialmente sem energia, sendo a região sudeste a mais afetada. Os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo ficaram totalmente sem luz. Em Minas Gerais,

houve blecaute total nas regiões do Triângulo Mineiro e da Zona da Mata. O apagão também afetou partes do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Sergipe, Alagoas, Bahia, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Acre, Rondônia e uma pequena parte do Distrito Federal. Em média essas regiões ficaram 3,5 horas no escuro, sendo que algumas localidades sofreram até 6 horas (TERRA, 2009)

Porém é importante ressaltar que antes da privatização das distribuidoras de gás canalizado, uma decisão governamental, processada pela Petrobrás, criou o gasoduto Brasil-Bolívia, fato que evidencia a liderança do Estado na definição de um panorama novo para a matriz energética nacional.

#### **4.2 Geração de Energia Elétrica no Brasil - Situação Atual**

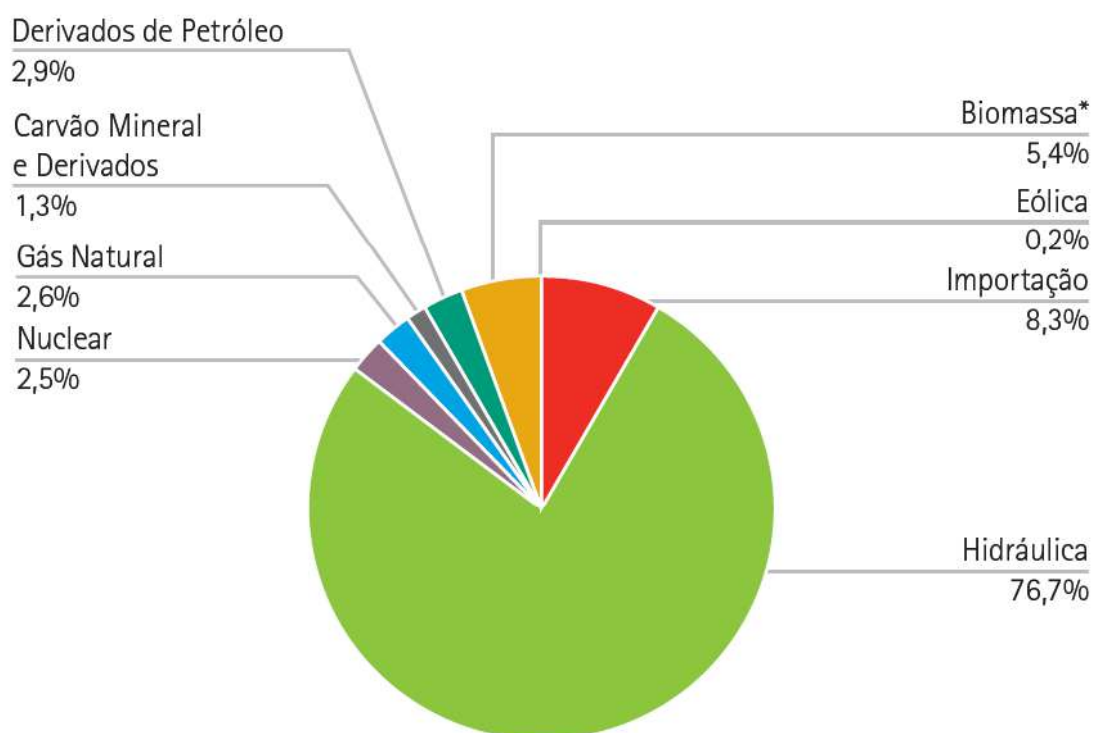
A matriz energética brasileira apresentou em 2009 uma proporção de energia renovável ainda maior do que nos anos recentes, atingindo 47,3%. Esta é a maior proporção observada desde 1992, quando o uso da lenha e do carvão vegetal, nem sempre proveniente de reflorestamento, era muito mais intenso (correspondia a mais de 17% de toda a energia consumida no país; em 2009 essa proporção esteve em torno de 10%). Em 2009, o total de energia consumida no país atingiu 243,9 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep), significando uma redução de 3,4% em relação a 2008. Entre os energéticos, houve importante crescimento no uso da energia hidráulica (5,2%), refletindo as condições hidrológicas favoráveis. Consumiram-se também mais derivados da cana (2,8%), expansão muito ligada ao uso do bagaço na autoprodução de eletricidade e à intensificação do uso do etanol em uma frota onde cresceu muito a presença de motores flex fuel entre os veículos leves. Em contrapartida, caiu o consumo de derivados de petróleo, do gás natural e do carvão. Em parte, a queda do consumo de gás natural é explicada pela redução na geração termoelétrica. O menor consumo de carvão está associado à redução da produção na siderurgia.

A produção de eletricidade, em 2009, obteve um ligeiro acréscimo de 0,6% com relação a 2008. Observou-se uma forte queda de 30,6% na geração através de fontes não renováveis, em relação ao ano anterior, com destaque para o gás natural(-53,7%) e derivados de petróleo (-17,1%). Já a geração por meio de fontes renováveis apresentou aumento de 5,5%, sendo que a hidráulica foi uma das que mais cresceram. Com a maior utilização das usinas hidrelétricas, em detrimento às termelétricas, a eletricidade de origem renovável aumentou de 85,1%, em 2008, para 89,8% no último ano.

A geração de energia elétrica no Brasil em centrais de serviço público e autoprodutores atingiu 466,2 tWh em 2009, resultado 0,65% superior ao de 2008. Permanece como principal a contribuição de centrais de serviço público, com 89,0% da geração total. Nestas, a principal fonte é a energia hidráulica, que apresentou queda de 1,4% na comparação com 2007. A geração pública a partir de combustíveis fósseis elevou-se em 63,2%, com aumento expressivo na geração a partir do gás natural (116,6%) e da energia nuclear (13,1%). A geração de autoprodutores em 2008 apresentou crescimento de 8,4% com relação ao ano anterior, considerando o agregado de todas as fontes utilizadas. Importações líquidas de 42,9 TWh, somadas à geração interna, permitiram uma oferta interna de energia elétrica de 505,3 TWh, montante 4,5% superior a 2007. O consumo final total cresceu 3,9%, enquanto as perdas nos sistemas elétricos aumentaram 8,1%.

Na figura 1 abaixo apresentamos a Matriz Brasileira por Fonte Energética

**FIGURA 1 – Matriz Energética Brasileira por Fonte Geradora**



Nota(\*) Inclui Lenha, Bagaço de cana, lixívia e outras recuperações.

Fonte: BEN, 2010

#### 4.2.1 Projeções dos Empreendimentos

A figura 2 a seguir demonstra o número de empreendimentos, em operação, em construção e em outorga, onde poderá ser observado o crescimento em percentual das novas térmicas, energia que será gerada com a queima de combustíveis fósseis, mais agressivos ao meio ambiente.

**FIGURA 2. Empreendimentos em operação, construção e outorgados**

Empreendimentos em Operação				
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
CGH	325	187.449	184.848	0,17
EOL	48	871.482	867.886	0,78
PCH	382	3.383.041	3.321.830	2,98
SOL	4	86	86	0
UHE	174	77.783.587	76.876.839	68,97
UTE	1.384	30.159.798	28.210.480	25,31
UTN	2	2.007.000	2.007.000	1,80
<b>Total</b>	<b>2.319</b>	<b>114.392.443</b>	<b>111.468.969</b>	<b>100</b>

Os valores de porcentagem são referentes a Potência Fiscalizada. A Potência Outorgada é igual a considerada no Ato de Outorga. A Potência Fiscalizada é igual a considerada a partir da operação comercial da primeira unidade geradora.

Empreendimentos em Construção			
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
CGH	1	848	0,01
EOL	19	551.800	3,26
PCH	67	857.418	5,06
UHE	11	8.795.100	51,95
UTE	48	5.374.987	31,75
UTN	1	1.350.000	7,97
<b>Total</b>	<b>147</b>	<b>16.930.153</b>	<b>100</b>

Empreendimentos Outorgados entre 1998 e 2010 (não iniciaram sua construção)			
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
CGH	69	45.630	0,15
CGU	1	50	0
EOL	82	2.743.231	8,91
PCH	147	2.032.798	6,60
SOL	1	5.000	0,02
UHE	13	13.879.100	45,09
UTE	157	12.072.423	39,22
<b>Total</b>	<b>470</b>	<b>30.778.232</b>	<b>100</b>

Legenda	
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CGU	Central Geradora Undi-Elétrica
EOL	Central Geradora Eolielétrica
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
SOL	Central Geradora Solar Fotovoltaica
UHE	Usina Hidrelétrica de Energia
UTE	Usina Termelétrica de Energia
UTN	Usina Termonuclear

Fonte, ANEEL, BIG, 2010.

### **4.3 Demanda por Energia**

Em um cenário de crescimento econômico sustentado é de esperar um grande aumento da demanda de energia. Nessas condições, a estratégia de expansão da oferta de energia deve considerar iniciativas que promovam o uso mais eficiente das fontes. Uma medida dinâmica dessa eficiência é dada pela evolução do conteúdo energético do PIB. Entre 1970 e 1980 houve redução drástica desse parâmetro, indicando que o produto nacional aumentou com menor uso relativo de energia. O fator decisivo dessa dinâmica foi a substituição de fontes de energia menos eficientes (lenha) por outras mais eficientes (derivados do petróleo e eletricidade). Já nos períodos subsequentes houve aumento da intensidade energética, o que encontra respaldo no estágio de desenvolvimento econômico do país, em especial no setor industrial. (EPE, 2008)

Nos anos iniciais do período de projeção esse indicador ainda crescerá, em virtude de componentes inerciais da oferta e da demanda de energia. Essa tendência só se reverterá ao longo do período, na medida em que ações de eficiência energética produzam resultados mais efetivos. Nessas condições, o conteúdo energético do PIB em 2030 será aproximadamente igual ao de 1990, mas a economia será quatro vezes maior (EPE, 2008).

