

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**INTERNALIZAÇÃO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA ANÁLISE DE  
VIABILIDADE DE PROJETOS: O CASO DO SETOR ELÉTRICO.**

**Dulce Maria Holanda Maciel**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito à obtenção do grau de Mestre em Engenharia.

Orientador: Paulo Maurício Selig, Dr.

**Florianópolis - SC**

**2001**

**DULCE MARIA HOLANDA MACIEL**

**INTERNALIZAÇÃO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA ANÁLISE DE  
VIABILIDADE DE PROJETOS: O CASO DO SETOR ELÉTRICO.**

Esta dissertação foi julgada adequada e aprovada para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção**, na área de Gestão da Qualidade Ambiental no **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção** da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 14 de novembro de 2001.

---

Prof. Ricardo Miranda Bárcia, Ph. D.  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Paulo Mauricio Selig, Dr.  
Orientador

---

Prof. C. Celso de Brasil Camargo, Dr.  
Co-Orientador

---

Prof. Sandra Sulamita Baasc, Dra.  
Membro

---

Prof. Artur Santos Dias de Oliveira, Ms.  
Membro

**Florianópolis - SC  
Novembro de 2001**

*À toda minha família, em especial a meus pais, Miriam e Joannito, pelos exemplos de dedicação, trabalho e amor.*

## AGRADECIMENTOS

Aos Professores Paulo Maurício Selig e Alexandre Lerípio que tornaram possível a concretização deste mestrado.

Ao Professor Celso Camargo por sua paciência, amizade e carinho demonstrados como co-orientador durante a execução deste trabalho.

À Professora Sandra Sulamita pelo despertar da importância das questões ambientais em todas as áreas.

Ao Professor Artur Santos Dias Oliveira pelas suas intervenções sempre sábias e oportunas nas minhas linhas de pensamento.

Aos meus colegas do GAV, em especial Sidnei Marinho pela ajuda nos capítulos finais.

Aos meus colegas do LGQA, pelas alegrias, tristezas, desafios e recompensas deste período.

À Patrícia Barros, pela amizade e ajuda na revisão do trabalho.

Aos meus colegas da engenharia de produção pelos momentos de estudo e diversão compartilhados.

À minha família que mesmo à distância me apoiou e acompanhou todos os momentos de desafio deste trabalho.

Ao José Luiz pelo amor e apoio de todas as horas.

À minha filha Camila pelo amor, carinho, amizade e companheirismo.

*Amor, trabalho e saber são as fontes de nossa existência.*

*Deveriam também governá-la.*

*Wilhelm Reich*

## SUMÁRIO

Lista de figuras	x
Lista de Quadros	xi
Lista de Tabelas	xii
Lista de Abreviaturas e Siglas	xiii
CAPITULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 Tema e Formulação do Problema	1
1.2 Objetivos do Trabalho	4
1.2.1 Objetivo Geral	4
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.3 Justificativa	4
1.4 Metodologia proposta	5
1.5 Estrutura do trabalho	7
1.6 Limitações do Trabalho	7
CAPITULO 2 – O ESTADO DA ARTE	8
2.1 Meio Ambiente	8
2.1.1 Manifestações Físicas da Degradação Ambiental	11
2.2 A Avaliação de Impactos Ambientais	13
2.2.1 O Impacto Ambiental	13
2.2.2 Os Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais	16
2.2.2.1 Mensuração Qualitativa	17
2.3 A Energia	18
2.4 A Gestão Ambiental Energética	20
2.5 Os Efeitos da Geração de Energia Elétrica no Meio Ambiente	21
2.5.1 Impacto Ambiental Causado pela Geração Hidrelétrica	22
2.5.2 Impacto Ambiental Causado pela Geração Solar	23
2.5.3 Impacto Ambiental Causado pela Geração Eólica	24

2.5.4	Impacto Ambiental Causado pela Geração Termelétrica a Gás	26
2.6	Os Instrumentos Reguladores e Econômicos para o Controle dos Impactos Ambientais no Setor Elétrico	27
2.6.1	Taxas Ambientais	30
2.6.2	O Licenciamento Ambiental	33
2.6.2.1	O Licenciamento em Plantas de Geração de Energia Elétrica	36
2.6.3	Instrumentos Econômicos / O meio ambiente monetário	38
2.6.4	Custo ambiental	47
2.6.4.1	O Custo Ambiental no Setor Elétrico	50
2.6.5	O Passivo Ambiental	52
2.6.6	Sustentabilidade	54
2.7	Conclusões do capítulo	55
 CAPITULO 3 – PROJETO E AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTO		 57
3.1	Introdução	57
3.2	A Natureza dos Bens	60
3.3	Classes de Projetos	61
3.4	Avaliação de Projetos	62
3.4.1	Os Fatores de Avaliação segundo o Project Finance	63
3.4.1.1	Viabilidade Econômica	67
3.4.1.2	Viabilidade Técnica	67
3.4.1.3	Capacidade de Obtenção de Crédito	68
3.4.1.4	Conclusão Quanto à Viabilidade	69
3.4.1.5	Avaliando Riscos de Projeto	69
3.4.1.5.1	Risco político	69
3.4.1.5.2	Risco econômico	70
3.4.1.5.3	Risco tecnológico	70
3.4.1.5.4	Risco cambial ou de moeda	70
3.4.1.5.5	Risco financeiro	71
3.4.1.5.6	Risco de força maior	71
3.4.1.5.7	Risco de fornecimento de matéria prima	71

3.4.1.5.8	Risco de conclusão	71
3.4.1.5.9	Risco ambiental	72
3.4.2	Os Fatores de Avaliação segundo o BIRD	72
3.5	Resultados das Avaliações Descritas	76
3.6	A Indústria Ambiental	77
3.6.1	Empresas Ambientais	77
3.6.2	Projetos Ambientais	78
3.6.3	Melhorias Ambientais	78
3.6.4	Empresas Ambientalmente Eficientes	78
3.7	Os Investimentos Ambientais	78
3.8	Conclusões do capítulo	79
CAPITULO 4 – A INTERNALIZACAO DA VARIÁVEL AMBIENTAL NA ANÁLISE DE VIABILIDADE DE UM PROJETO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA		81
4.1	Introdução	81
4.2	Uma Nova Proposta na Análise de Viabilidade de Um Projeto de Geração de Energia Elétrica	82
4.3	Detalhamento dos Novos Módulos Propostos na Análise de Viabilidade de Um Projeto De Geração De Energia Elétrica	84
4.3.1	Os Impactos Gerados pelo Setor Elétrico	87
4.4	Conclusões do capítulo	88
CAPITULO 5 – UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO		90
5.1	Características do Projeto	90
5.2	A Energia Eólica	90
5.3	Avaliação Preliminar de Projeto Utilizando a Metodologia de Internalização da Variável Ambiental Proposta.	91
5.3.1	Estudo de Viabilidade	92
5.3.2	A Complementação proposta para o Risco Ambiental	98

5.4	Conclusões do capítulo	100
CAPITULO 6 – CONCLUSÕES/RECOMENDACÕES		102
6.1	Contribuições desta dissertação	102
6.2	Contribuições desta dissertação	105
6.3	Recomendações para trabalhos futuros	107
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		108
BIBLIOGRAFIA		112
ANEXO 1 – RESOLUÇÃO N.OO1 CONAMA		118
ANEXO 2 – IMPACTOS AMBIENTAIS DA PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE		124

## **LISTA DE FIGURAS**

- FIGURA 2.1** Painéis solares integrados à arquitetura
- FIGURA 2.2** Exemplos de geração eólica
- FIGURA 2.3** Diagrama de desenvolvimento tradicional
- FIGURA 2.4** O sistema produtivo total de uma sociedade industrializada (bolo de três camadas com cobertura)
- FIGURA 3.1** Visão macro do método de viabilidade de um projeto
- FIGURA 3.2** Metodologia de avaliação de projetos do BIRD
- FIGURA 4.1** Diagrama resumido do modelo proposto
- FIGURA 5.1** Diagrama proposto

## LISTA DE QUADROS

<b>QUADRO 2.1</b>	Classificação prévia de impactos ambientais
<b>QUADRO 2.2</b>	Métodos qualitativos de avaliação de impactos ambientais
<b>QUADRO 2.3</b>	Instrumentos reguladores
<b>QUADRO 2.4</b>	Instrumentos econômicos
<b>QUADRO 2.5</b>	Tipos de instrumentos de licenciamento e estudos utilizados no Brasil
<b>QUADRO 2.6</b>	Tipos de instrumentos de licenciamento e estudos utilizados nas plantas de geração de energia elétrica
<b>QUADRO 2.7</b>	Técnicas para avaliação monetária do meio ambiente
<b>QUADRO 2.8</b>	Custos ambientais : Tipologia e conceitos
<b>QUADRO 3.1</b>	Etapas de um projeto
<b>QUADRO 3.2</b>	Investimentos financeiros
<b>QUADRO 4.1</b>	Modelo proposto
<b>QUADRO 4.2</b>	Detalhamento do módulo de risco ambiental
<b>QUADRO 5.1</b>	Listagem dos impactos ambientais complementares na viabilidade de projeto

## **LISTA DE TABELAS**

**TABELA 3.1**      Classificação de Projetos

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>BID</b>	Banco Interamericano de Desenvolvimento
<b>BIRD</b>	Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento
<b>COMASE</b>	Comitê Organizador das Atividades do Meio Ambiente no Setor Elétrico
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional do Meio Ambiente
<b>EIA</b>	Estudo de Impacto Ambiental
<b>ELETROBRÁS</b>	Centrais Elétricas Brasileiras S.A
<b>GT</b>	Grupo de Trabalho
<b>IBAMA</b>	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
<b>ISEE</b>	International Society for Ecological Economics
<b>LI</b>	Licença de Instalação
<b>LO</b>	Licença de Operação
<b>LP</b>	Licença Previa
<b>MIT</b>	Massachusetts Institute of Technology
<b>OCDE</b>	Organização para a Cooperação Econômica e o Desenvolvimento
<b>ONU</b>	Organização das Nações Unidas
<b>PCH</b>	Pequena Central Hidrelétrica
<b>PIB</b>	Produto Interno Bruto
<b>PNUMA</b>	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
<b>PPP</b>	Princípio Poluidor Pagador
<b>PURPA</b>	Public Utility Regulatory Act ou Lei da Política de Regulamentação de Serviços Públicos nos EUA
<b>RIMA</b>	Relatório de Impacto sobre Meio Ambiente
<b>SGA</b>	Sistema de Gerenciamento Ambiental
<b>SISNAMA</b>	Sistema Nacional do Meio Ambiente
<b>UNCED</b>	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
<b>UNEP</b>	United Nations Environment Programme

## RESUMO

MACIEL, Dulce Maria Holanda. **Internalização de variáveis ambientais na análise de viabilidade de projetos: O caso do setor elétrico. 2001.**

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

Os danos provocados a natureza tem demonstrado que apenas o conhecimento técnico, econômico e social dos problemas provocados ao meio ambiente são insuficientes para evitá-los. Principalmente a partir do fato que os interesses sócio-econômicos são as bases vigentes da sociedade atual. O desenvolvimento sustentável tornou-se então um objetivo unânime, tanto no Brasil como em todo o mundo. E a energia tornou-se um fator importante neste novo desenvolvimento, intimamente associada à questão ambiental. Aliado ao fato de que a disponibilidade de energia elétrica deve estar entre as variáveis indicadoras da viabilidade de um negócio, principalmente na maioria dos projetos de implantação de grandes indústrias, as empresas responsáveis pela geração de energia elétrica passam a considerar suas relações com o meio ambiente como qualquer outro aspecto de seus negócios.

O presente trabalho constitui-se da concepção e apresentação de um modelo de internalização da variável ambiental na implantação de geração de energia elétrica, baseado na análise de viabilidade de projetos utilizando duas metodologias consagradas. O método apresentado pode ser utilizado para qualquer tipo de planta de geração de energia. O modelo mostrou-se adequado através da apresentação do caso de instalação de uma usina eólica, demonstrando que todos os processos de geração de energia causam sempre algum tipo de impacto ao meio ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** **Desenvolvimento sustentável, geração de energia, viabilidade de projetos.**

## ABSTRACT

Just knowing the technical, economical and social problems that affect the environment is not enough to avoid damages to the nature. Mainly because the socioeconomic interests are effective bases in the current society.

The sustainable development became an unanimous objective, as much in Brazil as in the rest of the world. Energy became an important factor in this new development, closely linked to the environmental issue. Added to the fact that the “available energy” factor should be one of the variables to indicate the feasibility a business (mainly when implanting large size projects), the companies in charge of generating such energy start considering the relationship with the environment as any other aspect of their activities.

This work consists of the conception and presentation of a model that incorporates the environmental variable in the implantation of power generation projects, based on the analysis of feasibility of projects that use two well known methodologies. The method can be applied to any type of energy generating plant.