### **4.4 Setor Energético e as Emissões de Gases de Efeito Estufa a partir da entrada das Usinas Térmicas na Matriz Energética Brasileira**

Mesmo com a construção das usinas do Madeira e de Belo Monte, além do reator nuclear de Angra 3, o Brasil mais do que dobrará, nos próximos dez anos, as emissões de gases do efeito estufa produzidos a partir da geração de energia térmica. A contribuição ao aquecimento global, embora discreta se comparada à dos países ricos, é um dos efeitos mais nocivos da crescente presença de fontes poluentes na matriz elétrica do país.

Segundo dados estimados do BEN 2010, ano base 2009, o Brasil emitiu o equivalente a 1,78 t CO<sub>2</sub>/hab, o que equivaleria dizer 338 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>.

Esse incremento já é sentido na evolução da intensidade de emissões no setor de energia como um todo. Se há 15 anos a geração de energia emitia 42 toneladas de CO<sub>2</sub> para cada gigawatt/hora, em 2007 a emissão era de 54 toneladas de CO<sub>2</sub> por gigawatt/hora. Um aumento de 30%. Este é um reflexo do aumento do investimento do governo nas termelétricas, aumentando o compartilhamento da matriz energética com as hidroelétricas.

Segundo ABBUD e TANCREDI, (2010) as dificuldades de licitação de aproveitamentos hidrelétricos a partir de 2003 não podem ser atribuídas exclusivamente à introdução do Licenciamento Ambiental Prévio como requisito para o leilão de novos aproveitamentos. Na verdade, implantou-se, no País, um clima desfavorável ao licenciamento de usinas hidrelétricas, do qual é exemplo atual a Usina de Belo Monte, projeto iniciado nos anos 1970, que o Governo ainda vinha se esforçando por licitar em 2009. Esse clima é mantido por meio de um eficiente trabalho de comunicação realizado por ONGs ambientalistas, indígenas, celebridades internacionais, e por determinados movimentos sociais, tais como o Movimento dos Atingidos por Barragens – MAB.

Eles têm sido extremamente eficientes para mobilizar a imprensa e a opinião pública contra a construção de usinas hidrelétricas, em geral, e, em especial, contra aquelas dotadas de reservatórios d'água.

Esse ambiente contribui para que procuradores e promotores façam também uma aberta e persistente litigância contra a construção de hidrelétricas, que são freqüentemente acolhidos pelo Judiciário, gerando atrasos e protelando o licenciamento das obras, enquanto as termelétricas são facilmente licenciadas. Não há pressões, nem campanhas contra essa modalidade de geração, de característica notadamente poluente. A restrição mais relevante à concessão de licença ambiental para as termelétricas foi a edição, em 2009, da Instrução Normativa nº 7, do IBAMA, que criou contrapartidas mitigatórias, e se encontra embargada por determinação da Justiça (ABBUD e TANCREDI, 2010).

A conseqüência desse quadro é a expansão da base termelétrica na matriz de geração de energia elétrica, prevista, inclusive, no Plano Decenal de Expansão 2008-2017 (PDE 2008-2017), do Ministério de Minas e Energia. De acordo com o Plano, a capacidade instalada termelétrica do Sistema Interligado Nacional sofrerá um acréscimo de 104% no período 2008-2017, passando de 15.543 mW, em 2008, para 31.553 mW, em 2017. Serão 16.010 mW a mais de energia dessa origem no Sistema. Segundo o plano, e em decorrência da expansão das térmicas, as usinas hidrelétricas (UHE) corresponderão a apenas 71% da capacidade instalada nacional em 2017, uma queda de 8,65 em relação ao que representavam em 2008. A situação melhora quando a evolução das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) no mesmo período é levada em conta, reduzindo-se a queda do conjunto da geração hídrica para a casa dos 7%.

O aumento da participação térmica a combustíveis fósseis na matriz brasileira de eletricidade preocupa também por seus impactos no preço ao consumidor final. A hipótese de atraso na construção de hidrelétricas analisada no PDE 2008-2017 estima em mais de R\$ 2 bilhões o impacto desses custos na operação total do sistema; para o consumidor, entretanto,

esse valor resulta ainda maior, em razão dos inúmeros acréscimos que o custo da geração sofre até chegar a compor a conta de luz.

A dependência de usinas termelétricas para assegurar o abastecimento nacional foi enormemente evidenciada quando houve atraso no início da estação chuvosa 2007/2008. O Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) baixou a Resolução nº 8/2007, autorizando o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) a acionar extraordinariamente usinas termelétricas fora da ordem do mérito econômico, com vistas à garantia do suprimento energético, por decisão do Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico – CMSE.

Com base nessa autorização, 42 usinas térmicas foram chamadas a gerar já a partir de janeiro de 2008. Foi produzido um montante de 12,23 milhões de mWh, a um custo total de R\$ 2,14 bilhões, durante o ano de 2008, e 2,17 milhões de mWh, ao custo de R\$ 157,50 milhões, até junho de 2009. O preço médio da geração fora da ordem de mérito ficou em R\$159,90/mWh, valor esse ao qual deve ser somado o custo de geração vigente no mercado livre, parcela que cresce sobremodo justamente nos momentos de escassez, tornando ainda mais significativo o preço final da energia assim produzida.

A interrupção dos leilões de novos aproveitamentos hidrelétricos, entre julho de 2002 e dezembro de 2005, e a pequena potência de origem hídrica licitada até 2007 (1.415,35 mW) – quando foi leiloado o aproveitamento hidrelétrico Santo Antônio –, teve duas justificativas, segundo as autoridades: a dificuldade de obtenção da Licença Ambiental Prévia e a falta de estoque de aproveitamentos hidrelétricos em condições de serem licitados.

Entre 1998 e 2002, foram aprovados pela ANEEL inventários de bacias hidrográficas que totalizaram 33.180 mW. No mesmo período, haviam sido aprovados estudos de viabilidade de novos aproveitamentos hidrelétricos que somavam quase 10.300 mW de capacidade instalada. A maioria dos aproveitamentos que compunham esses 10.300 mW foram licitados até julho de 2002, quando foi realizado o último leilão sob a legislação até então vigente. Restaram apenas 757 mW a serem leiloados, dos quais 233 mW seguem sem licenciamento ambiental até hoje.

Essas recentes mudanças na matriz de geração de energia elétrica brasileira têm conseqüências ambientais que precisam ser examinadas. As ameaças ao meio ambiente são de natureza diversificada, mas vêm tomando dimensões cada vez maiores a preocupação com a emissão de GEE, cuja redução foi elevada à categoria de verdadeiro imperativo mundial, ocupando mentes no mundo inteiro durante a 15ª Conferência das Nações Unidas Sobre Mudanças Climáticas (COP 15), ocorrida em Copenhague em dezembro de 2009. Apenas 1,5% das emissões de gases potencialmente causadores do fenômeno do aquecimento global,

no caso brasileiro, provêm do setor elétrico, enquanto, no mundo, 24% provêm dessa atividade. Essa enorme desproporção em favor do Brasil se deve, sem dúvida alguma, ao tipo de composição apresentado pelas respectivas matrizes de geração. Entretanto, as emissões de CO<sub>2</sub> geradas por usinas térmicas, no Brasil, aumentaram 122% no período entre 1994 e 2007, notadamente a partir de 2000. Elas cresceram de 10,8 milhões, em 1994, para 24,1 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, em 2007, de acordo com estimativa divulgada pelo Ministério do Meio Ambiente. Nesse período, a capacidade instalada de térmicas cresceu 202%, passando de 7.051 mW para 21.324 mW.

Dos 17.300 megawatts (mW) de energia térmica que devem entrar em operação até 2016, segundo estimativas do próprio governo, (BIG, 2010) 63% são provenientes de combustíveis fósseis (carvão mineral, gás natural, óleo combustível e diesel). O restante das térmicas é de geração nuclear ou de biomassa.

As emissões de gases poluentes devem alcançar 44 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (medida que unifica o impacto dos vários gases causadores do efeito estufa) em 2016, aumento de 130% na comparação com as 19 milhões de toneladas previstas para 2007. No período, diminuirá de 84% para 69% a participação da energia hídrica na matriz brasileira. Em contraste, a fatia das térmicas crescerá de 15% para 29%, segundo planejamento da Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

No acumulado dos próximos dez anos, a operação das térmicas jogará na atmosfera cerca de 303 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. Isso representa mais do que a emissão anual de gás carbônico provocada pelo desmatamento da Amazônia, estimada em 200 milhões de toneladas.

O setor elétrico está longe do título de grande responsável pela contribuição do Brasil às mudanças climáticas. De acordo com o Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa, o mais abrangente relatório já produzido pelo governo brasileiro sobre o assunto, a queimada de florestas representa aproximadamente 75% das emissões de carbono do país.

Mas as usinas termelétricas começam a ostentar a desagradável imagem de vilãs, e sua expansão no país, na contramão dos esforços para amenizar o aquecimento global, pode comprometer a fama brasileira de ter matriz elétrica limpa. Além de mais sujas, as térmicas movidas a combustíveis fósseis costumam ser mais caras do que a energia de fonte hídrica e são ligadas como forma de dar mais segurança à operação do sistema.

As previsões da EPE sobre o nível de emissões produzido por elas já embutem estimativas preliminares de quando será preciso acioná-las - por exemplo, nos períodos de



estiagem. Ou seja, essas previsões se baseiam não na capacidade instalada das usinas térmicas, mas na suposição de quando será necessário de fato ligá-las, por razões hidrológicas ou de preço.

Existem cerca de 77 mil mW de usinas hidrelétricas e outros 15 mil de termelétricas funcionando no país. A produção de energia hídrica deve subir para 109 mil mW no fim de 2016, graças principalmente à entrada em operação de grandes empreendimentos, como as usinas do rio Madeira, Belo Monte e o complexo do rio Teles Pires. Enquanto isso, a potência das térmicas deverá alcançar cerca de 28 mil mW.

O crescimento da participação das térmicas na matriz brasileira deve-se à "entressafra" vivida na oferta de hidrelétricas.

Nos leilões de energia nova realizados desde 2005, foram negociados 9.676 MW médios - dos quais só 33% de fonte hídrica. Mais de 63% da energia veio de fontes poluentes.

Para Márcio Pereira Zimmermann, Ministro de Minas e Energia, o efeito dos últimos leilões para a piora da matriz brasileira é irreversível". Ele considera, porém, a construção das usinas do Madeira como um "ponto de inflexão", por abrir caminho para a retomada dos grandes projetos.

Nos próximos dez anos, para afastar o risco de déficit de abastecimento, devem entrar em operação mais dez térmicas movidas a óleo combustível ou diesel, nove usinas a gás natural e outras quatro a carvão mineral, segundo o planejamento do ministério. Também será reforçada a geração de usinas térmicas a gás já existentes, conforme determina termo de compromisso firmado entre a Petrobrás e a ANEEL. Zimmermann destaca que "a cesta de planejamento estava vazia" no início do governo Lula, com apenas 17 hidrelétricas projetadas, que somavam cerca de 3.300 MW de potência. Nem todas foram licitadas, por problemas no licenciamento ambiental, como Ipueiras (TO), Cambuci (RJ) e Barra do Pomba (RJ). Na avaliação do Ministro, o esforço em licenciar empreendimentos de grande porte, como o complexo do Madeira e Belo Monte, compensa, porque permite acrescentar de uma só vez à matriz elétrica, uma capacidade maior do que as 17 usinas planejadas anteriormente.

Isso não significa desprezo pelos projetos menores, diz Zimmermann. Segundo ele, a retomada do planejamento fará o Brasil aumentar novamente a participação de fontes limpas na matriz. Serão acrescentados 120 mil mW de potência até 2030, dos quais 30 mil mW são oriundos de térmicas - o restante é energia hídrica.

## 5. IMPACTO AMBIENTAL

Considera-se impacto ambiental todos os efeitos sensíveis provenientes das alterações de ordem física, química, biológica, social, econômica e cultural do ambiente, adversos e benéficos, causados por qualquer processo de transformação ambiental, antrópico ou não, que, direta ou indiretamente, afetem:

- A saúde, a segurança e o bem-estar presente e futuro do indivíduo e das comunidades de que participa;
- As atividades sociais, econômicas e culturais ocorrentes e previstas;
- A qualidade presente e futura dos recursos e fatores ambientais;
- A estabilidade presente e futura dos ecossistemas, constituídos ou em transição;
- As possibilidades de reabilitação de recursos e fatores ambientais.

Como fatores ou bens ambientais devem ser considerados o ar, a água, o solo, a flora, a fauna e o homem. Como recursos ambientais, qualquer sistema ecológico estabelecido através das relações de ordem física, química, biológica, social, econômica e cultural mantidas pelos fatores ambientais acima identificados.

### 5.1 A Constituição Federal e o Meio Ambiente

A Constituição de 1988, em relação às anteriores, pode ser considerada como um divisor de águas no tocante a tutela do meio ambiente. Destinou um capítulo inteiro à matéria.

O legislador constituinte no art. 225 da Constituição erigiu o meio ambiente à categoria de bem de uso comum do povo, asseverando assim, ser direito de todos tê-lo de maneira ecologicamente equilibrado, e em contrapartida determinou que sua defesa e preservação para as presentes e futuras gerações é dever do Poder Público e de toda a coletividade.

Ainda no supra citado artigo, precisamente no §3º, sujeita os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, responderem por suas condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente, no plano penal e administrativo, independente da obrigação de reparar os danos causados.

A velocidade dos fatos sociais, impossibilita que para todos os conflitos de interesses tenha previsão legal, principalmente no caso específico do meio ambiente. Justifica-se

exatamente pela circunstância de ser relativamente recente a preocupação deste. Não havia uma consciência ecológica e nem tão pouco a preocupação na feitura de normas protetivas. Somente com o despertar do valor que representa o meio ambiente, para a própria preservação da espécie humana, passou então a ser objeto de tutela do direito ambiental.

Mas apesar da enxurrada de leis, até hoje não há um código ambiental, conseqüentemente estão todas dispersas, dificultando e muito o trabalho do operador do direito. Em sendo, os princípios desempenham relevantes funções, entre elas a de servir de elo de ligação para aferir a concretização da Justiça. Os princípios são normas de natureza ou com um papel fundamental no ordenamento jurídico devido à sua posição hierárquica no sistema das fontes. Conforme o art 4º da Lei de Introdução ao Código Civil, “*quando a lei for omissa, o juiz decidirá o caso de acordo com a analogia, os costumes e os princípios gerais de direito*”.

Outra função importante é a intrínseca relação com a dicotomia existente entre direito privado e direito público. Por outras palavras, da mesma maneira que existem os princípios gerais de direito, têm também aqueles que são específicos a determinado ramo. Segundo Tercio Ferraz *"a distinção permite uma sistematização, isto é, o estabelecimento de princípios teóricos, básicos para operar as normas de um e de outro grupo, ou seja, princípios diretores do trato com as normas, com as suas conseqüências, com as instituições que elas referem, os elementos congregados em sua estrutura. Estes princípios decorrem, eles próprios, do modo como a dogmática concebe direito público e privado."*

## **5.2 O princípio do poluidor-pagador**

O homem é um fonte inesgotável de aspirações, nunca está satisfeito, sempre procura mais; entretanto os bens são limitados, não estão no mesmo plano de equivalência dos desejos humanos, daí a geratriz dos conflitos de interesses.

A exploração dos recursos naturais, sempre foi feita de maneira irracional e desordenada, nem de perto passava a preocupação que um dia a "fonte poderia secar". Os países desenvolvidos, no decorrer dos tempos, cometeram verdadeiras barbárie contra a natureza, na busca de riquezas.

Um dos maiores desafios da atualidade é equacionar o desenvolvimento econômico vs proteção ambiental. Ambos estão intimamente entrelaçados, tanto é assim que qualquer alteração naquele tem repercussão direta na economia, hoje inclusive se fala no "*ramo ambiental da Economia ou Economia do Meio Ambiente que busca avaliar a importância*

*econômica da degradação ambiental, procurar as causas econômicas dessa degradação e desenhar políticas de incentivo econômico para reduzir, e até mesmo preservar os atuais níveis de degradação". (GUERRA e HINOSTROZA, 1996). Se nenhuma ação política séria for adotada, estamos fadados a num futuro muito próximo presenciaremos um colapso total.*

O princípio poluidor-pagador vem sendo visto pelos doutrinadores como mecanismo capaz de dirimir ou ao menos atenuar essa problemática.

Toda atividade produtiva ou de exploração dos recursos, gera impactos ambientais. Em linguagem econômica, os custos sociais ou os danos não compensáveis, denominam-se externalidades. Em regra, o valor social dos benefícios decorrente da atividade proporcionada é inferior aos custos. É exatamente este uso não pago do ambiente que gera desequilíbrio. Às externalidades é imperioso atribuir valores monetários.

Em regra, não há um perfeito equilíbrio entre os custos de uma atividade e os benefícios sociais dela provenientes, principalmente no que tange a má utilização dos recursos, ficando evidenciada a difícil tarefa de manter um nivelamento entre questões econômicas e ambientais.

Assim, pode o princípio do poluidor-pagador, ser entendido com o recurso econômico utilizado para que o poluir arque com os custos da atividade poluidora, ou seja, haja a internalização dos efeitos externos (externalidade), passando assim a repercutir nos custos finais dos produtos e serviços oriundos da atividade. *“Assim se obriga a que haja a segurança de que os benefícios sejam de fato superiores aos prejuízos, havendo ainda um ganho líquido para o investidor. Num mundo capitalista, em que as decisões econômicas dependam dos custos e da rentabilidade prevista das empresas, parece lógico que os custos da prevenção e da eliminação da poluição fossem tomadas em conta pelo empresário” (MARTINS, 1990).*

Lembramos porém que a reparação não pode minimizar a prevenção do dano. É importante ressaltar que a conduta mais acertada seria prevenir o dano, mas se não for possível, pelo menos que seja garantida a reparação, não esquecendo porém que em determinadas situações o dano chega a atingir proporções tais, que até mesmo aferir o quanto torna-se difícil.

*“O princípio poluidor-pagador não é um princípio de compensação dos danos causados pela poluição. Seu alcance é mais amplo, incluídos todos os custos da proteção ambiental, quaisquer que eles sejam, abarcando, a nosso ver, os custos de prevenção, de reparação e de repressão do dano ambiental...” (BENJAMIN, 1993)*

### **5.3 O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e os instrumentos de regulação ambiental**

Até o início da década de 1970, a variável ambiental era negligenciada no desenvolvimento de políticas econômicas. Isso corroborava com a idéia de que o crescimento econômico necessariamente degradava o meio ambiente. Com a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente em Estocolmo em 1972, o conceito de sustentabilidade passou a fazer parte das preocupações dos cientistas, mostrando que a geração atual pode satisfazer as suas necessidades sem prejudicar a capacidade das gerações futuras de também satisfazê-las.