Through the case of the installation of a wind plant, this model was shown appropriate, demonstrating that, invariably, any energy generation process cause some kind of impact to the environment.

**KEY-WORDS:** Sustainable development, energy generation, feasibility of project.

# CAPITULO 1 – INTRODUÇÃO

## 1.1 TEMA E FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O grande interesse pela questão ambiental, manifestado através de encontros, trabalhos acadêmicos e reuniões envolvendo nações de todo o mundo demonstra uma crescente preocupação na utilização dos recursos naturais. Apesar de todo o reconhecimento da importância de um desenvolvimento compatível com os ciclos naturais, caminhamos para um futuro que desafia qualquer noção de desenvolvimento sustentável, e de respeito à natureza.

Uma vez que os interesses sócio-econômicos são as bases vigentes da sociedade atual, tem-se demonstrado que apenas o conhecimento técnico, econômico e social dos problemas provocados ao meio ambiente são insuficientes para evitá-los, principalmente sem haver uma política de desenvolvimento baseado em um planejamento ambiental, tanto nos países industrializados quanto nos países em desenvolvimento, caso do Brasil. Estamos sendo mais do que inconseqüentes com relação à saúde do planeta de acordo com o Relatório da Convenção sobre Mudança do Clima (1999).

Intimamente associada à questão ambiental está a utilização de energia, em suas diversas formas. Na história social da humanidade a energia tem desempenhado um papel fundamental, desde os tempos mais remotos, culminando com a revolução industrial, equipando todas as sociedades modernas que hoje conhecemos. A energia é a base de todos os processos na natureza e nas atividades humanas, acumulada nas plantas em forma de energia química com a presença da luz solar, e responsável pela perpetuação do ciclo hidrológico agindo como energia gravitacional, hidráulica e eólica. A energia é a provedora na sustentação das atividades humanas, seja na alimentação, aquecimento, processos industriais ou serviços estratégicos.

Diante disto, observa-se uma crescente e constante necessidade de geração de energia, foco hoje de grande preocupação, sobretudo na questão do gerenciamento ambiental adequado na conservação dos recursos naturais para futuras utilizações (e gerações).

Não é só “impressão” que necessita-se, a cada dia, de mais energia. Segundo a ECEN(2001), Estudos mais recentes demonstram que nas próximas duas décadas a demanda global de energia em todas as suas formas vai apresentar um crescimento impressionante, e a menos que aconteça uma mudança radical, os fornecedores serão exatamente os mesmos de hoje: para o petróleo, os produtores do Golfo Pérsico. Significando assim, uma maior dependência do petróleo árabe, preços mais altos, um comprometimento das estruturas de produção, e risco generalizado das economias, principalmente as emergentes como o caso do Brasil. No que diz respeito à energia elétrica, a utilização dos recursos naturais varia de acordo com as disponibilidades de cada país complementada muitas vezes pela importação de energia de outros países.

Na verdade, a civilização não está ficando sem recursos energéticos no sentido literal da palavra. Mas está, sim ficando sem opções de gerar, conservar e utilizar o que se tem disponível de uma maneira menos agressiva e menos poluente para o meio ambiente, visto que a natureza já demonstra a incapacidade em absorver os impactos contínuos da queima de combustíveis fósseis e extração de recursos naturais.

No entanto, há um forte sinal de que a humanidade hoje vive um momento de transição, tanto nas políticas governamentais, econômicas, e nos métodos de produção, quanto na própria valorização da vida humana. A humanidade está se caminhando para novos padrões energéticos, com compromisso de utilizar combustíveis limpos e de aumentar a eficiência energética, além de todo o rol de informações disponíveis para escolher as melhores estratégias na extração, e na distribuição de energia entre todas que se apresentam.

No Brasil, como em todo o mundo, a energia tornou-se importante fator no desenvolvimento sustentável; neste contexto a preocupação com os impactos no meio ambiente devem fazer parte da política, do planejamento e da execução dos programas de planejamentos energéticos. Este despertar faz com que empresas responsáveis pela geração de energia elétrica passem a considerar suas relações com o meio ambiente como qualquer outro aspecto de seus negócios, até bem pouco tempo ignorados tanto pelas empresas quanto pela sociedade.

As soluções para incrementar a geração, ainda hoje, baseiam-se na arquitetura de grandes usinas centralizadas de geração para posterior transmissão e distribuição de energia. Neste âmbito estão principalmente as usinas hidrelétricas, termelétricas e

nucleares. Esta prática obriga a utilização de grandes somas de recursos para realização destas obras, além de uma complexa análise de custos para que a empresa cumpra com seu objetivo principal e não se torne inviável.

No caso do Brasil, a estratégia de governo para o setor energético estimulou mudanças significativas na matriz energética brasileira com as privatizações, a introdução do gás natural em grande escala e a regulamentação do seu uso em termelétricas, além do incentivo às pesquisas de fontes não convencionais e/ou descentralizadas de energia (solar, eólica, resíduos florestais e agrícolas, óleos vegetais, pequenos potenciais hidráulicos). Também foram criados programas para elevação dos níveis de eficiência energética do País, compreendendo a produção e o uso eficiente da energia e a cogeração de energia elétrica e energia térmica.

No setor elétrico, o novo modelo institucional pressupõe que cada consumidor poderá escolher a geradora e a concessionária da qual deseja comprar energia, extinguindo assim, a obrigatoriedade de comprar energia da concessionária local. A perspectiva é que em 2005 a situação será de uma abertura total do mercado de energia elétrica, a qual poderá ser contratada livremente em montantes pré-combinados e preços pré-estabelecidos, de acordo com SCHUCH(2000).

Assim, a abertura do mercado estabelece um novo foco de competitividade, requerendo um conhecimento aprofundado das questões energéticas, das questões técnicas inovadoras, das questões sociais, das questões legais e principalmente das questões ambientais, a fim de sustentar o novo ciclo de desenvolvimento econômico com crescente respeito ao meio ambiente. A necessidade da identificação dos dados e custos que farão parte do processo de escolha da utilização dos recursos energéticos disponíveis é bastante complexa e, na maioria das vezes, abrange somente aspectos técnicos e econômicos.

HENDERSON(1991) esclarece que fica de fora desta conta aspectos sociais e ambientais. Estes normalmente não são contemplados devido à dificuldade de serem identificados e quantificados, embora traduzam, a longo prazo, um grande custo adicional para a sociedade.

Diante do exposto, o desafio deste trabalho é apresentar e determinar, com base na análise de viabilidade de projetos, alguns importantes aspectos de internalização da variável ambiental na implantação de geração de energia elétrica.

## **1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Incorporar os fatores de risco ambiental no diagnóstico de viabilidade de projetos de geração de energia elétrica.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Apresentar as principais variáveis envolvidas no processo de análise de viabilidade de um projeto a partir de duas metodologias aceitas internacionalmente: *Project Finance* e Banco Mundial (BIRD).

Demonstrar a importância das questões ambientais em um projeto de geração de energia elétrica.

## **1.3 JUSTIFICATIVA**

Apesar da crescente preocupação da humanidade com relação às “falhas” nos sistemas atuais de produção, no sentido de preservar a natureza, os temas relacionados à energia raramente são o centro das questões acadêmicas e empresariais. Ainda hoje, estas questões de energia, quando debatidas, não são acompanhadas das questões ambientais, principalmente no que se refere às externalidades e passivos ambientais gerados pela extração e distribuição de energia elétrica. Com o novo modelo institucional da matriz energética brasileira de mercado aberto, a possibilidade de geração própria entra agora como um grande diferencial no sucesso deste empreendimento, o que pode garantir entre outros benefícios, a segurança no fornecimento de energia ininterrupta, o aumento na confiabilidade do sistema, a redução de custos com compra de energia da concessionária local e investimentos mais baixos ou inexistentes em linhas de transmissão.

A decisão quanto à fonte energética a ser implementada, no caso de uma geração própria, passa por um profundo conhecimento da área energética incluindo as questões ambientais e sociais que são extremamente difíceis de serem mensuradas. As sociais, na maioria das vezes, se restringem ao simples cálculo das indenizações relativas às desapropriações, ou multas. Porém é cada vez mais necessário conhecer tanto os benefícios monetários quanto os danos causados pelos processos de produção e o tipo de energia utilizado nestes processos face à crescente competitividade das empresas.

Este problema passa inevitavelmente por um rigoroso reexame de conceitos de economia, custos e variáveis ambientais, além de um conhecimento prévio das possibilidades e novos métodos na geração de energia elétrica no caminho do desenvolvimento sustentável. Estas informações são indispensáveis para a correta identificação do tipo de fonte de energia a ser utilizada, definição esta que hoje ainda é tratada como um “assunto de governo”, oferecendo aos empresários a posição (des)confortável de esperarem por estas definições. Estes mesmos empresários perdem, no curto prazo, competitividade no que diz respeito a sua imagem frente à sociedade e perdem principalmente em longo prazo, com passivos ambientais gerados por más escolhas que agravam o quadro de degradação ambiental hoje constatado. A disponibilidade de energia elétrica deve estar entre as variáveis indicadoras da viabilidade de um negócio, principalmente na maioria dos projetos de implantação de grandes indústrias.

Este trabalho visa auxiliar esta nova visão de empresa ambientalmente sustentável, utilizando duas metodologias consagradas e propondo um novo método de internalização de variáveis ambientais na análise de projetos de geração de energia elétrica.

#### **1.4 METODOLOGIA PROPOSTA**

Um trabalho de pesquisa caracteriza-se como “um conjunto de ações propostas para encontrar a solução para um problema, que tem por base procedimentos racionais e sistemáticos”.(PPGEP/UFSC, 2001)

Este trabalho de pesquisa classifica-se, do ponto de vista de abordagem do problema, como uma pesquisa qualitativa, também conhecida como “estudo qualitativo”, o qual não é um método dedutivo nem indutivo, é uma preocupação direta da experiência tal como ela é, uma descrição da realidade. Assim, este trabalho tem um enfoque positivista, segundo TRIVINOS(1997) “... talvez seja a visão estática, fixa, fotográfica da realidade seu traço mais peculiar”. A pesquisa qualitativa considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas.

O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento chave. O procedimento para a coleta do material bibliográfico foi iniciado durante todo o período de duração do mestrado iniciando com a bibliografia sugerida pelos professores das disciplinas cursadas. Esta pesquisa serviu como a base de todo o trabalho de Estado da Arte, complementada através da consulta de publicações, livros, artigos, dissertações e teses sobre os temas de meio ambiente, economia e energia disponíveis principalmente nas Bibliotecas Universitárias

Uma grande parte da bibliografia foi obtida em pesquisas intensivas à rede mundial de computadores *Internet*, principalmente o acesso às bases de dados da Eletrobrás, Ministério das Minas e Energia, Banco Mundial (BIRD), IBAMA, e outros sites relativos à pesquisa sobre energia e meio ambiente. Durante estas pesquisas, algumas instituições foram contatadas e forneceram material valioso para a continuidade do trabalho, devidamente referenciadas na dissertação.

Após averiguada a deficiência na internalização das variáveis ambientais no planejamento de projetos em geral, procedeu-se uma detalhada revisão bibliográfica para identificar os possíveis métodos utilizados na análise de viabilidade de projetos de geração de energia elétrica com ênfase na economia e no meio ambiente. A partir desta revisão foi possível estabelecer os dois métodos que serviram como base para o modelo proposto.

Face ao tratamento qualitativo da pesquisa foi importante a participação em seminários e debates, bem como as conversas informais e o apoio de colegas da área de custos e de meio ambiente da Engenharia de Produção.

A aplicação do modelo foi feita a partir de uma implantação real de geração eólica no Morro do Camelinho em MG. Este caso é apresentado em detalhes no capítulo 5.

## **1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho de pesquisa está estruturado em 6 capítulos. O capítulo 1 apresenta as características principais do trabalho, como o tema escolhido, os objetivos, a justificativa e a metodologia utilizada. O capítulo 2 constitui o estado da arte. Neste capítulo foi realizada e apresentada uma revisão bibliográfica de temas relativos à questão ambiental, energética, e aos problemas da falta de internalização de variáveis ambientais, onde se buscou conceituar externalidades, custos ambientais e sustentabilidade. A seguir, no capítulo 3, foi realizada uma breve descrição sobre metodologias de análise de viabilidade de projetos, em especial as duas metodologias escolhidas como base para o modelo proposto.

No capítulo 4 foi apresentado um modelo para a incorporação de variáveis ambientais na análise de viabilidade de projetos de geração de energia elétrica e no capítulo 5 apresentou-se um caso real de implantação de energia alternativa – no caso eólica, e a aplicação do método proposto incorporando as variáveis ambientais.

O capítulo 6 apresenta as considerações finais e sugestões para os trabalhos futuros.

## **1.6 LIMITAÇÕES DO TRABALHO**

Este trabalho está baseado em um diagnóstico prévio da matriz energética brasileira que, por si só, apresenta limitações quanto à utilização de todos os recursos disponíveis. Soma-se ainda a dificuldade de se obter modelos que identifiquem e avaliem os impactos ambientais envolvidos e a inércia das organizações em utilizar novos conceitos na sistemática de trabalhos. Cabe salientar porém que este trabalho apenas identifica as possíveis variáveis ambientais que podem ser incorporadas na tomada de decisão quanto à fonte geradora que será escolhida.

A formulação de uma metodologia completa para apoiar esta tomada de decisão, levando em consideração as variáveis ambientais e todo o repertório de custos que envolvem um projeto de geração de energia elétrica, fica como sugestão para trabalhos futuros.

## CAPITULO 2 – O Estado da arte

### 1.7 MEIO AMBIENTE

*“Meio Ambiente: Refere-se igualmente à qualidade e à quantidade de recursos naturais renováveis e não renováveis. O termo inclui, também, o meio ambiente, do qual fazem parte a paisagem, a água e a atmosfera, e constitui um dos elementos essenciais da qualidade de vida [...] é determinante crítico da quantidade, qualidade e manutenção das atividades humanas na vida em geral”.*  
(PANAIOTOV,1994)

As palavras meio ambiente, expectativa de vida, e alimentação já nos trazem hoje algumas preocupações no sentido de mantê-las através de um equilíbrio entre duas variáveis: crescimento econômico e preservação ambiental.

Já existe um consenso de que o desenvolvimento econômico como hoje entendemos, dito “convencional”, é anti-produtivo e compromete a existência das próprias organizações sejam estas poluidoras ou não, visto que este tipo de desenvolvimento afeta não só o meio ambiente ao redor, como o ecossistema como um todo.

Felizmente, a idéia básica deste tipo de desenvolvimento - destruir para crescer - já não alcança tantos adeptos facilmente.

Nas últimas décadas, em destaque nos anos 70, nos tornamos conscientes de que o ar que respiramos, a água e o solo estão danificados e ameaçados de um desastre. Apesar disso, as questões ambientais ainda hoje desempenham um papel secundário na implementação de políticas industriais, de comércio e serviços.

Porém, ultimamente, percebemos uma mudança de postura que provém da crescente pressão por parte dos consumidores e de uma legislação ambiental mais atuante e presente.

Ressalta-se que uma postura mais cuidadosa deve ser uma atitude constante em consumidores, comerciantes e empresários, ou seja, as pessoas comuns – as que de fato tomam as decisões ambientais diárias, as quais podem efetivamente alavancar mudanças.

Conforme COMMONER(1990), as organizações têm um importante desafio de gestão ambiental<sup>1</sup> utilizando-a como uma ferramenta para sanear os malefícios dos processos de produção e de consumo da sociedade, visto que quase todos os problemas do meio ambiente se originam nos sistemas de produção. Dentre as definições existentes de gestão ambiental, as utilizadas pelo IBAMA(2001) são as que mais expressam a implantação e a manutenção de um SGA<sup>2</sup> dentro da empresa :

*Definição 1: “É um processo de mediação entre interesses de atores sociais voltado ao uso ou preservação de um recurso.”*

*Definição 2: “Condução, direção, proteção da biodiversidade, controle do uso de recursos naturais, através de determinados instrumentos, que incluem regulamentos e normatização, investimentos públicos e*

---

<sup>1</sup> Gestão ambiental : Pode ser definido como “(...)um conjunto de procedimentos para gerir ou administrar uma organização na sua interface com o meio ambiente. É a forma pela qual a empresa se mobiliza, interna e externamente, para a conquista da qualidade ambiental desejada” (MAINON,1999).

<sup>2</sup> SGA: Sistema de gerenciamento ambiental : “O estágio buscado pela organização através da implantação de um SGA é o de incorporar a Gestão pela Qualidade Total, o controle ambiental, no qual a organização detém e utiliza todos os instrumentos necessários à manutenção da estabilidade ambiental nas relações que mantém com o território geopolítico em que está inserido” (MACEDO,1994).

*financiamentos, requisitos interinstitucionais e jurídicos. Este conceito tem evoluído para uma perspectiva de gestão compartilhada pelos diferentes agentes envolvidos e articulados em seus diferentes papéis, a partir da perspectiva de que a responsabilidade pela conservação ambiental é de toda a sociedade e não apenas do governo, e baseada na busca de uma postura pró-ativa de todos os atores envolvidos.”*

Teoricamente a preocupação de uma organização com o meio ambiente se traduz no planejamento de seu sistema de gestão. Muitas vezes porém este planejamento é tardio, e o sistema de gestão é portanto, reativo. Neste ponto já foi desfeito o equilíbrio entre progresso econômico e preservação ambiental.

A deterioração do meio ambiente evidencia-se atualmente de diversas maneiras:

poluição das águas, do ar, do solo, com conseqüente contaminação de animais e aquecimento global. A degradação ambiental que segundo PANAIOTOV(1994) “É a diminuição do ambiente em quantidade e sua deterioração em qualidade.”, está presente em todos os setores da economia; o único fato de interagirmos com o meio ambiente como provedor de matéria-prima já é causador de desequilíbrio, em se tratando de determinadas organizações este fato é ainda mais evidente e grave.

Constata-se que, quase de improviso, começamos a nos preocupar e a debater sobre o meio ambiente. Em *Limites do Crescimento*, relatório de 1972 elaborado pelo Clube de Roma por Dennis Meadows e um grupo de pesquisadores; no relatório intitulado *Nosso Futuro Comum* realizado em 1987 pela Comissão Mundial (da ONU<sup>3</sup>) sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), presidida pela primeira ministra Gro Harlem Brundtland; na Conferência da ONU no Rio de Janeiro em 1992 e tantas outras reuniões, conferências, e convenções que ocorreram em todo o mundo mostraram uma preocupação em comum: o equilíbrio entre a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sócio-econômico.

Fica claro que a crise ecológica abrange *tudo e todos em todos os lugares*, porém ainda é tratada como um problema local, merecendo ainda hoje soluções apenas locais e individuais. No momento da tomada de decisão sobre a utilização de recursos

---

<sup>3</sup> ONU – Organização das Nações Unidas

naturais, ainda não se leva em consideração todos os parâmetros decorrentes desta ação. O restrito campo de visão também restringe este sentimento de vastidão, de interligação, ficando apenas no campo competitivo, monetário, de disponibilidades de matéria-prima, ou de oferta de trabalho e de mercado.

Cedo ou tarde a sociedade terá “que pagar o preço para tentar remediar as decisões erradas do passado.” (CONTADOR,1997).

### 1.7.1 MANIFESTAÇÕES FÍSICAS DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Os problemas ambientais têm uma dimensão idêntica em quantidade e qualidade, isto significa que os problemas relacionados à deterioração física do ar, do solo, da água acontecem tanto na questão da sua falta, quanto na sua qualidade.

Segundo (PANAIOTOV,1994), os problemas relacionados à água incluem tanto sua falta quanto a deterioração de sua qualidade, os problemas florestais incluem o desflorestamento e a degradação florestal. Os problemas relativos à terra incluem a escassez da terra fértil, a erosão do solo, etc. Os problemas relativos à fauna incluem tanto a falta de algumas espécies, quanto a baixa qualidade.

Assim:

*“Poluição é toda alteração no ambiente, provocada por substâncias capazes de prejudicar populações de microorganismos, plantas ou animais, a saúde humana ou o uso que o homem faz do ambiente.” (CLEFFI,1985).*

*“A questão principal não é prevenir ou eliminar a degradação ambiental, mas minimizá-la a um nível compatível com os objetivos da sociedade” (PANAIOTOV,1994).*

Segundo CLEFFI (1985), uma das fontes mais significativas de poluição é decorrente da utilização de energia proveniente de diversas fontes, liberada na combustão de derivados de petróleo, da lenha, carvão, e álcoois.

O princípio poluidor se dá através da oxidação de compostos orgânicos na queima de combustíveis. Em uma queima perfeita ou ótima, o único composto resultante é o gás carbônico que se mistura ao ar. Na combustão incompleta, seja pela falta de

oxigênio disponível na reação, ou por esta não atingir a temperatura ideal, forma-se, então, o gás carbônico juntamente com o monóxido de carbono, o dióxido de carbono e ainda outros gases ou vapores contendo outros compostos não queimados durante o processo. Estes podem ser provenientes de elementos químicos da própria composição dos combustíveis, impurezas, ou até mesmo resultantes de compostos originados da combinação de nitrogênio sob efeito da combustão e oxigênio do ar, além de outros elementos químicos utilizados como aditivos para melhorar a combustão, como os compostos a base de chumbo adicionados à gasolina, por exemplo.

*“Cerca da metade dos gases relacionados ao efeito estufa, provocados pelas atividades humanas, está associada à energia, sendo a outra metade resultante sobretudo do desmatamento, do aumento das terras de pastio e arrozais, bem como do uso de clorofluorcarbonetos e fertilizantes agrícolas.” (UEHARA,2000)*

Os efeitos da poluição do ar aparecem sob diversas formas: poeira e fumaça, fuligens nas edificações e monumentos, corrosão de partes metálicas pelos gases ácidos, pela umidade e pela temperatura.

Um dos mais importantes problemas causados pela poluição do ar é o efeito estufa. O problema acontece devido ao aumento da concentração do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) ou gás carbônico que existe normalmente na atmosfera. Este composto absorve energia térmica na atmosfera dificultando a passagem do aquecimento solar e provocando um aumento da temperatura da Terra.

Segundo (BRANCO,1990), a partir de medições feitas em amostras de gelo da Antártida que permitem identificar concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera desde 1750 até 1950, o resultado da evolução desta concentração ao longo de dois séculos e meio é preocupante: a concentração cresce exponencialmente, ainda sem mostrar os efeitos das reuniões e esforços feitos nos últimos anos para limitar/minimizar esta emissão.

A concentração de gás carbônico prosseguindo os ritmos atuais, será por volta de 2030 o dobro da que existia antes da era industrial e de 4 a 8 vezes superior em 2150,

acarretando um aumento de mais de 6° Celsius na temperatura média da Terra (condições semelhantes ao período cretáceo há mais de 70 milhões de anos atrás).

Alguns efeitos, dentro de uma análise superficial, são: o aumento da temperatura, as alterações climáticas em todo o Planeta, a alteração de estações e de períodos de chuva prejudicando a manutenção de plantações e pastos, além de conseqüências climáticas ainda não inteiramente compreendidas.

Além deste importante dano, ressalta-se a diminuição da camada de ozônio da Terra.

Segundo (BRANCO, 1990), o ozônio funciona como um filtro natural da radiação solar. Os primeiros alertas da destruição da camada natural de ozônio vieram dos cientistas em 1974. Entre as conseqüências desta destruição, verifica-se o incremento da radiação ultravioleta que atinge a terra, aumentando a incidência de câncer de pele, promovendo a redução de safras agrícolas e mortes de muitas espécies, além de modificações na distribuição térmica e na circulação de ar no planeta.

O alarme dos cientistas era baseado nos fatos de que estes compostos poderiam se concentrar em camadas atmosféricas onde a radiação ultravioleta, decompondo estas moléculas, liberaria cloro em quantidade suficiente para atacar a camada de ozônio produzindo assim, óxido de cloro e oxigênio molecular.

As evidências foram aumentando a partir de 1977, quando várias equipes começaram a medir a camada de ozônio, que vem diminuindo sobre a Antártida. Em fins de 1982 observou-se o mesmo fenômeno na Suíça, Alemanha e Canadá.

## **1.8 A AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS**

### **1.8.1 O IMPACTO AMBIENTAL**

Impacto Ambiental é definido na Resolução N.001, artigo 1 do CONAMA (Anexo 1) como sendo qualquer alteração das propriedades físicas, químicas, e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que diretamente ou indiretamente afetam a saúde, a

segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais. (CONAMA,1986).

Segundo BOLEA *apud* MARGULIS(1990), impacto ambiental de um projeto é:

*“[...] a diferença entre a situação do meio ambiente (natural e social) futuro modificado pela realização do projeto e a situação do meio ambiente futuro tal como teria evoluído sem o projeto.”*

De acordo com MAGRINI *apud* MARGULIS(1990), as definições de impacto ambiental são todas derivadas de um caráter preventivo em uma lógica de ação-reação “que dificilmente espelham a dinâmica ambiental”.

As dificuldades básicas, ainda segundo o referido autor, consistem na identificação das fronteiras do impacto em si e nas deficiências instrumentais e metodológicas para predizer as respostas dos ecossistemas às ações humanas.

LERIPIO(2001) chama atenção para a relação entre os aspectos ambientais e seus impactos que é de causa e efeito.

*“Um aspecto ambiental está relacionado a um elemento de uma atividade, produto ou serviço da organização a qual pode ter um impacto benéfico ou adverso sobre o meio ambiente. [...] Um impacto está relacionado com a mudança a qual ocorre no meio ambiente como resultado dos aspectos.”*  
(LERIPIO,2001).

Como exemplo pode-se citar o aspecto emissão e a poluição do ar causada por este aspecto como o impacto resultante no meio ambiente.