Dessa maneira vêm sendo desenvolvidas algumas técnicas para internalizar os custos ambientais que os agentes privados incorrem nas suas atividades econômicas. Uma alternativa é a adoção de instrumentos econômicos na gestão ambiental que atuem como incentivos na forma de prêmios ou de preços. Os incentivos na forma de preços são mecanismos de mercado que permitem que os preços dos bens e serviços ambientais sejam estabelecidos atribuindo-se um valor social para tais bens e serviços. O princípio o “poluidor/pagador” se encaixa nesse mecanismo. Esses incentivos podem atuar diretamente sobre os preços, se forem aplicados por meio de taxas ou tarifas; e podem ser indiretos, se forem aplicados sob a forma de certificados ou direitos de propriedade. O MDL é um exemplo de incentivo na forma de preços aplicado por meio de certificados negociáveis de emissão de poluentes. Tal mecanismo foi criado no âmbito da Convenção-Quadro das Mudanças Climáticas Globais, que tinha o objetivo de estabilizar a concentração de GEE (Gases de Efeito Estufa) na atmosfera em níveis que não representassem perigo para a vida humana, com base nos princípios de precaução e de responsabilidades comuns (diferenciadas). A convenção foi ratificada na Conferência das Nações Unidas Sobre Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro (ECO-92). Em 1997, foi assinado o Protocolo de Quioto (acordo internacional sobre o meio ambiente que entrou em vigor em fevereiro de 2005) onde foi definido que, no período de 2008 até 2012, a emissão de GEE nos países desenvolvidos (a lista do Anexo I – relação dos países-membros encontra-se no Capítulo 9, sub-ítem 9.2) fosse reduzida em média 5,2% em relação aos níveis de 1990. O MDL, dessa maneira, pode utilizado por tais países para cumprir o compromisso de redução de emissão através da promoção de desenvolvimento sustentável nos países não Anexo I (em desenvolvimento). Para os países em desenvolvimento não há compromissos nessa primeira fase (2008-2012), pois a prioridades de países como o Brasil é a melhoria da qualidade de vida da população. Para o segundo período

do Protocolo de Kyoto (pós 2012), entretanto, pode haver compromissos de redução para os países não Anexo I (PNE 2030, 2008).

#### **5.4 Conceitos do Crédito de Carbono– Panorama Mundial**

O relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, em inglês), divulgado em 02/02/2007, em Paris, deixou claro o que os estudiosos já previam: o aquecimento global e as mudanças climáticas da Terra estão ocorrendo, em boa parte, por conta da ação do homem sobre o meio ambiente. Segundo os especialistas, esta afirmação corresponde a dizer que se tem hoje 90% de certeza de que o aquecimento global está aumentando por conta da emissão de GEE - gases de efeito estufa lançado pelo homem na atmosfera terrestre.

A mídia brasileira e estrangeira têm centrada grande parte de seus espaços tomados com imagens, relatos, publicações, documentários, sobre os impactos causados pelas mudanças no clima. De maremotos na Ásia, passando pelas enchentes recordes na América do Sul, às seqüências imprevistas de Furações na América Central e do Norte, ao aumento de escala de classificação e quantidade de Tornados nos Estados Unidos, aos invernos cada vez mais quentes na Europa, raros são os telejornais diários de todas das TVs abertas por exemplo isentos de notícias sobre os impactos das mudanças climáticas.

Os mecanismos mais difundidos, debatidos e regulamentados para que se possa permitir uma desaceleração neste processo de aquecimento são os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo – MDL - , previstos no hoje então Tratado de Quioto.

Lembremos que na Rio 92, se elaborou a Convenção da ONU sobre o Clima. Sua primeira meta era de que os países ricos e ex-comunistas, de alto consumo de energia per capita, reduzissem suas emissões em 2000. Em 11 Dezembro de 1997 o Protocolo de Quito alongou o prazo para 2008 -2012, com um objetivo mínimo de redução de 5% dos GEEs (Gases Efeito Estufa).

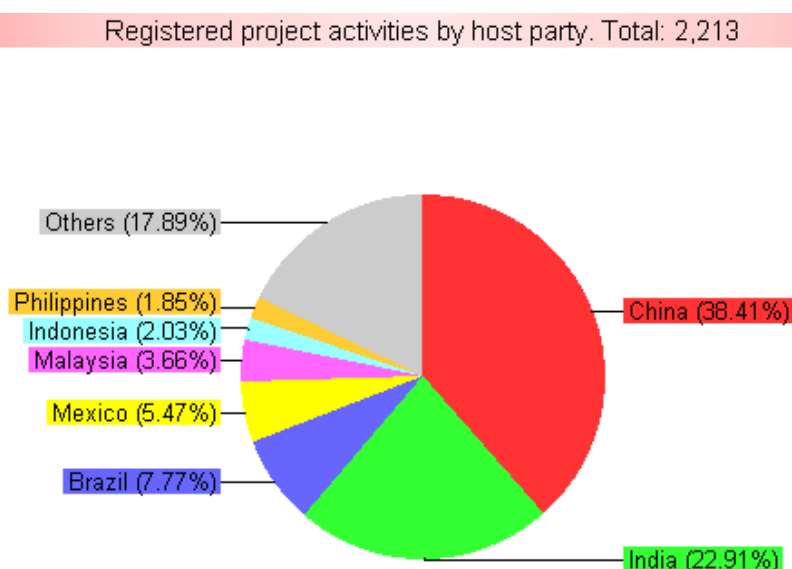
Através de critérios de elegibilidades por meio de metodologias debatidas internacionalmente para cada segmento econômico ou de fundo ambiental, privado ou estatal, projetos de MDL tem seus PDDs (*Project Design Documents*) submetidos à Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudança do Clima (UNFCCC), no caso brasileiro através do Ministério da Ciência e Tecnologia – Comissão Interministerial de Mudança Climática. A ONU tem hoje 2.213 (base Maio 2010) projetos registrados, com expectativa de redução de

emissões de carbono (*REC (CER) – carbon emission reduction*) da ordem de 1.000.000.000 Tons. (*dados de Abril 2010*).

O Brasil permanece por um bom período em 3º. Lugar entre os países não constantes do Anexo 1, elegíveis a gerar créditos.

Dos 2.213 PDDs registrados pela UNFCCC, 7,77% (ou 172 projetos) são brasileiros, ficando atrás da Índia com 22,91% (507 projetos) e da China com 38,41% (850 projetos), o que decreta a capacidade tecnológica brasileira sobre eficiência energética renovável, além do domínio de conhecimento sobre as metodologias utilizadas e aprovadas.

**FIGURA 3 – Projetos MDL registrados – por país**



<http://cdm.unfccc.int> (c) 18.05.2010 17:55

#### 5.4.1 O valor dos Créditos de Carbono

A crise financeira internacional afetou o mercado de carbono mundial, reduzindo à metade o preço do crédito do carbono negociado durante o ano de 2009. O preço dos créditos de redução de emissão de carbono (CERs, na sigla em inglês) caiu no mundo inteiro e afetou também o Brasil, passando de 20 euros por tonelada, equivalente a um crédito de carbono, para 10 euros a tonelada.

O presidente da Associação Brasileira das Empresas do Mercado de Carbono (Abemc), Flávio Gazani, declarou em Abril de 2009 à Agência Brasil que o preço do carbono

está vinculado ao preço do petróleo no mercado externo. Como houve queda no preço do barril do petróleo, o mercado de carbono acompanhou essa retração. Combustível fóssil, o petróleo é a maior fonte emissora de gás carbônico do mundo. “Então, se caiu o preço do petróleo, a tendência é que o crédito de carbono seja de alguma forma ligado a isso”, avaliou Gazani. O preço mais alto aconteceu em meados de 2008, chegando a cerca de \$25,00 euros e o preço mais baixo aconteceu em fevereiro de 2009, algo em torno de \$6,00 euros.

Paralelamente às ações dos Países signatários do Protocolo de Quioto, criou-se outro mercado conhecido como Crédito de Carbono Voluntário – VERs.

Desde sua criação em Dezembro de 2003, o carbono tem demonstrado significativa ascensão neste período.

O mercado voluntário, como o próprio nome diz, independe de metas estabelecidas por países ou pela ONU, que define normas mais rígidas para o mercado regulado. Empresas, indústrias, fundos de investimentos e os grandes bancos mundiais estão cada vez mais direcionando parte de seus recursos à criação de inovadores portfolio de produtos, principalmente florestais. Requisitos unilaterais baseados nos princípios MDL são criados por indústrias por exemplo, que anteriormente à viabilidade do PDD perante a ONU ou às Instituições Financeiras, investem em reflorestamento como forma de neutralizar suas atividades com requisitos técnicos próprios, quase que em sua totalidade equiparáveis aos MDL, que são endossadas por auditorias físicas, técnicas próprias ou contratadas para que permitam a utilização destes investimento como institucional em ativos florestais. Há pouco mais de 01 ano surgiram com maior força empresas neutralizadoras de carbono, geradoras de VERs, propiciando projetos que consistem no cálculo de GEEs em várias situações, que quando devidamente equacionadas promovem o plantio de árvores com efeito compensatório

Este é um dos trunfos do crédito de carbono voluntário, que por ser ofertado por pequenas e médias empresas, com custos mais baixos que o regulado e mais rápido (dez meses contra dois anos do crédito regulado), pode dar força extra aos negócios no Brasil em um momento que mais e mais empresas buscam a sustentabilidade de suas operações.

Segundo opinião de Stefano Merlin, diretor da Carbono Social Serviços Ambientais, os certificados voluntários viabilizam projetos não-elegíveis ao MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo), viabilizando projetos menores. São créditos gerados por indústrias que trocaram a utilização de combustíveis fósseis por biomassa em seu processo produtivo.

A Bovespa estima o valor de R\$ 5,00 a R\$ 8,00 por tonelada de CO<sub>2</sub>e para os VERs.

Seguindo esse conceito, sobre os VERs, encontramos no Art. 3º da Instrução Normativa nr. 7, do IBAMA, que os projetos de recuperação florestal voluntariamente



desenvolvidos pelos empreendedores serão considerados para os fins dispostos naquela Instrução Normativa. Nos parágrafos 1 e 2 deste artigo, encontramos:

§1º São considerados projetos de recuperação florestal voluntários todos aqueles que, atendidos os prazos de adequação previstos no Anexo I, estiverem em fase de implantação espontânea por parte dos empreendedores, inclusive aqueles desenvolvidos antes do pedido de licenciamento ambiental.

§2º Na hipótese do caput, a apresentação dos projetos para fins de Mitigação das Emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) não impedirão a obtenção de créditos de carbono.”

Portanto, as ações de compensações previstas na Instrução Normativa nr. 7, permite aos investidores em Usinas Térmicas, quando efetuada a compensação, emitirem créditos de carbono voluntários, passíveis de serem vendidos, contribuindo com uma compensação financeira para a compensação ambiental.

## **5.5 Instrução Normativa IBAMA no. 7, de 13 de abril de 2009**

O Ministro do Meio Ambiente, Carlos Minc, assinou em 13 de abril de 2009 portaria conjunta com o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis que alterará procedimentos de licenciamento de projetos de termelétricas, a fim de obrigar esses empreendimentos, em especial, a óleo combustível e carvão, a compensar emissões de gás carbônico na atmosfera.

Segundo ele, a portaria estabelecerá as formas de compensação, como plantio de árvores, investimentos em energia alternativa ou implantação de sistema de captura de carbono. Minc avalia que o país está atrasado em relação ao uso da geração eólica e solar e defendeu a adoção de medidas que aumentem a competitividade da energia limpa. Uma das saídas seria o encarecimento do custo de fontes de energia poluentes, para deste modo tornar as fontes renováveis mais acessíveis. Fonte : Canal Energia :20.03.09.

A Instrução Normativa completa encontra-se descritas no Capítulo “Anexos”.

### **5.5.1 O cálculo para compensação – Recuperação Florestal**

Conforme descrito no artigo 2º, na fase de Licença Prévia, o Termo de Referência para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental EIA/RIMA, deverá conter item específico estabelecendo a necessidade de

apresentação de Programa de Mitigação das Emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) entres os programas ambientais de mitigação de impacto.

Parágrafo único. O Programa de Mitigação de Emissões de Dióxido de Carbono deverá ser definido pelo empreendedor e o IBAMA respeitando-se os seguintes critérios:  
I – Pelo menos 1/3 (um terço) das emissões de dióxido de carbono deverão ser mitigadas por meio de programa de recuperação florestal, conforme cálculos definidos no Anexo 2 da IN no. 7.

**TABELA No. 1 – Fórmula para cálculo das Emissões a serem Mitigadas por Recuperação Florestal**

Consumo de Combustível	FE <sup>a</sup> (ton CO <sub>2</sub> /MWh)	Energia gerada (MWh) <sup>b</sup> PI x 8760 x 25	FC <sup>c</sup> (%)	Toneladas Carbono <sup>d</sup> (ton C) (MWh x FE x FC) / 3,67	1/3 Emissões <sup>e</sup> (ton C)	Hectares <sup>f</sup>
Carvão	1,21		20			
Óleo	1,15		15			

a – FE - Fatores de emissão calculados com base na média ponderada de todas as térmicas que despacharam energia no sistema interligado no ano de 2007. Dados ONS e MME. = Média Ponderada Carvão/Óleo:

b – Energia gerada em 25 anos calculada com base na multiplicação da Potência Instalada (MW) X Tempo de Operação Pleno da UTE (8760 horas/ano) X 25 anos, que representa a vida útil média do empreendimento.

c – FC - Fator de Capacidade é aplicado para adequar o tempo de operação considerado às horas médias efetivas de funcionamento das UTEs.

d – EC - Emissões de carbono em toneladas obtidas dividindo-se as emissões de CO<sub>2</sub>, pelo fator 3.67. Emissões de CO<sub>2</sub> são calculadas com base na multiplicação da energia gerada, em 25 anos, pelo fator de emissão e pelo fator de capacidade.

e – 1/3 das emissões de carbono, valor mínimo a ser mitigado por meio de recuperação florestal.

f – Cálculo da área a ser recuperada, é obtido pela divisão de 1/3 das emissões de carbono pelo fator de 120 toneladas de carbono/ hectare.

Utiliza-se o valor de 120 ton C/hectare, pois representa uma abordagem conservadora baseada em dados de literatura que variam entre 120 a 350 ton C/ hectare.

**TABELA No. 2 – Demonstração do Cálculo de Emissões e Compensações, base UTE Candiota III.**

1	350 MW Potência
2	8.760 Hs/Ano
3	25 Anos
4	219.000 25 Anos/Hora
5	1,21 Fator Emissão Térmicas a Carvão
6	20% Fator Capacidade Geração
	<b>Aplicando a fórmula, teremos a seguinte quantidade de Emissão de Co2</b>
	$(1 * 2 * 3 * 4 * 5 * 6) = 7$
7	<b>18.549.300</b> Total Emissões de CO2
8	3,67 Fator Emissão Ton C p/ Mw
	$(7 / 8) = 9$
9	5.054.305 Ton C
10	0,333 1/3 Obrigação Mitigação através de Projetos Rec. Florestais
	$(9 / 10) = 11$
11	1.684.768 Ton C mínima a ser mitigado por Reflorestamento
12	120 Ton C / Hectare (Compensação de C por Hectare reflorestado)
	$(11 / 12) = 13$
13	14.040 Total de Área em Hectares a ser reflorestada
14	1.666 Árvores por Hectare
	$(13 * 14) = 15$
15	23.390.201 Total Árvores a serem plantadas
	$(15 * 16) = 17$
16	R\$ 12,00 Valor Médio por Árvore Plantada
17	R\$ 280.682.414,17

## **6. PROJETO DE COMPENSAÇÃO – RECUPERAÇÃO FLORESTAL**

### **6.1 Estudo de Caso – Reflorestadora Tropical Flora**

Projeto de reflorestamento em áreas degradadas, com plantio de espécies nativas da Mata Atlântica, a partir do Guanandi, árvore nativa da faixa litorânea terá seu manejo florestal sob a responsabilidade da tropical Flora Reflorestadora. Além do Guanandi, outras espécies serão consideradas no plantio para diversificar a floresta, beneficiando a fauna local.

O plantio de árvores deverá apenas compensar a emissão dos GEEs, como uma ação ambiental, além de contribuir com a geração de empregos por 3 anos, propiciando inclusão social. O período de 3 anos é o mínimo necessário para se acompanhar os primeiros anos de crescimento da muda, garantindo a sua permanência na floresta e os seus “serviços” ao ambiente, no sequestro dos GEEs. Cada árvore terá em média um custo de R\$ 12,00.

### **6.2 Inventário para Emissões de GEE**

As ferramentas para a construção de inventários de emissão de GEEs estão cada vez mais acessíveis. A qualidade dos inventários está automaticamente atrelada à fidelização, comprometimento e objetivo das Instituições que estão responsabilizando-se pelas quantificações de emissões. A Tropical Flora, por tratar-se de empresa de capital e especialista no ramo silvicultural, conta com especialistas neste segmento – engenheiros florestais, agrônomos e matemáticos para que se possam aferir a qualidade das fontes, metodologias e quantificações de emissões que estão em constantes mutações.

O princípio básico mais utilizado pela Tropical Flora é aquele orientado pelo órgão responsável pelos registros, aprovações, verificações e elegibilidades de projetos MDL (Mecanismos de Desenvolvimento Limpo), geradores dos créditos de carbono oficialmente comercializados (CER – *Carbon Emission Reduction*), e cujos requisitos são os mais abrangentes e exigentes possíveis no que tange à sustentabilidade, inserções sociais, desenvolvimento sustentável atrelados aos projetos como já pudemos verificar.

A GreenHouseGas trata-se de uma entidade mantida por múltiplas fontes, instituições privadas, científicas, auditoriais, ONGs e governos, liderada pelo *World Resources Institute (WRI)* e pelo *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*.

Neste estudo utilizaremos o valor de 120 Ton C/hectare, conforme fórmula detalhada no Anexo II da IN IBAMA no. 7.

### **6.3 Quantificação de CO<sub>2</sub> Fixado Na Espécie Plantada**

O mercado silvicultural brasileiro de florestas plantadas é 90% focado em espécies exóticas como o Pinus e Eucalipto. São incertos os dados sobre as quantidades de plantações de instituições privadas em espécies comerciais nativas no Brasil. A iniciativa Governamental do PENSAF (Plano de Espécies Nativas e Sistemas Agroflorestais) originado em convênio com o Ministério do Meio Ambiente, da Ciência e Tecnologia, da Reforma Agrária e da Agricultura é o primeiro passo oficial para que se possa mapear este mercado de florestas plantadas. Como sabemos a matéria-prima de madeira de lei encontrada nos centros urbanos provém de atividades extrativistas efetuadas na Amazônia, com ou sem planos de manejo florestal sustentáveis.