#### **.8.1.1.1.1 QUADRO 2.1 Classificação prévia de Impactos Ambientais**

<b>Tipo de Impacto</b>	<b>Característica</b>
------------------------	-----------------------

Direto ou Primário		Consiste na alteração de determinado aspecto ambiental por ação direta do homem. Este impacto é de mais fácil identificação, por exemplo: desgastes impostos aos recursos utilizados ou os efeitos sobre os empregos gerados.
Indireto ou Secundário		Este tipo de impacto é decorrente do impacto direto, ou seja: o crescimento demográfico resultante de um assentamento, por exemplo.
De curto prazo		Ocorre logo após a realização da ação, podendo inclusive desaparecer em seguida, por exemplo: produção de poeira durante uma construção.
De longo prazo		Verifica-se após certo tempo da realização da ação, como a incidência de certas doenças respiratórias causadas pela inalação de poluentes gasosos.
Cumulativos ou sinérgicos		Este tipo de impacto considera a incidência do somatório de mais de um tipo de impacto sobre o meio ambiente.
Reversíveis e irreversíveis		Este tipo de classificação considera a questão da reversibilidade ou não das alterações provocadas no meio ambiente.

Fonte: Elaboração do Autor baseado em MAGRINI *apud* MARGULIS (1990)

A avaliação de impactos ambientais segundo (GARTNER, 1999), é um método bastante difundido em muitos países, conduzido por equipes multidisciplinares e deve ser feita nas fases iniciais do planejamento de projetos. São considerados quatro elementos primários como componentes de uma Avaliação de Impactos Ambientais:

- ✓ Os físico/químicos: cobrem os aspectos físicos e químicos do meio ambiente, incluindo os recursos naturais não renováveis e a degradação do meio ambiente pela poluição;
- ✓ Os biológicos/ecológicos: cobrem todos os aspectos do meio ambiente, incluindo as interações entre as espécies, a biodiversidade, os recursos naturais renováveis;
- ✓ Os sociológicos/culturais: cobrem todos os aspectos humanos, incluindo as questões sociais que afetam as comunidades e os aspectos culturais, incluindo a conservação da herança cultural;
- ✓ Os econômicos/operacionais: identificam as consequências econômicas da mudança ambiental, de forma qualitativa, assim como o gerenciamento ambiental do projeto.

*“O uso destes quatro elementos primários é em si mesmo uma ferramenta competente, particularmente para se comparar as atividades detalhadas do projeto de engenharia, das fases pré e pós a implementação do projeto, incluindo as fases de construção.” (GARTNER, 1999).*

Resumindo, a identificação dos impactos é realizada a partir de uma análise comparativa dos cenários da região *antes* e *depois* da implantação do projeto em questão.

### **1.8.2 OS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS**

De acordo com (MAGRINI, 1990) *“São normalmente determinados técnicas ou métodos de avaliação os instrumentos que visam a identificar, avaliar e sintetizar os impactos de um determinado projeto ou programa. (...) Existem diversas classificações para estas*

*técnicas (...) de um lado, encontramos os métodos tradicionais de avaliação de projetos, como a análise de custo-benefício ; e de outro os métodos calcados na utilização de pesos escalonados.”*

A questão principal a ser utilizada para mensurar aspectos tão diversos quanto os aspectos ambientais é a unidade de medida que deve vislumbrar tanto os efeitos sobre a saúde como os impactos em uma determinada região.

De acordo com (LERIPIO,2001) “[...] avaliar a significância dos impactos, leva em consideração que a significância de cada impacto ambiental utilizado pode ser diferente para cada organização.”

Os métodos de avaliação de impactos ambientais são originalmente avaliados em dois grandes grupos: o primeiro busca uma mensuração destes aspectos em termos qualitativos e o segundo em termos monetários.

### **1.8.2.1 Mensuração qualitativa**

Uma primeira categoria de técnicas ou métodos é centrada na identificação e sintetização dos impactos e a segunda categoria incorpora a avaliação propriamente dita. A primeira categoria abrange os check-lists, as matrizes, as redes, os diagramas, os métodos cartográficos, e o métodos ad hoc. A segunda categoria engloba os métodos de Battelle, a Folha de Balanço, e a Matriz de Realização de Objetivos.

#### **.8.2.1.1.1 QUADRO 2.2 Métodos Qualitativos de Avaliação de Impactos Ambientais**

MÉTODO	DESCRIÇÃO
Check-lists	São listagens padronizadas de fatores ambientais de acordo com o tipo de projeto. São extremamente objetivas e não englobam as inter-relações entre os fatores ambientais. Alguns casos podem incorporar valoração e pesos diferentes dos fatores.

---

Matrizes	Esta técnica relaciona ações com fatores ambientais. São métodos basicamente de identificação. A mais conhecida é a Matriz de Leopold. Este método também não explicita as inter-relações entre os impactos. É discutida a pertinência de se calcular um índice global de impacto ambiental. São mais apropriadas para identificar os impactos e procurar sistematizar a apresentação comparativa das diversas alternativas de projeto.
Redes	Aqui são estabelecidas as relações do tipo causa e efeito permitindo melhor visualização dos impactos e suas inter-relações. O método representa uma rede composta dos diversos ramos de efeitos, e indica as ações corretivas e mecanismos de controle. O mais conhecido é o Método de Sorensen. É uma variante do método de matrizes.
Diagramas	A vantagem está na utilização de uma unidade de medida comum para a mensuração de todos os impactos, evitando a conversão em escalas. Esta técnica tem como base uma simbologia com circuitos eletrônicos, o autor sugere que os impactos sejam medidos em termos de fixação e fluxos de energia entre os componentes dos ecossistemas. Esta técnica é bastante complexa sendo indicada para avaliar alguns impactos como ruído, fatores estéticos, de difícil mensuração.
Cartográficos	São aplicados na avaliação de impactos visando a localização e a identificação da extensão dos efeitos sobre o meio ambiente através do uso de fotografias aéreas. O mais conhecido é o Método McHarg. São úteis principalmente para a análise da situação de referência do ambiente regional, antes da implementação de um projeto.
Ah doc	São elaborados para um projeto específico, identificando os impactos através de um <i>brainstorm</i> e caracterizando-os em tabelas ou em matrizes.
Método Battelle	É um método complexo que engloba uma contabilização final feita através de um cálculo de um índice global de impacto. A técnica prevê um sistema de alerta para identificar os impactos mais significativos os quais deverão ser submetidos a uma análise mais detalhada. Este método aparentemente é mais completo do que os anteriores, porém, ainda apresenta falhas na identificação da interação entre os impactos.
Folha de Balanço de Planejamento	Classifica os atores envolvidos em produtores – empresa, indivíduo, etc., e contabiliza em termos monetários os custos e benefícios para as partes afetadas.
Matriz de Realização de Objetivos	Os impactos são avaliados em termos de custos e benefícios a partir das ponderações dos diferentes objetivos da comunidade. Considera estes grupos sem classificá-los como produtores e consumidores como no anterior, este método é altamente subjetivo e trabalha com um sistema de pesos. Depende da ótica dos diferentes grupos.

---

Fonte: Elaboração do Autor baseado em (MAGRINI, 1990)

## 1.9 A ENERGIA

*“[...] a grande descoberta humana que promoveu todo o desenvolvimento tecnológico característico deste século foi a de que a energia contida no fogo do carvão ou da lenha podia ser armazenada na água produzindo diferenças térmicas essenciais ao movimento; de que uma massa de água a uma altitude elevada podia ser transformada em energia elétrica; ou de que a energia molecular contida em compostos complexos como o petróleo, o álcool, o carvão ou mesmo a lenha podia ser convertida em energia mecânica.”*

(BRANCO,1989)

O uso dos recursos naturais foi até agora predominado por um tipo de visão exploratória baseado na crença de que os recursos são infinitos e muitos, renováveis.

Cabe aqui classificar os recursos naturais renováveis. Na verdade é comum classificar os recursos naturais em renováveis e não renováveis ou exauríveis. De acordo com MARGULIS(1990), os recursos naturais renováveis possivelmente podem tornar-se exauríveis, e estes, apesar de não se tornarem renováveis, podem ao menos ser considerados não exauríveis, o que dependerá exclusivamente do planejamento deste recurso. Uma floresta, por exemplo, que é por definição um recurso renovável pode tornar-se exaurível se, no processo de sua exploração, forem destruídas as condições que possibilitam sua regeneração.

Segundo (BRANCO,1990), a utilização da energia de forma contínua impõe sua produção também contínua e uniforme, ou sua acumulação. Sabe-se porém que todas as formas de energia disponíveis na Terra são descontínuas, como a função termodinâmica responsável pelos movimentos do ar e da água, o ciclo hidrológico, os ventos, as tempestades, etc. Partindo-se do princípio de que nenhuma atividade humana é possível sem o uso de energia, a grande questão é como dispor essa energia de uma forma *armazenável* para utilizá-la mais tarde de uma forma *controlável*. Foi esta necessidade que delineou a evolução natural de seres vivos e ecossistemas, através de diferentes métodos para este uso.

A energia necessária na utilização em nossos processos industriais, máquinas, e residências provém dos 0,02% de energia fossilizada no Planeta. Significando que, o uso de energia como hoje utilizamos é completamente desproporcional à sua disponibilidade na Terra, pois o interesse do homem tem-se demonstrado na utilização de energias que podem ser armazenadas e controladas, indicação exclusiva do uso das alternativas fósseis.

De acordo com BP Amoco Review of World Energy mencionado em MATELLI(2001), as estimativas para a duração das reservas mundiais de carvão, petróleo e gás natural são de 218, 41 e 63 anos respectivamente.

A necessidade de obter-se uma energia controlável é proporcional ao controle de geração desta eletricidade.

A eletricidade é uma energia derivada de um gerador ou alternador que converte a energia mecânica fornecida por um processo térmico ou por uma turbina hidráulica. Na maior parte das suas aplicações, a eletricidade é uma energia de rede que deve ser produzida no momento do seu consumo. Com efeito, o seu armazenamento só é possível indiretamente e em aplicações muito restritas.

A energia fóssil é a energia mais indicada para obter-se este controle, porém os efeitos nocivos desta utilização no meio ambiente são significativos.

## **1.10 A GESTÃO AMBIENTAL ENERGÉTICA**

O Brasil é um país bastante peculiar no que diz respeito aos recursos energéticos.

Segundo FURTADO apud (CAVALCANTI,1995), o Brasil foi o país do terceiro mundo que mais se adiantou no desenvolvimento tecnológico, na escala produtiva e na reprodução da sociedade de consumo elitista, o que ocorreu entre 1967 e 1973 na fase chamada “milagre econômico”.

Esta fase apresenta um aumento paradoxal de consumo intensivo de energia, um desenvolvimento “energo-intensivo” da sociedade industrial, exemplificado pela posição de maior país importador de petróleo do Terceiro Mundo, demonstrando uma clara “saída natural” encontrada na época pela economia brasileira para aumentar as exportações e incrementar a expansão de setores produtivos.

Ainda segundo o referido autor, durante a década de 80, o acelerado ritmo de desenvolvimento externo inviabilizou o prosseguimento do desenvolvimento do país, culminando com uma estagnação produtiva, mas também com transformações importantes como a necessidade de autonomia para com o petróleo importado. Nesta época o álcool combustível e o bagaço de cana tiveram seu ápice de utilização representando, na época, 96% do combustível utilizado do total de carros em circulação no país. O programa Proálcool surgiu como um importante substituto para a utilização de combustíveis fósseis no primeiro choque do petróleo, ainda na década de 70.

Em setembro de 1990 John P. Holdren publicou na Revista Scientific American um artigo intitulado “Energy in Transition” que levantava aspectos como eficiência global dos empreendimentos, análises de redução de consumo de energia, entre outros aspectos forçando os economistas e os planejadores governamentais de energia a rever o funcionamento do mercado livre, dos subsídios ao carvão, a energia nuclear, o petróleo e o gás.

Esta nova “visão” de um planejamento global energético envolvendo também “[...] o uso social dos recursos regionais e nacionais, para a melhoria das condições de vida e para a eficiência, a conservação e a economia de energia” citados por SEVÁ FILHO(1995), aliado ao fato de que a segurança das fontes de energia era assunto de interesse militar, fato este confirmado pela Guerra do Golfo no início da década de 90, forçou as sociedades industriais a mudanças básicas de valores e comportamentos.

HENDERSON (1991), descreve que estes movimentos transformadores nos países industrializados apresentaram alternativas energéticas como ponto básico para uma nova ordem mundial, um caminho de desenvolvimento totalmente novo, deixando claro que a promessa de pleno emprego prometida pelo industrialismo praticado era um “embuste cruel.”

No Brasil, privilegiado pela abundância de recursos naturais existe “como em poucos países do mundo, a possibilidade de uso equilibrado de energia hidrelétrica e da derivada de combustíveis fósseis e, especialmente, os renováveis.”(OMETTO, 1998).