O cálculo de fixação de carbono é extremamente importante, pois dependendo da quantidade de carbono sugerida a compensar os GEEs, haverá exponenciais efeitos na determinação da quantidade de árvores necessárias, podendo resultar em desperdícios financeiros para o empreendedor.

Os experimentos de campo e os estudos oriundos das parcerias científicas que a Tropical Flora possui com as mais renomadas instituições do segmento brasileiro e do exterior, permitem que seja delineada uma metodologia de quantificação da fixação de CO<sub>2</sub> determinado por espécie, de acordo com suas características.

São dados que são calculados a partir de variáveis dinâmicas, pois aspectos como terreno, tipo de espécie plantada, a fertilidade do solo, temperatura ambiente, quantidade e distribuição da chuva ao longo do ano, adubação, doenças, predadores, densidade do plantio, luminosidade, dentre outros fatores que não sejam conhecidos, farão a quantificação das árvores.

### **6.4 Área Degradada para Recuperação Florestal**

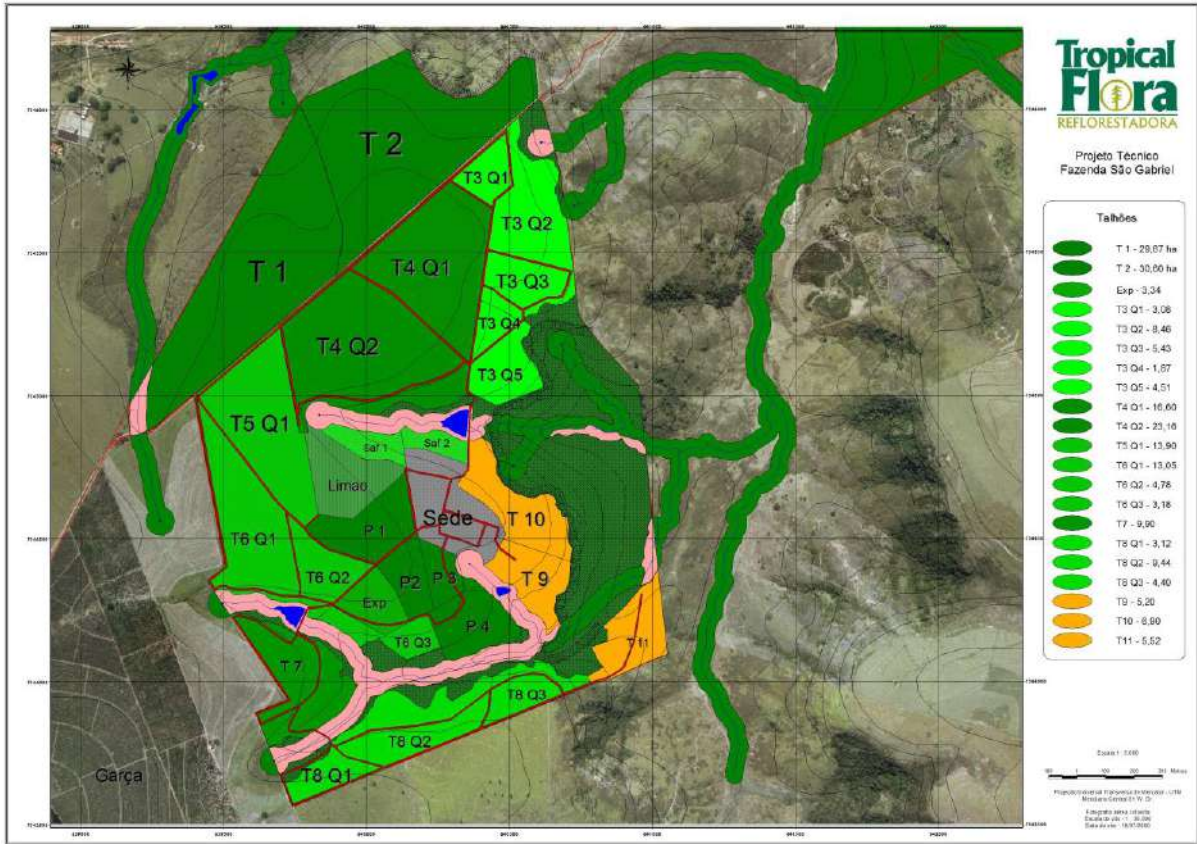
As árvores estão/serão plantadas na Fazenda São Gabriel, no Talhão 3 quadra 2 a 5 + 70% Reserva Legal (Luvre) + 40% Reserva Legal (São Gabriel).

Suas coordenadas geográficas:

S22o 11' 15,66''

W49o 37' 55,09'' 600m altitude

**FIGURA 4 – Fazenda São Gabriel, Garça, São Paulo – Projeto Técnico**



Fonte: Acervo Tropical Flora

**FIGURA 5 – Foto Aérea Fazenda São Gabriel, Garça, São Paulo**



Fonte: Acervo Tropical Flora

### **6.5 Custos do Projeto de Mitigação, por Reflorestamento, conforme o Anexo II da Instrução Normativa no. 7 - IBAMA**

Relembrando a fórmula apresentada no Anexo II da Instrução:

- a – Fatores de emissão calculados com base na média ponderada de todas as térmicas que despacharam energia no sistema interligado no ano de 2007. Dados ONS e MME. = Média Ponderada Carvão: 1,21
- b – Energia gerada em 25 anos calculada com base na multiplicação da Potência Instalada (MW) X Tempo de Operação Pleno da UTE (8760 horas/ano) X 25 anos, que representa a vida útil média do empreendimento.
- c – Fator de Capacidade é aplicado para adequar o tempo de operação considerado às horas médias efetivas de funcionamento das UTEs. = Carvão: 20%
- d – Emissões de carbono em toneladas obtidas dividindo-se as emissões de CO<sub>2</sub>, pelo fator 3.67. Emissões de CO<sub>2</sub> são calculadas com base na multiplicação da energia gerada, em 25 anos, pelo fator de emissão e pelo fator de capacidade.
- e – 1/3 das emissões de carbono, valor mínimo a ser mitigado por meio de recuperação florestal
- f – Cálculo da área a ser recuperada, é obtido pela divisão de 1/3 das emissões de carbono pelo fator de 120 toneladas de carbono/ hectare.

Capacidade de Geração de Candiota III: 350 MW

Utilizando as informações acima, teremos 14.040 hectares a serem reflorestados, ou 23.390.201 árvores plantadas, conforme as condições da IN. Na metodologia da Tropical Flora, esta considera informações silviculturais adotadas, que determina 1.666 árvores por hectare, para assegurar a mitigação do carbono emitido pela UTE, por meio de um programa de fomento florestal. Ao considerar que em média, por meio desse programa, tem-se um custo unitário de R\$ 12,00 por árvore, totalizando um investimento de R\$ 280.682.414,17 (R\$ 11,2 milhões por ano) pelos 25 anos de emissões, mitigando 1/3 dessas emissões.

Ao dividir o custo total do reflorestamento pelo total de energia elétrica produzida nos 25 anos, obtém-se um custo médio estimado de R\$ 0,0037/kWh. Este seria o montante a ser acrescido ao custo de produção da energia elétrica, para a realização do programa de fomento florestal, na área estimada. Ex.:

Tendo que o consumo médio de energia residencial no Brasil, é de 200 kW/mês teríamos que o custo do reflorestamento implicaria em um aumento médio na conta de uma residência de aproximadamente R\$ 2,64/mês, antes dos impostos.

Porém, cabe aos empreendedores analisarem a conveniência ou não de repassarem ou absorverem os custos e utilizarem isto no “marketing empresarial”, em função da elevação do nível de sustentabilidade da energia elétrica produzida, tendo em vista a efetivação do seqüestro do carbono emitido pelos reflorestamentos.

Considerando a informação de que em abril 2010 a BOVESPA estimava o valor de venda entre R\$ 8,00 a R\$ 3,00 por ton de CO2 sequestrado, para créditos oriundos de projetos voluntários, entendemos que tal resultado se enquadra positivamente quando comparado as condições atuais do Mercado Internacional de Carbono (MDL), já que o principal objetivo é a compensação e não o ganho financeiro com a venda dos créditos. Porém, considerando que ele compensará 1.684.768 Ton C, durante os 25 anos previstos para geração de energia, estimando R\$ 5,00/Ton, teremos uma receita de R\$ 8.423.840,00.



## 7. CONCLUSÃO

Segundo o ecólogo Stephen Pacala e o físico Robert Socolow, (2008) ambos da Princeton University, “há mudanças de estilo de vida pessoal que uma pessoa pode promover e que podem ajudar a reduzir o seu impacto de carbono. Nem todas elas valem para todo mundo. É possível que você já esteja colocando algumas em prática, ou que abomine outras. Mas a adoção de algumas delas pode fazer diferença. O primeiro desafio é eliminar a queima de carvão, petróleo e, finalmente, de gás natural. Este talvez seja o desafio mais intimidante, já que os cidadãos dos países mais ricos literalmente comem, vestem, trabalham, brincam e até mesmo dormem com produtos dessa fonte fóssil. E cidadãos dos países em desenvolvimento querem e supostamente merecem os mesmos confortos, que se devem em grande parte à energia armazenada nesses combustíveis”.

Os resultados apresentados no item 6.5 retro descrito, apontam para um custo por kW muito baixo, não justificando o nível de resistência atual defendido pelos empreendedores. O problema é complexo, indo muito além da simples estimativa da emissão de carbono e a sua necessária mitigação. Trata-se de um problema de otimização multi-objetivos. Evidentemente que, do ponto de vista do empreendedor, a solução ótima é a que minimiza os custos, mas do ponto de vista do órgão gestor ambiental e da sociedade, principalmente, quando lhes são repassados os custos, poderiam ser encontradas outras soluções ótimas, diferentes da de custo mínimo.

As estimativas apontam para viabilidade técnica, econômica, social e ambiental da mitigação das emissões de carbono por meio do reflorestamento. Não se justificam os licenciamentos de tais empreendimentos sem a necessária mitigação das emissões de carbono, muito menos que os mesmo sejam licenciados sem a menor discussão do problema.

O que falta para o Brasil definir sua matriz energética e consolidar a natureza limpa, renovável e diversificada das fontes utilizadas no país, são políticas públicas adequadas. Políticas que criem impostos sobre emissões e mercados de direito de emitir, imponha cotas de energias renováveis na geração elétrica e premie os consumidores mais eficientes e que utilizem energias renováveis, assim como se desenha na Instrução Normativa IBAMA nr. 7.

A crise econômica atual dá a chance de pensar a questão energética no Brasil de modo mais estrutural, e não conjuntural, como tem sido a prática usual dos governos. Ao invés de pensar numa política de investimentos voltada para o estabelecimento de uma matriz energética sustentável, o governo anuncia o PDE-2017 e a Petrobras, a construção de quatro refinarias e o Comperj no Rio de Janeiro.

A degradação ambiental representa danos sociais evidentes e irreversíveis, possibilitando a análise estática destas externalidades. Estes “grandes” danos ambientais causados por Usinas Termelétricas movidas à combustível fóssil devem ser incorporados aos custos privados e sociais. O ponto de equilíbrio pode ser encontrado quando o custo de controle da poluição se iguala ao ponto de benefício da não degradação. E esse ponto de equilíbrio só acontecerá com a obrigatoriedade de compensações impostos às empresas pelos Ministérios do Meio Ambiente, Minas e Energia e Ciência e Tecnologia.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBUD, O.A; TRANCREDI, M. Transformações recentes da Matriz Brasileira de Geração de Energia Elétrica – Causas e Impactos Principais, Centro de Estudos da Consultoria do Senado Federal, Brasília, DF, 2010.
- ALBUQUERQUE, F.S., A Responsabilidade Civil e o Princípio do Poluidor Pagador, Pernambuco, 1999.
- AUKLAND, L. et al. Criando as Bases para o Desenvolvimento Limpo: Preparação do Setor de Gestão de Uso da Terra. Um Guia Rápido para o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). IIED, Londres. 2002.
- BARBOSA, R. A., Mercado de carbono na BM&F, n. 164, 2006.
- BENJAMIN, Antônio Herman V. O princípio poluidor-pagador e a reparação do dano ambiental. In Dano ambiental: Prevenção, reparação e repressão. São Paulo: Ed. RT, 1993.
- BERMANN, C.; MARTINS, O. S. Sustentabilidade Energética do Brasil: limites e possibilidades para uma estratégia energética sustentável e democrática. Rio de Janeiro: Projeto Brasil Sustentável e Democrático – Fase 2000.
- BERMANN, C. A perspectiva da sociedade brasileira sobre a definição e a implantação de uma política energética sustentável: uma avaliação da política oficial, Campo Grande, 2002.
- BRASIL, Ministério da Ciência de Tecnologia, [www.mct.gov.br](http://www.mct.gov.br),
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br).
- BRASIL, Ministério de Minas e Energia, [www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br)
- BRASIL – Constituição Federal do Brasil. Brasília, Congresso Nacional, 1988.
- BM&F. Disponível em: <<http://www.bmf.com.br/portal/pages/MBRE/mecanismo.asp>
- CANOTILHO, J.J. Gomes. *Direito Constitucional*. Coimbra: Livraria Almedina, 1993.
- COELHO, S. T.; PALETTA, C. E. M.; FREITAS, M. A. V. (Eds.). Medidas mitigadoras para as emissões de gases de efeito estufa na geração termelétrica. Brasília: Dupligráfica, 2000.
- ELETROBRAS. Memória da Eletricidade. Disponível em:  
<http://www.memoria.eletrabras.com.index.asp>. Acesso 2010.
- EPE/MME [Ministério das Minas e Energia/Empresa de Pesquisa Energética]. 2005. Balanço Energético Nacional. Ano base 2004. Brasília/DF. 2005.
- EPE/MME [Ministério das Minas e Energia/Empresa de Pesquisa Energética]. 2006. Balanço Energético Nacional. Ano base 2005. Brasília/DF. 2006.
- EPE/MME [Ministério das Minas e Energia/Empresa de Pesquisa Energética]. 2009. Balanço Energético Nacional. Ano base 2008. Brasília/DF. 2009.

- EPE [Empresa de Pesquisa Energética] 2006. “O consumo final de energia - evolução a longo prazo””.Rio de Janeiro: 2006.
- EPE/MME [Ministério das Minas e Energia/Empresa de Pesquisa Energética]. 2005. Balanço Energético Nacional. Ano base 2004. Brasília/DF. 2005.
- EPE/MME [Ministério das Minas e Energia/Empresa de Pesquisa Energética]. 2005. Plano Nacional de Energia 2030, 2006/2007
- FERNANDES, F. Desenvolvimento tecnológico em queimadores de fogões domésticos. Dissertação de Mestrado Escola de Engenharia de São Carlos / USP, março/99, 115 p, 1999.
- FERRAZ Jr, Tércio Sampaio. Introdução ao estudo do direito. São paulo: Atlas, 1988
- GUERRA, S. M-G. e HINOSTROZA, M. Questões ambientais e implicações econômicas: visão introdutória. In *Revista de Direito Ambiental*. São Paulo: Ed RT, a. 1, n. 2, abril-jun, 1996. Págs. 91 a 111.
- ICB - Índice de Custo Benefício de Empreendimentos de Geração Termelétrica - Metodologia de Cálculo Leilões de Compra de Energia Elétrica Proveniente de Novos Empreendimentos de Geração A-3 e A-5.
- INSTRUÇÃO NORMATIVA IBAMA Nº 7, DE 13 DE ABRIL DE 2009. DOU 15.04.2009
- LIMA, C. R.; RANGEL, A. L.; PAES, J. B. Emissões de carbono (CO<sub>2</sub>) da UTE PB e O reflorestamento como medida mitigadora. In: Congresso Florestal Brasileiro, São Paulo.SP
- MARTIN, J. M. Processus D'Industrialisation et développement énergétique du Brésil. Travaux Memoires de L'Institut des Hautes Études de L'Amérique Latine, Université de Paris, Paris, 1966.
- MARTINS, A.C. A política de ambiente da Comunidade Económica Europeia. Coimbra: Coimbra Editora, 1990.
- PACALA, S. e SOCOLOW, R. Dez Soluções para a Mudança Climática, Dez possibilidades para impedir uma alteração catastrófica no clima, *Revista Scientific American Brasil*, Ed. 4/01/2008.([www.uol.com.br/sciam/noticias/dez\\_solucoes\\_para\\_a\\_mudanca\\_climatica](http://www.uol.com.br/sciam/noticias/dez_solucoes_para_a_mudanca_climatica)).
- PUGNALONI, I.A.A., Artigo: Uma Itaipu de Poluição, Energia Cara e Aquecimento Global. De quem será a culpa pelo enorme crescimento da geração de energia elétrica através de combustíveis fósseis no Brasil, 2009.([www.enercons.com.br/\\_imagens/noticias/uma-itaipu-de-poluicao.pdf](http://www.enercons.com.br/_imagens/noticias/uma-itaipu-de-poluicao.pdf))
- SANTOS, E. M. Energia, gás natural & sustentabilidade. Tese de livre docência, 2004.
- TERRA, Portal: Problema em Itaipu causa apagão em 18 Estados do País, 10 de novembro de 2009 • 22h32 • atualizado em 11 de novembro de 2009 às 13h37. Acesso 2009.

TROPICAL FLORA, Manejo Florestal, Cálculos de Sequestro de Carbono. Projeto de Reflorestamento, Garça, SP, 2006.

## 9. ANEXOS

### 9.1 Instrução Normativa IBAMA No. 7

Considerando a necessidade de organização dos procedimentos de licenciamento ambiental de Usinas Termelétricas visando a mitigação das emissões de Gases de Efeito Estufa;

Considerando os compromissos assumidos diante da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, de estimular em território nacional a adoção de melhores tecnologias, práticas e processos, que controlem, reduzam ou previnam as emissões antrópicas de gases de efeito estufa. RESOLVE:

Art. 1º No procedimento de licenciamento ambiental deverão ser adotadas medidas que visem à mitigação das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) oriundas da geração de energia elétrica de usinas termelétricas movidas a óleo combustível e carvão.

Art. 2º Na fase de Licença Prévia, o Termo de Referência para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental EIA/RIMA, deverá conter item específico estabelecendo a necessidade de apresentação de Programa de Mitigação das Emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) entres os programas ambientais de mitigação de impacto.

Parágrafo único. O Programa de Mitigação de Emissões de Dióxido de Carbono deverá ser definido pelo empreendedor e o IBAMA respeitando-se os seguintes critérios:  
I – Pelo menos 1/3 (um terço) das emissões de dióxido de carbono deverão ser mitigadas por meio de programa de recuperação florestal, conforme cálculos definidos no Anexo 2.