Assim o caminho do desenvolvimento sustentável envolve uma gestão ambiental e também energética baseado em alternativas que aliviarão os problemas energéticos e ambientais do país, com prioridade na eficiência, na economia do uso de energia, no

incentivo aos combustíveis nacionais renováveis e na correta valoração da energia consumida.

*“atualmente pagamos um preço demasiadamente baixo, ou nada pagamos, por muitos recursos naturais. Por esta razão, os dilapidamos. A sociedade está muito longe de ser sustentável, porque o valor do meio ambiente não se reflete nos preços dos recursos naturais e dos produtos.”(OMETTO,1998).*

### **1.11 OS EFEITOS DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO MEIO AMBIENTE**

O uso da energia traz danos significativos ao meio ambiente, estes danos são causados freqüentemente em nível local, porém, posteriormente, abrangem na maioria das vezes grandes áreas chegando até a influências globais.

O grande problema passa a ser mais uma vez a queima de combustíveis fósseis. Ainda que fosse restabelecida e replantada toda a biomassa vegetal da superfície da Terra, esta só seria capaz de consumir o gás carbônico que resulta da combustão das moléculas orgânicas, que ela mesmo produz, isto é, a da respiração e queima da biomassa viva. Sendo assim, apenas o reflorestamento seria inútil para tentar remover o excesso de gás carbônico acumulado no ar atmosférico.

Constata-se porém que ao contrário de reflorestar, o homem vem aumentando a concentração de gases poluentes na atmosfera, principalmente pela queima de árvores, álcool e outros combustíveis que movem veículos, iluminam cidades, aquecem ou esfriam ambientes e alimentam as indústrias.

A crescente necessidade de incorporar ao planejamento, implantação e operação de projetos de grande porte no setor elétrico às questões ambientais, fez crescer a urgência na realização de estudos de identificação de impactos causados por estas plantas de geração de energia. Assim, em meados de 1991, a Eletrobrás através do

Comitê Coordenador das Atividades de Meio Ambiente do Setor Elétrico - COMASE criou cinco grupos de trabalho (GT) orientados no sentido de elaborar estudos em temas tão diversificados quanto contabilidade, meio ambiente e influências sociais. Entre eles, o Grupo de Trabalho Custos Ambientais com o objetivo de investir no tratamento ambiental aos projetos do setor elétrico.

Apesar de todo o repertório de estudos apresentados pelos grupos do COMASE, ressalta-se que muitas das variáveis ambientais não são totalmente identificáveis e quantificáveis. Soma-se a este fato a complexidade dos aspectos econômicos e sociais decorrentes da implantação e operação de usinas geradoras, que não são neste momento totalmente previsíveis em sua importância e ocorrência. Ainda destaca-se que, a identificação de impactos foi utilizada a partir do pátio da usina, quer dizer, a extração e transporte de energéticos utilizados em usinas termelétricas, não foram considerados. Porém, significam importante diferencial em termos de efeitos tanto ambientais quanto econômicos, sociais e políticos que afetam a sociedade.

#### **1.11.1 IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO PELA GERAÇÃO HIDRELÉTRICA**

Segundo a Eletrobrás, através de estudos do COMASE, os impactos ambientais de plantas hidrelétricas afetam os recursos hídricos devido, principalmente, à alteração do regime hídrico, do assoreamento do reservatório, da erosão das encostas. Em se tratando de usinas hidrelétricas de grande porte esses e todos os outros impactos são significativamente mais complexos do que em PCHs (Pequenas Centrais Hidrelétricas) pois no caso destas, o aproveitamento do recurso não significa necessariamente a alteração do regime hídrico, podendo ser respeitado o próprio desenho do rio, diminuindo portanto os impactos decorrentes desta interferência. Os recursos minerais, a qualidade da água, a vegetação, são também aspectos levantados pelo COMASE como impactados.

A influência na fauna aquática, terrestre e alada também é significativa dependendo do tamanho do empreendimento. Uma hidrelétrica de grande porte altera a composição físico-química da água e biológica do ambiente, interferindo nas condições necessárias para a sobrevivência das plantas e animais da região. Além disso, uma grande hidrelétrica tem significativa mudança na organização sócio-cultural e política da população tanto no aspecto relativo às mudanças territoriais, como inundação de terras ou o surgimento de núcleos populacionais próximos a obra, como também nos aspectos econômicos da região e da população local

Dependendo do porte da obra, poderá haver, por exemplo, a interrupção de estradas, de ferrovias, de portos e até de empreendimentos turísticos, alterando os meios de sobrevivência da população de toda uma região. Ainda foram considerados pelo COMASE impactos como poluição sonora e poluição visual, que afetam principalmente a população remanescente após o término da obra.

### 1.11.2 IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO PELA GERAÇÃO SOLAR

Não foram previstos impactos pelo grupo do COMASE na geração solar. A geração solar está entre as energias renováveis, mas este tipo de geração de forma alguma está isenta de qualquer tipo de impacto. Considerando que os painéis solares são constituídos por elementos químicos por vezes tóxicos, o impacto fica restrito à fase de montagem e de descarte deste material, problema semelhante ao descarte de baterias, por exemplo. Dependendo do porte da instalação, podem ser utilizadas grandes áreas acarretando, por vezes, problemas para a agricultura e pastagens. Pode-se ainda citar a poluição visual causada pela instalação dos painéis solares, este tipo de impacto está sendo cada vez mais amenizado, em alguns casos, integrando-os à arquitetura de edificações.

.11.2.1.1.1.1 Fig: 2.1 Painéis Solares integrados à arquitetura



Fonte: <http://www.cresesb.cepel.br>

### 1.11.3 IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO PELA GERAÇÃO EÓLICA

Os estudos do COMASE também não consideraram este tipo de geração. Como os efeitos de emissão de gases poluentes pela geração eólica são praticamente inexistentes, os impactos ambientais causados por este tipo de geração eólica devem-se ao impacto causado pela utilização do terreno, concorrendo com a agricultura e pastagens, mas que em alguns casos permitem que o terreno ocupado seja utilizado para fins agrícolas concomitantemente; ao impacto visual também relevante, que além de altamente subjetivo, podem em alguns casos ter até efeitos positivos sobre a população, e ao ruído.

Segundo DUTRA(2001), o impacto causado pela emissão de ruídos na geração eólica, está relacionado, principalmente, com a aleatoriedade do funcionamento do sistema e a variação da velocidade do vento. O ruído é proveniente de duas origens: mecânica e aerodinâmica, o primeiro originado da caixa de engrenagens e o segundo influenciado diretamente pela velocidade do vento incidente sobre a turbina eólica. A emissão de ruídos que ocorre ao funcionamento mecânico e ao efeito aerodinâmico é de aproximadamente de 90 a 100 dB<sup>4</sup> junto as torres e de 35 dB a 450 m das torres. Levando-se em conta que o nível recomendável para o ser humano é inferior a 40 dB, uma distância “segura” para as habitações corresponde a mais ou menos 200m.

Ainda pode-se citar como impacto ambiental neste tipo de geração, a morte de aves devido ao impacto do movimento das pás. Este impacto seria minimizado com a correta localização das torres evitando rotas de migração. Segundo (DUTRA,2001), em

---

<sup>4</sup> Este nível de ruído 90 a 100 dB<sup>4</sup> pode ser comparado com o ruído gerado pelo tráfego de automóveis em horário de pico , p.ex.

uma pesquisa foi constatada a morte de 32 aves por turbinas eólicas entre os anos de 1989 e 1990 em todos os parques eólicos da Alemanha em comparação a 287 aves vitimadas por impactos em antenas e torres de alta tensão neste mesmo período. O pior caso ocorrido foi na Espanha, no final de 1993, quando foram instaladas 269 turbinas eólicas localizadas nas principais rotas de migração de pássaros a Europa Ocidental, acarretando a morte de muitos pássaros. O diretor da Agência Espanhola de Energia declarou na época: “O que me ocorreu sobre o fato é que foi um inoportuno lapso de memória. Ninguém pensou nas migrações dos pássaros.” (World Energy Council, 1993 *apud* DUTRA, 2001)

*.11.3.1.1.1.1 Fig: 2.2 Exemplos de geração eólica*



Fonte: <http://www.wobben.com.br/usinas.htm> Acesso em  
01/11/2001 18:00 hs



Fonte: [http://www.awea.org/pubs/spla\\_vi.html](http://www.awea.org/pubs/spla_vi.html) Acesso em  
01/11/2001 18:00hs

#### 1.11.4 IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO PELA GERAÇÃO TERMELÉTRICA A GÁS

Segundo o COMASE, os impactos identificados pelo GT Custos Ambientais, foram relacionados de forma abrangente visando atender toda a diversidade de ocorrências que variam segundo as características do projeto, a região a ser implantado e o combustível utilizado. Na geração a gás natural, em princípio, a contribuição para o aquecimento global, por KW gerado, é muito menor que nas correspondentes a carvão e a óleo, devido a uma melhor eficiência térmica.

Além de ser rico em hidrogênio quando comparado aos demais combustíveis fósseis produzindo menos gás carbônico gerado por sua queima. O problema ambiental é o de emissão de óxidos de nitrogênio, conhecidos por "NOx". Uma turbina a gás tem níveis maiores de NOx do que caldeiras a óleo ou carvão porque a relação entre o ar e o combustível é muito maior na queima do gás.

Além das reduzidas emissões destes compostos, a emissão de CO<sub>2</sub> é reduzida relativamente ao trabalho útil produzido devido à maior eficiência dos processos, o que garante ao gás natural uma posição de destaque nos esforços pela redução da emissão de gases do efeito estufa (CO<sub>2</sub>). Não isentando, porém, este combustível de sua parcela na poluição do ar global.

Também deve ser levado em consideração o nível de ruído gerado pelas máquinas, o que de acordo com dados atuais se situa nos limites legais.

Cita-se como uma vantagem na utilização de usinas termelétricas a gás, a necessidade reduzida de grandes áreas para sua instalação.

Por exemplo, uma usina de 360 MW de capacidade pode ser implementada em uma área de 200 X 400 m, além disso a altura das torres – de concreto ou de aço podem ser reduzidas para até 75m em comparação às das usinas térmicas a carvão que chegam a 250m de altitude, ou seja, o impacto visual também é minimizado. Além é claro, da inexistência de depósitos de carvão ou óleo.

*De acordo com (MATELLI,2001), podemos estabelecer uma relação de kw gerado e CO<sub>2</sub> emitido conforme a seguinte proporção: Para cada 500kW gerado, temos 0,08415 Kg CO<sub>2</sub> emitido na atmosfera para geração a gás.*

*De acordo com estudos feitos pelo MME e apresentados na ECEN a partir de 2000, de acordo com o plano de governo, aumentariam as emissões provenientes de central a gás natural e estariam incrementadas em 2020 de um fator 5 em relação a 1999. Haveria então, em duas décadas, um acréscimo de cerca de 0,45 t/ano de emissão de CO<sub>2</sub>. Mesmo em se tratando de uma energia dita “limpa” por muitos autores, a quantidade de poluentes é considerável. Na hipótese aqui considerada, a participação do gás natural seria de 10% do total da geração nas centrais de serviço público.*

*Este estudo está supondo uma melhoria na eficiência das novas centrais, devido à possibilidade do uso da cogeração. Nota-se que, ainda de acordo com as informações coletadas na (ECEN,2001):*

*“[...] na ausência dessa melhoria, as emissões estariam incrementadas em 6% no período além das projeções aqui apresentadas. Isso representaria, no período de vinte anos, 87 milhões de toneladas de carbono extra colocados na atmosfera. Se considerarmos a alternativa de uma menor na participação do gás natural de 10% para 8%, em benefício do óleo combustível, verificamos que isso acarretaria um acréscimo na emissão em 2020 de 3% e um acréscimo acumulado de 35 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> de gases colocados na atmosfera. Isto não leva em conta, entretanto, o benefício no efeito regulador que as centrais a óleo combustível poderia propiciar, possibilitando uma melhor utilização das centrais hidrelétricas”*

## **1.12 OS INSTRUMENTOS REGULADORES E ECONÔMICOS PARA O CONTROLE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NO SETOR ELÉTRICO**

Para tentar minimizar os efeitos negativos dos processos industriais e da geração de energia elétrica, foram desenvolvidos vários instrumentos reguladores.

O objetivo dos instrumentos reguladores é restringir ou minimizar os efeitos negativos da poluição causada pelo processo industrial ao meio ambiente. Estes instrumentos impõem custos adicionais às empresas através de multas, que representam,

no curto prazo, um aumento de gastos ou até mesmo uma elevação nos custos de produção. Porém, em longo prazo, podem incentivar economicamente os poluidores à melhoria de seu desempenho ambiental, contribuindo positivamente para a saúde financeira da empresa. Os instrumentos reguladores são também conhecidos como instrumentos de comando e controle e são aplicados pelos governos e agentes econômicos, objetivando principalmente a prevenção e a correção dos problemas ambientais. Os instrumentos de controle podem interferir nas atividades industriais, e ainda segundo GARTNER (1999), podem atingir os bancos – principais financiadores de indústrias – gerando oportunidades e obstáculos para seus negócios. Estes instrumentos dependem de características de controle ambiental locais, como também dos instrumentos aplicados nos mercados estrangeiros.