II – No máximo 2/3 (dois terços) das emissões de dióxido de carbono deverão ser mitigadas por meio de investimentos em geração de energia renovável, ou medidas que promovam eficiência energética, a ser definido em conjunto com o órgão ambiental competente.

Art. 3º Projetos de recuperação florestal voluntariamente desenvolvidos pelos empreendedores serão considerados para os fins dispostos nesta IN.

§1º São considerados projetos de recuperação florestal voluntários todos aqueles que, atendidos os prazos de adequação previstos no Anexo I, estiverem em fase de implantação espontânea por parte dos empreendedores, inclusive aqueles desenvolvidos antes do pedido de licenciamento ambiental.

§2º Na hipótese do caput, a apresentação dos projetos para fins de Mitigação das Emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) não impedirão a obtenção de créditos de carbono.

Art. 4º O programa de recuperação florestal deverá priorizar áreas de preservação permanente e reservas legais, preferencialmente localizadas na Área de Influência Direta – AID e Área de Influência Indireta – AII do empreendimento ou em unidades de conservação e terras públicas degradadas.

I- Aos empreendimentos localizados em bacias hidrográficas onde exista comitê de bacia implantado, recomenda-se consulta ao respectivo comitê para definição das áreas a serem recuperadas.

II- Os empreendedores e os Comitês de Bacia poderão celebrar Termo de Cooperação para execução das atividades de recuperação florestal.

III – O programa de recuperação florestal, para os fins dispostos nesta IN, não poderá ser desenvolvido em áreas objeto de ilícitos administrativos ambientais, especialmente em áreas desmatadas irregularmente, sem a prévia autorização do IBAMA.

Art. 5º A metodologia de recuperação florestal deverá ser discutida com o IBAMA, observando as melhores práticas existentes e as características ambientais locais.

§1º Atendendo aos objetivos do Plano Nacional de Mudanças Climáticas, pelo menos cinquenta por cento da área deverá ser recuperada com espécies nativas.

§2º Respeitada a legislação ambiental vigente, especialmente a atinente a áreas de preservação permanente e reserva legal, poderão ser utilizadas espécies exóticas na execução dos projetos de recuperação florestal, nos 50% (cinquenta por cento) restantes.

Art. 6º O empreendedor terá a opção de recorrer ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo que esteja em vigor para implementação das atividades de recuperação florestal, promoção de eficiência energética e geração de energia por fontes renováveis, desde que os projetos de reflorestamento no âmbito do MDL respeitem os percentuais de plantio de espécies nativas e exóticas previstos no parágrafo primeiro do art. 5º desta Instrução Normativa.

Parágrafo único. Esforços adicionais aos previstos no Art. 2º, parágrafo único, inciso I, (texto: Pelo menos 1/3 (um terço) das emissões de dióxido de carbono deverão ser mitigadas por meio de programa de recuperação florestal, conforme cálculos definidos no Anexo 2) poderão ser usados para fins de obtenção de créditos de carbono no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, DA Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, dado o caráter voluntário da implementação.

Art. 7º O início da execução das atividades para Mitigação das Emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) deverá se dar juntamente com o início da execução das obras de instalação do empreendimento, por ocasião da Licença de Instalação.

Art. 8º O empreendedor deverá comprovar a execução do Programa de Mitigação das Emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) como condição para obtenção da Licença de Operação.

Parágrafo único – A comprovação de que trata o caput se fará por meio de relatórios e laudos técnicos contendo, no mínimo:

I-laudo fotográfico;

II-documentação de comprovação da localização da área, em relação ao empreendimento e bacias hidrográficas afetadas;

III-declaração firmada por técnico competente atestando a implantação do programa;

IV-coordenadas geográficas dos fragmentos recuperados;

V-cópia de contratos mantidos com os proprietários do imóvel onde o programa será realizado, identificando em cada um deles a área recuperada e o prazo necessário a execução integral do programa, quando for o caso.

Art. 9º O empreendedor deverá apresentar ao IBAMA relatório anual das atividades associadas ao Programa de Mitigação de Emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>).

Art. 10 O empreendedor aplicará o cálculo definido no Anexo 2 com base em sua potência para estimar as emissões de carbono a serem mitigadas, tanto por meio de recuperação florestal, quanto por medidas de eficiência energética e ou geração de energia por outras fontes.

Art. 11 Na renovação da Licença de Operação – LO os cálculos para Mitigação das Emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) deverão ser refeitos com o objetivo de que seja mantido e ajustado o programa por todo o tempo de vida útil do empreendimento.

Art. 12. Os processos em tramitação no IBAMA deverão se adequar a esta Instrução Normativa em conformidade com a Tabela de Adequação de processos constante do Anexo 1.

ROBERTO MESSIAS FRANCO

### **9.1.1 IN no. 7 – Anexo 1**

#### **Tabela de Adequação de Processos**



1. em fase de elaboração de TR - incluir item ao TR;
2. em fase de elaboração de EIA/RIMA - comunicar ao empreendedor sobre a necessidade do programa, sendo que a entrega do programa poderá ser realizada em prazo adequado;
3. em fase de análise de EIA/RIMA - comunicar ao empreendedor da necessidade do programa, e estabelecer prazo adequado a sua apresentação;
4. em fase de obtenção de LP - comunicar ao empreendedor da necessidade do programa, e estabelecer prazo adequado a sua apresentação. A concessão da LP dependerá da apresentação, análise e aprovação do programa;
5. em fase de prorrogação de LP - comunicar ao empreendedor da necessidade do programa, e estabelecer prazo adequado a sua apresentação. A concessão da prorrogação da LP, depende da apresentação, análise e aprovação do programa;
6. em fase de renovação de LO - comunicar ao empreendedor da necessidade do programa, e estabelecer prazo adequado a sua apresentação. A renovação da LO estará condicionada a apresentação, análise, aprovação e início do programa;
7. não será exigido o programa para os empreendimentos que estiverem atualmente em fase de obtenção ou prorrogação de LI ou LO.

### 9.1.2 IN no. 7 – Anexo 2

#### Tabela de cálculo das emissões a serem mitigadas e áreas a serem recuperadas

Consumo de Combustível	FE a (ton CO <sub>2</sub> /MWh)	Energia gerada (MWh) b PI x 8760 x 25	FC (%) c	Toneladas de Carbono (ton C) d (MWh x FE x FC) / 3,67	1/3 Emissões e (ton C)	Hectares f	2/3 Emissões g (ton C)
Carvão	1,21		20				
Óleo	1,15		15				

Legenda:

a - Fatores de emissão calculados com base na média ponderada de todas as térmicas que despacharam energia no sistema interligado no ano de 2007. Dados ONS e MME.

b - Energia gerada em 25 anos calculada com base na multiplicação da Potência Instalada (MW) X Tempo de Operação Pleno da UTE (8760 horas/ano) X 25 anos, que representa a vida útil média do empreendimento.

c - Fator de Capacidade é aplicado para adequar o tempo de operação considerado às horas médias efetivas de funcionamento das UTEs.

d - Emissões de carbono em toneladas obtidas dividindo-se as emissões de CO<sub>2</sub>, pelo fator 3.67. Emissões de CO<sub>2</sub> são calculadas com base na multiplicação da energia gerada, em 25 anos, pelo fator de emissão e pelo fator de capacidade.

e - 1/3 das emissões de carbono, valor mínimo a ser mitigado por meio de recuperação florestal f - Cálculo da área a ser recuperada, é obtido pela divisão de 1/3 das emissões de carbono pelo fator de 120 toneladas de carbono/ hectare.

Utiliza-se o valor de 120 ton C/hectare, pois representa uma abordagem conservadora baseada em dados de literatura que variam entre 120 a 350 ton C/ hectare.

g - 2/3 das emissões de carbono a serem mitigadas por meio de projetos de eficiência energética e ou outras fontes.

DOU

## 9.2. Protocolo Quioto – Anexo 1 - Lista completa, incluindo países não signatários

-  Alemanha
-  Austrália
-  Áustria
-  Bielorrússia (1)
-  Bélgica
-  Bulgária (1)
-  Canadá
-  Croácia (1) (2)
-  Dinamarca
-  Eslováquia (1) (2)
-  Eslovênia (2)
-  Espanha
-  Estados Unidos
-  Estônia (1)
-  Rússia (1)
-  Islândia
-  França
-  Grécia
-  Hungria (1)
-  Irlanda
-  Itália
-  Japão
-  Letônia (1)
-  Liechtenstein] (2)
-  Lituânia (1)
-  Luxemburgo

-  Mônaco (2)
-  Noruega
-  Nova Zelândia
-  Países Baixos
-  Polónia (1)
-  Portugal
-  Reino Unido
-  República Tcheca (1) (2)
-  Roménia (1)
-  Suécia
-  Suíça
-  Turquia
-  Ucrânia (1)
-  União Europeia

(1) Países em processo de transição para uma economia de mercado.

(2) Países que passaram a fazer parte do Anexo I mediante emenda que entrou em vigor no dia 13 de Agosto de 1998, em conformidade com a decisão 4/CP.3 adotada na COP 3.

Os países com economia em transição (marcados com (1)) podem ser anfitriões de projetos de Implementação Conjunta. Os demais países da lista são (ou deveriam ser) os países com metas para diminuição de emissões de gases do efeito estufa, portanto necessitam adquirir créditos de carbono.

Os países em desenvolvimento são chamados países do "não Anexo I" e podem ser anfitriões de projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo. Ex. Brasil.

Fonte: Wikipédia.