(MARGULIS, 1996) define Instrumentos Reguladores como sendo:

*“[...] um conjunto de normas, regras, procedimentos e padrões a serem obedecidos pelos agentes econômicos de modo a adequar-se a certas metas ambientais, acompanhado de um conjunto de penalidades previstas para os recalcitrantes.”*

É necessário, entretanto, um órgão que proponha e fiscalize estes instrumentos.

No Brasil, o órgão federal de gestão ambiental é o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) e é o responsável por “Formular, coordenar, executar e fazer executar a política nacional do meio ambiente e da preservação, conservação e uso racional, fiscalização, controle e fomento dos recursos naturais renováveis” (Artigo 2º da Lei N 7.735 de 22 fev 1989 IBAMA 1989 p.5). O IBAMA atua como secretaria executiva do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), que pode:

*“Propor o estabelecimento de normas e padrões gerais relativos à preservação e conservação do meio ambiente, visando assegurar o bem-estar das populações e compatibilizar seu desenvolvimento sócio-econômico com a utilização racional dos recursos naturais.” (Artigo 1º do Decreto N 97.946 de 11 de jul 1989, IBAMA 1989).*

A estrutura do IBAMA é descentralizada e os órgãos estaduais são os responsáveis pela aplicação da legislação federal. Para a concessão do licenciamento, são requeridos Estudos Ambientais assim como: o relatório ambiental, o plano e projeto de controle ambiental, o relatório ambiental preliminar, diagnóstico ambiental, o plano de manejo, o plano de recuperação de área degradada e a análise preliminar de risco. O CONAMA, ainda estabelece que, o licenciamento ambiental destas atividades em projetos de grande porte de tipo industrial, agrícola ou de infra-estrutura, dependerá de prévio estudo de impacto ambiental - EIA e do relatório de impacto sobre o meio ambiente – RIMA.

#### .12.1.1.1.1.1 QUADRO 2.3 Instrumentos Reguladores

TIPO	APLICAÇÕES
LICENÇAS	Usadas pelos órgãos de controle ambiental para permitir a instalação de projetos que apresentem algum impacto ambiental. Alguns projetos requerem ainda um Estudo de Impactos Ambientais , EIA que identificam os efeitos dos projetos propostos.
ZONEAMENTO	Conjunto de regras de uso da terra utilizada por governos principalmente a fim de identificar a localização adequada para certas atividades, baseiam-se na divisão de terras ou zonas nas quais certos usos são permitidos ou não.
PADRÕES	São os instrumentos mais utilizados na gestão ambiental em todo o mundo.
DE QUALIDADE AMBIENTAL	São os limites máximos de poluentes no meio ambiente.
DE EMISSÃO	São os limites máximos de emissão que podem ser despejados no ambiente por uma fonte de poluição.
TECNOLÓGICOS	São os padrões que determinam o uso de tecnologias específicas.
DE DESEMPENHO	São aqueles padrões que especificam os desempenhos de determinado processo, por exemplo sua eficiência.
DE PRODUTO E PROCESSO	São os limites para a descarga de efluentes por unidade de produção ou por processo.

.12.1.1.1.1.2 Fonte: Elaboração do Autor baseado em (GARTNER,1999).

De acordo com MARGULIS(1990), existe um nível ótimo de poluição no qual os custos marginais de controle e de degradação devem ser iguais. O autor demonstra que, a idéia não é ter poluição zero, o que só acontece quando os custos de controle são nulos, não acontecendo na prática. O nível ótimo de poluição (se é que podemos dizer que existe um) apresenta duas dificuldades. A primeira é: como medir monetariamente os efeitos ecológicos e sociais, ou seja, os custos ambientais, e a segunda é: como corrigir o resultado, ou seja, como fazer os níveis de atividade econômica e de controle ambiental atingirem o socialmente ótimo.

### 1.12.2 TAXAS AMBIENTAIS

Segundo (BENAKOUCHE,1994), existem várias formas de controle do nível de poluição. As mais importantes são: a do pagamento de taxas por parte dos poluidores pelo dano recorrente de suas atividades e a do controle através da fixação de níveis máximos permissíveis de poluição, baseado em padrões ambientais, cuja função é estabelecer os níveis de poluição aceitáveis tendo como referência a preservação da saúde pública. Assim, um dos objetivos principais dos instrumentos econômicos consiste, no caso do meio ambiente, em assegurar uma adequada conservação dos recursos naturais.

A finalidade de um instrumento econômico é: “[...] modificar o comportamento através de um impacto ou encargo que atue como incentivo econômico ou desincentivo para alterar o comportamento[...].” (SCHMIDHEINY,1992).

Na política ambiental os instrumentos econômicos dividem-se em PPP (Princípio Poluidor Pagador) e nas taxações. De acordo com GARTNER(1999), o PPP, originalmente *Principio do Pagamento pelo Poluidor* foi acordado pelos membros da OCDE<sup>5</sup> em 1972.

O PPP significa, *de uma certa maneira*, a internalização das externalidades, o dano ambiental tem um custo e este deve então ser suportado pelo poluidor. Grande parte da regulamentação ambiental existente está de acordo com esse princípio.

---

<sup>5</sup> OCDE – Organização para a Cooperação Econômica e o Desenvolvimento

A internalização dos custos significa levar em consideração os danos ambientais em termos econômicos, claro que o poluidor pode perfeitamente repassar estes custos para os consumidores na venda de seus produtos por exemplo, mas este aumento de preços pode ser o sinal para que os consumidores busquem produtos “mais limpos”.

As taxações podem ser consideradas o “preço da poluição”, pois obriga os empresários a internalizar os custos ambientais nos custos de produção.

MARGULIS (1990) aponta que, apesar de todas as dificuldades,

*“[...] a taxação consiste num método, ou numa política, eficiente de controle da poluição, na medida em que reduz o nível da atividade econômica (e da poluição portanto) até o socialmente desejável, isto é, o nível em que os custos sociais totais são mínimos. O valor da taxa deve ser o custo marginal de degradação imposto às vítimas”.*

#### **.12.2.1.1.1.1 QUADRO 2.4 Instrumentos Econômicos**

TIPO	APLICAÇÕES
<b>TAXAS DE POLUIÇÃO</b>	São os valores a serem pagos pelos agentes poluidores.
TAXAS POR EMISSÕES	Estas taxas são pagas quando uma empresa lança poluentes no meio ambiente, são proporcionais a quantidade e qualidade emitida.
TAXAS AO USUÁRIO OU POR SERVIÇOS PRESTADOS	Taxa pagas pelos serviços de infra-estrutura pública, como a coleta e tratamento público do lixo, de efluentes, etc.
TAXAS POR PRODUTO	É uma taxa adicional acrescida aos produtos que causam prejuízo ao meio ambiente, tanto no processo de produção quanto no seu uso. Objetiva modificar os preços relativos destes produtos no sentido de diminuir o seu consumo. Essas taxas são também conhecidas como eco-taxas ou taxas verdes.
TAXAS ADMINISTRATIVAS	São os pagamentos feitos pelas Empresas ao Estado pelas autorizações de produção de determinados produtos químicos, por exemplo.
TAXAS DIFERENCIADAS	São as taxas aplicadas aos produtos dependendo do grau de prejuízo ambiental. Neste caso estas taxas desestimulam a fabricação de produtos poluidores ou

<b>SUBSÍDIOS</b>	incentivam produtos mais respeitosos ao meio ambiente.
CONCESSÕES	Incentivam a adoção de um desempenho ambiental eficiente. São assistências financeiras a fundo perdido, como por exemplo pagamento de parte de custos de equipamentos de redução de poluição. A aplicação de subsídios estimula as indústrias poluidoras a reduzir seu nível de poluição, e destinam-se principalmente às empresas com dificuldades em modernizar-se tecnologicamente.
EMPRÉSTIMOS SUBSIDIADOS	Idem concessões porém utilizando-se taxas de juros mais baixas.
COMPENSAÇÃO DE IMPOSTOS	A utilização, por exemplo de depreciação acelerada na contabilidade em equipamentos de melhoria ambiental.
<b>CRIAÇÃO DE MERCADOS</b>	Novos mercados criados em função do meio ambiente.
DIREITOS DE POLUIÇÃO	É um mercado virtual onde os compradores e vendedores podem comprar direitos de poluição, a partir de licenças emitidas pelo governo. Estas quotas de emissão são alocadas e vendidas aos poluidores, para negociá-las em um mercado. Assim, os poluidores que os custos marginais de controle foram menores que o preço de uma quota de poluição devem então instalar equipamentos de controle, caso contrário devem comprar licenças.
INTERVENÇÃO DE MERCADO	São as intervenções de preços para que o mercado se estabilize, principalmente no mercado de bens reciclados.
SEGURO POR RESPONSABILIDADE	A responsabilidade por prejuízos ambientais do agente poluidor é tomada pelas companhias de seguro.

.12.2.1.1.1.2 FONTE: Elaboração do autor, adaptado de (GARTNER,1999) e (BENAKOUCHE,1994)

Segundo (BENAKOUCHE,1994), “[...] todo o problema consiste em determinar o número de certificados de poluição que devem ser emitidos pelos organismos oficiais, ou seja, o nível ambiental desejado ou considerado aceitável.” A implementação do direito de poluir foi iniciada na década de 70 nos EUA devido as limitações da política de luta contra a poluição atmosférica, essa lei, “Clean Air Act”, promulgada em 1970, compõem-se de normas de ordem e controle do tipo uso da melhor tecnologia disponível. A partir de 1977, passou-se a adotar um sistema misto combinando as ordens normativas com os certificados de direitos de poluir, assim em 1990 o “Clean Air Act” tornou-se mais flexível porque passou a privilegiar mecanismos de mercado

para reduzir a degradação ambiental e mais ambicioso porque integraram-se a referida lei o controle da poluição do ar, a emissão de substâncias tóxicas, etc.

Ainda segundo BENAKOUCHE (1994), os limites técnicos fixados pela lei do direito de poluir são baseados em quatro variáveis:

- ✓ O da bolha de poluições, o qual estabelece um nível de poluição que não pode ser ultrapassado por determinada fábrica, por exemplo;
- ✓ O *Netting* que é uma forma de aplicação da bolha de poluição, nos casos de modificação ou expansão de uma unidade industrial;
- ✓ O *OFFSET* que é um procedimento de compensação-adequação do nível de poluição em determinada região. Isto significa que uma nova usina só poderá se instalar caso esta não aumente a bolha de poluição prefixada ou se as indústrias já instaladas diminuam seu nível de poluição;
- ✓ E o *Banking* que é um meio de acumulação de créditos de poluição, caso uma indústria polua menos do que o permitido pela bolha de poluição, pode ter um crédito a ser utilizado posteriormente.

No caso específico de empresas de geração de energia, além dos instrumentos econômicos já descritos, deve-se ressaltar os incentivos e subsídios do governo que distorcem o mercado, influenciando de forma negativa tanto os preços finais da energia como a prática de internalização de variáveis ambientais nos projetos de geração.

### 1.12.3 O LICENCIAMENTO AMBIENTAL

A Constituição Federal Brasileira de 1988 deu grande destaque à proteção do meio ambiente, regulando toda a atividade que, direta ou indiretamente possa afetar a sanidade do ambiente.

Antes deste fato, no ano de 1976, uma lei estadual, a de N.997, regulada pelo Decreto Estadual N.8468, estabeleceu formas e mecanismos para o desenvolvimento do controle da poluição no Estado de São Paulo, este marco fez com que outros Estados adquirissem uma nova visão da questão ambiental. Esta legislação estadual estabeleceu, por exemplo, a figura das Licenças de Instalação de Funcionamento para os

empreendimentos que constituíam fontes de poluição, porém pouco efetiva por falta de uma política nacional para esta questão.

A partir de 1981, com a promulgação da Lei Federal N.6938/81, foi estabelecido um controle ambiental não somente de poluição. Esta lei dispõe sobre a política Nacional de Meio Ambiente e, cria o CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente e estabelece a figura do sistema de Avaliação de Impactos Ambientais, o principal aspecto relacionado ao processo de licenciamento ambiental.

Impacto ambiental deriva de uma ação sobre o meio ambiente. Os estudos para verificar e analisar os aspectos sociais, e ecológicos tratam estes aspectos segundo um enfoque que evidencia, então os efeitos cumulativos resultantes.

Assim, para prevenir a degradação do meio ambiente, surgiu a figura do Licenciamento, com a Licença Prévia que deve ser obtida na fase de planejamento do empreendimento, seguidas pela Licença de Instalação e de Funcionamento ou Operação, completando o processo. Resumindo, a seqüência é: Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Funcionamento.

Para garantir que os empreendedores cuidem que os limites do risco e da incerteza não sejam ultrapassados na implementação de determinados projetos, esta avaliação prévia se convencionou a chamar de Estudo de Impacto Ambiental, que fará parte então, do licenciamento das atividades poluidoras como instrumento de prevenção da degradação ambiental.

#### **.12.3.1.1.1.1 QUADRO 2.5 Tipos de Instrumentos de Licenciamento e Estudos Utilizados no Brasil**

<b>Tipo de instrumento</b>	<b>Descrição</b>
Licenciamento ambiental	Procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades que utilizam recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.
Licença ambiental	Ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para

	localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.
Estudo ambiental	São todos e quaisquer estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, apresentado como subsídio para a análise da licença requerida, tais como: relatório ambiental, plano e projeto de controle ambiental, relatório ambiental preliminar, diagnóstico ambiental, plano de manejo, plano de recuperação de área degradada e análise preliminar de risco.
Impacto ambiental regional	É todo e qualquer impacto ambiental que afete diretamente (área de influência direta do projeto), no todo ou em parte, o território de dois ou mais Estados.
Licença prévia (lp)	Concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação.
Licença de instalação (li)	Autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante.
Licença de operação (lo)	Autoriza a operação da atividade ou empreendimento após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.
<p>As licenças ambientais poderão ser expedidas isolada ou sucessivamente, de acordo com a natureza, características e fase do empreendimento ou atividade.</p> <p>Procedimento para o licenciamento ambiental</p>	<p>Obedecerá as seguintes etapas:</p> <p>I - Definição pelo órgão ambiental competente, com a participação do empreendedor, dos documentos, projetos e estudos ambientais, necessários ao início do processo de licenciamento correspondente à licença a ser requerida;</p> <p>II - Requerimento da licença ambiental pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais pertinentes, dando-se a devida publicidade;</p> <p>III - Análise pelo órgão ambiental competente, integrante do</p>

	<p>SISNAMA , dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados e a realização de vistorias técnicas, quando necessárias;</p> <p>IV - Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, uma única vez, em decorrência da análise dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados, quando couber, podendo haver a reiteração da mesma solicitação caso os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;</p> <p>V - Audiência pública, quando couber, de acordo com a regulamentação pertinente;</p> <p>VI - Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, decorrentes de audiências públicas, quando couber, podendo haver reiteração da solicitação quando os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;</p> <p>VII - Emissão de parecer técnico conclusivo e, quando couber, parecer jurídico;</p> <p>VIII - Deferimento ou indeferimento do pedido de licença, dando-se a devida publicidade</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

.12.3.1.1.1.2 Fonte: Adaptado de CONAMA (Resolução Nº 237 , de 19 de Dezembro de 1997)

Cabe ao dever jurídico evitar a consumação de danos ao meio ambiente, através de instrumentos do Direito Ambiental Internacional os quais apontam sempre para a necessidade de prever, prevenir e evitar na origem as transformações prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente.

É uma nova postura, no sentido de estar atento ao meio ambiente e não agir sem prévia avaliação das conseqüências.

Salienta-se que apesar da aparente abrangência de todos os itens previstos em uma licença ambiental, e do cumprimento das obrigações, o meio ambiente não estará seguro e totalmente isento de danos. O respeito ao meio ambiente deve ser uma atitude individual e constante, não se limitando apenas à apresentação de documentos.

### 1.12.3.2 O Licenciamento em Plantas de Geração de Energia Elétrica

.12.3.2.1.1.1 A Resolução 001/1986 do CONAMA tornou obrigatória a elaboração de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), na implantação de usinas geradoras e linhas de transmissão. Assim, de acordo com BANDEIRA(2000), são descritas 5 etapas básicas entre a implantação do projeto e sua efetiva implantação, sendo estas:

- ✓ Estudos de Inventário
- ✓ Estudo de Viabilidade
- ✓ Projeto Básico
- ✓ Projeto Executivo/Construção
- ✓ Operação

Segundo BANDEIRA(2000), “Das avaliações feitas nas diferentes etapas acima apresentadas, são determinadas uma série de ações visando a redução dos impactos ambientais decorrentes da implantação de usinas e obras de transmissão.”

A seguir o quadro demonstra os documentos necessários para implantação de plantas geradoras hidrelétricas, termelétricas e linhas de transmissão.

#### .12.3.2.1.1.2 QUADRO 2.6 Tipos de Instrumentos de Licenciamento e Estudos Utilizando Plantas de Geração de Energia Elétrica

Tipos de licença	Usinas hidrelétricas	Usinas termelétricas	Linhas de transmissão
Licença Prévia(LP)	Requerimento de Licença Prévia Portaria MME autorizando o Estudo da Viabilidade Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) sintético e integral, quando necessário Cópia da publicação de pedido da LP	Requerimento Licença Prévia (LP) Cópia da Publicação do pedido da LP Portaria MME autorizando o Estudo da Viabilidade Alvará de pesquisa ou lavra do DNP, quando couber	Requerimento de Licença Prévia Cópia de publicação de pedido de LP RIMA (sintético e integral)

		Manifestação da Prefeitura	
Licença de Instalação (LI)	Relatório do Estudo de Viabilidade. Requerimento de licença de Instalação. Cópia da publicação da concessão da LP Cópia da Publicação de pedido de LI Cópia do Decreto de outorga de concessão do aproveitamento hidrelétrico Projeto Básico Ambiental	Requerimento de Licença de Instalação Cópia da publicação da concessão da LP Cópia da publicação do pedido de LI Relatório de Viabilidade aprovado pelo DNAEE Projeto Básico Ambiental	Requerimento de Licença de Instalação Cópia da publicação da concessão de LP Cópia da publicação do pedido de LI Projeto Básico Ambiental
Licença de Operação (LO)	Requerimento de Licença de Operação Cópia da Publicação da Concessão da LI Cópia da Publicação de pedido de LO	Requerimento de Licença de Operação Cópia da publicação de concessão da LI Cópia da publicação do pedido de LO Portaria do DNAEE de aprovação do Projeto Básico Portaria do MME autorizando a implantação do empreendimento	Requerimento de Licença de Operação Cópia da publicação de concessão da LI Cópia da publicação do pedido de LO Cópia da Portaria DNAEE aprovando o Projeto Cópia da Portaria MME (Serviço Administrativo)

.12.3.2.1.1.3 Fonte: CONAMA: documentos necessários ao licenciamento anexo da resolução CONAMA n.º 006 resolução de 16 de Setembro de 1987 Publicada no D.O.U, de 22/10/87, Seção I, Pág. 17.499.

Ressalta-se que, mais uma vez, o bom senso e o respeito à natureza devem prevalecer, além dos documentos requeridos listados anteriormente. A elaboração dos documentos não deve se limitar a um mero cumprimento da legislação.

#### 1.12.4 INSTRUMENTOS ECONÔMICOS / O MEIO AMBIENTE MONETÁRIO

De acordo com (HENDERSON,1999), a necessidade de converter em unidades monetárias os recursos naturais, apresenta uma imensa dificuldade, visto que não existe um mercado tradicional com leis de oferta e procura, não existe um preço para os recursos de livre acesso, pois não há um proprietário seguro e exclusivo que possa estipular o preço ou negar acesso no não pagamento. Isto significa que, enquanto os possíveis pagadores tiverem o recurso natural de livre acesso grátis em outro local, não desejarão pagar para usufruir os mesmos benefícios.

*“A falha de mercado em estabelecer os preços relativos ao uso do meio ambiente envolve também o sentimento que estes custos são muito elevados, impedindo assim qualquer utilização dos recursos naturais. Estes custos proibitivos não entram na contabilidade, o que seria impedimento para instalação de determinadas empresas, os custos ambientais são assim, deixados de fora da contabilidade, para que esta seja “positiva”. Porém a pressão por parte da população devido ao aumento da incidência de problemas (e acidentes) ambientais, com a falta de valores claros para indenizações e mesmo dos danos evitados, torna-se necessária uma metodologia de avaliação monetária ambiental urgente.” (HENDERSON,1999).*

Para alguns autores, o primeiro passo em determinar a valoração de um ecossistema é obter uma estimativa do valor econômico de seus bens e serviços, assim explicitando o custo-benefício da avaliação de um projeto. Para (MAY,1995), os bens aqui englobam todos os produtos que são ou possam vir a ser retirados deste ecossistema e os serviços referem-se as funções ecológicas tais como: a reciclagem de nutrientes e a manutenção da diversidade biológica. A realidade da demanda e do fornecimento destes bens e serviços será a base na escolha da técnica mais apropriada para a avaliação econômica de determinada área.

Pode-se agrupar os métodos de avaliação econômica em dois grandes blocos: Os métodos determinísticos, que são os métodos sob condições de certeza, os quais permitem atribuir com absoluta clareza um único valor a cada curso da ação. Neste caso a informação disponível é “pertinente, suficiente e confiável” (PANAIOTOV,1994). E os não determinísticos, onde a informação não é exata, nem precisa, é incompleta. São levados em consideração variáveis, tais como, o risco e a incerteza, além dos valores do decisor, influenciando o processo de tomada de decisão em um investimento.

#### **.12.4.1.1.1.1 QUADRO 2.7 Técnicas para Avaliação Monetária do Meio Ambiente**

Comportamento	Tipos de mercado		
	1) Mercado convencional	2) Mercado implícito	3) Mercado construído

A) Baseado no comportamento atual	1) Efeito na produção 2) Efeito na saúde 3) Custo defensivo e preventivo	1) Custo de viagem 2) Valor de propriedade 3) Diferença de salários 4) Bens próximos comercializados	1) Mercado Artificial
B) Baseado no comportamento Potencial	1) Custo de reposição 2) Projeto Sombra		1) Avaliação Contingencial 2) Outros

.12.4.1.1.1.2 FONTE: adaptado de MUNASINGHE *apud* GARTNER (1999)

Onde: 1 A) Comportamento atual nos mercados convencionais : De acordo com MUNASINGHE *apud* GARTNER (1999), a avaliação de maior utilidade é a que utiliza técnicas para estimar diretamente os efeitos observáveis ou ações valoradas no mercado de preços convencional. O conceito utilizado aqui é o mesmo de Produção Sacrificada utilizado em (MOTTA,1990).

1 A 1) Efeito na produção: os impactos ambientais de um projeto podem afetar a quantidade, a qualidade ou os custos de produção de um ou mais produtos que podem ser prontamente valorados em termos econômicos.

1 A 2) Efeito na saúde: Refere-se aos efeitos na saúde causados pela poluição e degradação ambiental. Estes efeitos podem ser medidos pela perda na produção e pela renda ocasionada pela enfermidade ou morte de um indivíduo. É polêmica pois busca atribuir um preço à vida humana.

1 A 3) Custos defensivos e preventivos: são os custos incorridos voluntariamente pelas comunidades ou indivíduos para mitigar ou corrigir os prejuízos causados por um impacto ambiental. Assume-se que os benefícios de se evitar a degradação ambiental são maiores que os custos incorridos para evitá-la.

1 B) Comportamento potencial nos mercados convencionais: Estas técnicas procuram medir a degradação ambiental que ações futuras ou potenciais podem causar no mercado convencional.

1 B 1) Custo de reposição: É o custo futuro de reposição de um recurso ambiental degradado, por outro ativo que fornece os serviços equivalentes. Os

benefícios ambientais devem ser ao menos do mesmo valor dos custos de sua reposição.

1 B 2) Projeto Sombra: A finalidade é a correção dos danos ambientais causados pelo projeto original.

2 A) Comportamento atual nos mercados implícitos : A avaliação dos recursos ambientais diretamente nos mercados nem sempre é possível, assim, recorre-se ao uso de dados indiretos de mercado, obtidos por métodos estatísticos a fim de determinar os valores implícitos aos recursos ambientais. Ressalta-se o conceito de Disposição a Pagar utilizado por (MOTTA,1990), que engloba as técnicas a seguir:

2 A 1) Custo de viagem: É uma técnica para estimar os gastos que os indivíduos estão dispostos a pagar para apreciar algum ativo ambiental, reflete a disposição a pagar dos indivíduos para desfrutar os benefícios do local, em função de três variáveis: preço de entrada ao local, custo de viagem até o local, e o custo de oportunidade do tempo gasto na visita.

2 A 2) Valor de propriedade: Esta técnica identifica os efeitos que as condições ambientais exercem diretamente no preço de mercado dos bens e serviços. Esta técnica pode ser exemplificada pelo mercado imobiliário, refletido na diferença de preços situados em locais com maior ou menor grau de poluição.

2 A 3) Diferenças de salários: É uma técnica que contabiliza um prêmio salarial necessário para compensar os indivíduos que trabalham em condições ambientais adversas.

2 A 4) Bens próximos comercializados: É uma técnica de valoração indireta, utilizada quando o valor de mercado de um bem ou serviço ambiental não pode ser determinado, mas dispõe-se de um bem substituto para esta valoração.

3 B ) Mercados construídos: neste caso recorre-se a construção ou simulação de mercados quando as informações não podem ser usadas, são técnicas utilizadas a partir de questionários, entrevistas ou experiências mercadológicas.

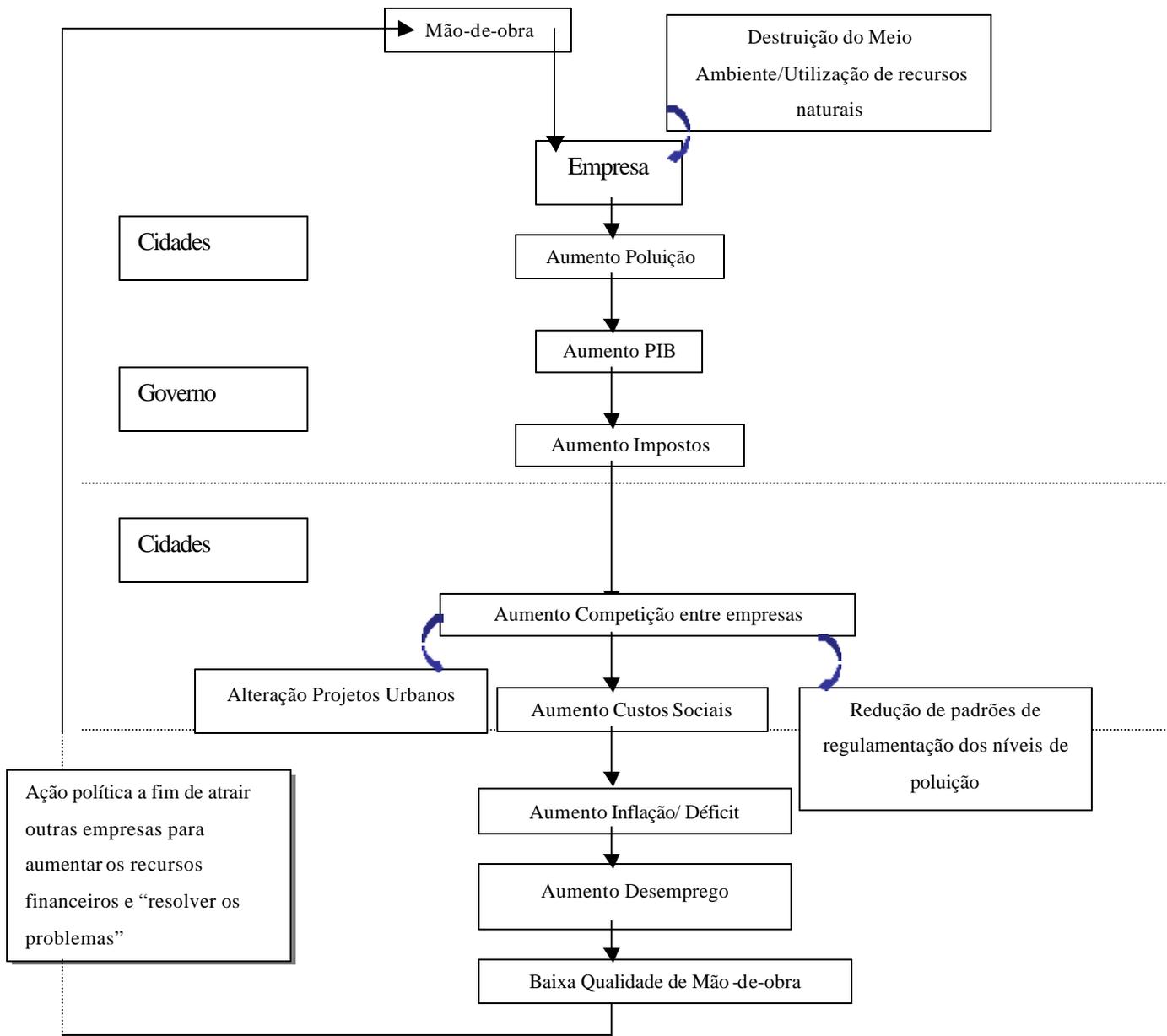
3 A 1) Mercados Artificiais: Neste caso a disponibilidade a pagar dos indivíduos por um ativo ambiental é avaliada por meio de experimentos mercadológicos.

3 B 1) Avaliação Contingente: Os indivíduos, familiarizados com o recurso respondem o quanto estão dispostos a pagar por um recurso ambiental ou mesmo qual compensação estão dispostos a aceitar por esta perda.

3 B 2) Outros: São as outras técnicas utilizadas para o levantamento das opiniões dos indivíduos para a determinação dos valores dos impactos ambientais.

Cabe ressaltar que estes tipos de métodos ainda são insuficientes para abranger todos os impactos reais causados por um determinado projeto, porém os estudos atuais com relação ao meio ambiente, demonstrados em teses e dissertações, têm contribuído para melhorar as técnicas e em linhas gerais abranger outros aspectos sem ser exclusivamente o econômico. A seguir apresenta-se o diagrama de desenvolvimento tradicional apresentado por HENDERSON(1991):

**Fig: 2.3 Diagrama de desenvolvimento tradicional**



Fonte: Elaboração do Autor baseado em (HENDERSON,1991)

Neste esquema pode-se ver o diagrama de desenvolvimento tradicional onde não são contabilizados custos ambientais e sociais. É a economia tradicional como hoje a conhecemos “[...]destrói o meio ambiente, concentrando-se em aumentar continuamente o PIB[...]” (HENDERSON,1991).

Resumidamente uma ou várias empresas instalam-se em uma cidade, contratam a mão-de-obra local, geralmente com um breve treinamento sobre o funcionamento do processo industrial.

O funcionamento desta empresa exemplo utiliza recursos naturais como matéria prima sem se preocupar em reposição ou preservação ao meio ambiente, gerando um considerável aumento da poluição.

O governo por sua vez, vê em todo esse processo um considerável aumento do PIB (Produto Interno Bruto - Índice utilizado para medir o desenvolvimento de um país), mas este é um crescimento econômico distorcido, pois, em última análise, é o governo quem vai

*“[...] limpar a sujeira, lidar com comunidades fragmentadas, com o crime e as drogas, medir os níveis de poluição, etc. [...] isso aumenta os impostos locais ou produz déficits nos orçamentos de muitas cidades e províncias ”*  
(HENDERSON,1991).

Continuando o processo, essas cidades começam a competir entre si para que outras empresas venham a se instalar, gerando empregos e dinheiro para esta população.

A competição a fim de atrair empresas, passa por pontos importantes como subsídios, tentativas de reduzir os padrões de regulamentação da poluição, mudanças nos projetos urbanísticos, etc. Essas ações só produzem mais custos sociais e ambientais, mais déficits e inflação, aumento do desemprego.

Por fim, os políticos da região clamam então por mais crescimento econômico para “resolver o problema”.

Esse é um pequeno exemplo de como o não reconhecimento de outras variáveis, além das econômicas, em qualquer planejamento é falho e,

*“[...] leva a decisões errôneas e avaliações pouco realistas dos custos ocultos desse tipo de “desenvolvimento econômico [...]os “insumos” para a produção são a energia, os recursos e o conhecimento, enquanto os “produtos” devem ser seres humanos mais plenos” (HENDERSON,1991).*

PANAIOTOV (1994) concorda com esta idéia e afirma que: “A economia não pode ser vista como um sistema dissociado do mundo da natureza, pois não existe atividade humana sem água, fotossíntese ou ação microbiana no solo.”

De acordo com BRANCO(1990), a razão simples dos problemas de meio ambiente reside nas mudanças do sistema de produção, os quais são incompatíveis com as exigências ecológicas. As questões econômicas são, assim, as principais responsáveis pelo planejamento do sistema produtivo, sendo imprescindível entrar na esfera econômica para tratar da questão ambiental.

Questão econômica do meio ambiente refere-se ao ótimo aproveitamento dos recursos naturais e a ações que impeçam a saturação da capacidade de absorção e regeneração do meio ambiente.

Expressões como sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, novo paradigma, ou nova economia têm surgido nos últimos anos como uma forma de reverter os danos causados ao ambiente que vivemos. Estes danos se traduzem tanto como poluição quanto em crises urbanas como crimes, drogas, ou mesmo desequilíbrio entre ricos e pobres, resultados das sociedades industriais “amadurecidas” que colhem resultados não muito agradáveis de seu “sucesso”, refletido na mudança drástica no clima do planeta ou na diminuição de nossas reservas de água potável entre tantos outros problemas.

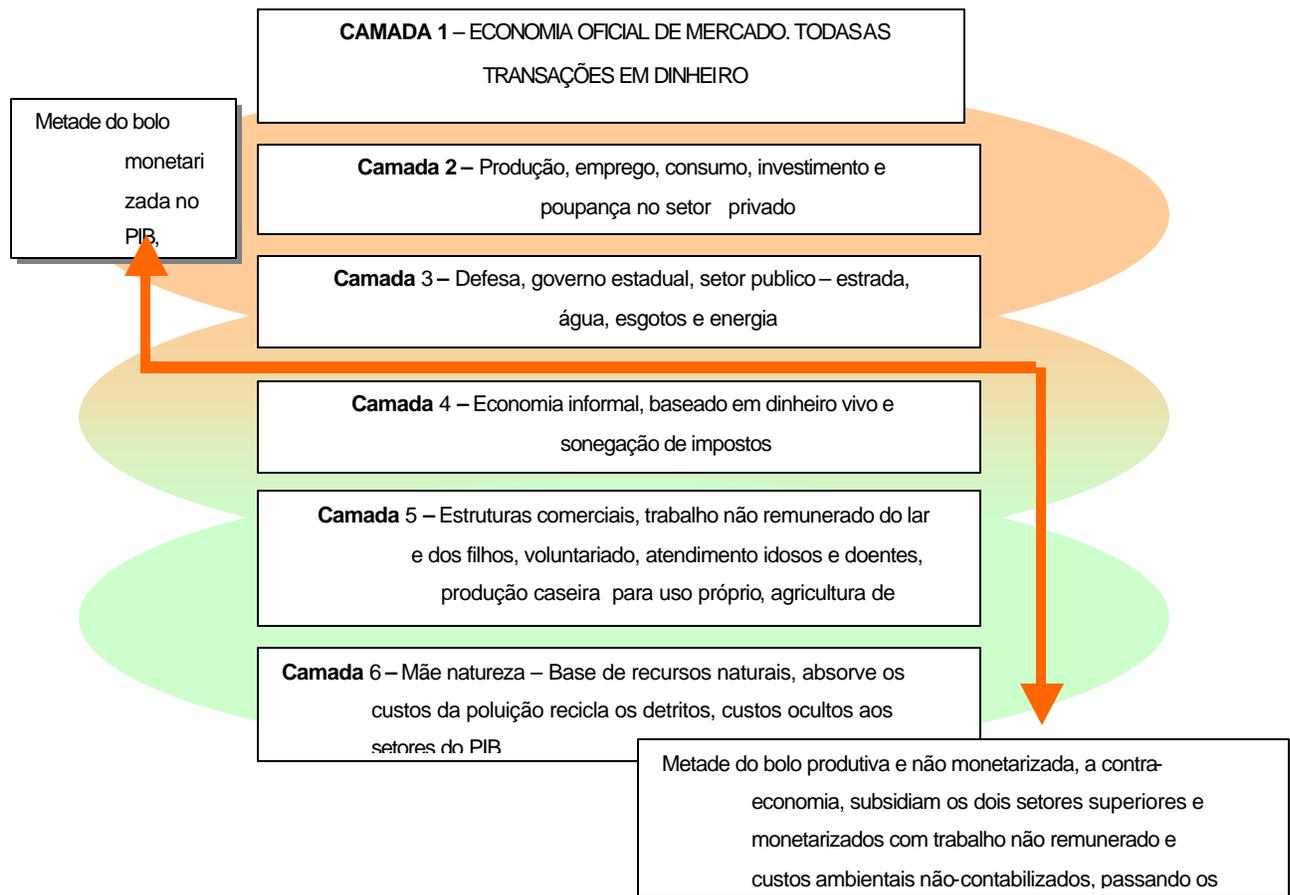
Porém, não basta só mudar índices ou melhorar a tecnologia para minimizar a poluição.

A complexidade da questão econômica requer uma mudança na “base” dos padrões hoje utilizados, longe da utilização da lei de oferta de mercado e nas premissas de equilíbrio já bastante conhecidas.

A nova abordagem proposta compreende a economia como uma das bases da vida humana, longe do universo mecânico.

Os novos resultados esperados se traduzem no verdadeiro desenvolvimento humano, na conservação e administração sensata de recursos ambientais, e na justiça global. Neste sentido apresenta-se a visão do sistema produtivo total de uma sociedade industrializada segundo Hazel Henderson, onde apresenta a sociedade dividida em seis camadas conforme a figura a seguir:

.12.4.1.1.1.3 Fig 2.4 O Sistema Produtivo Total de Uma Sociedade Industrializada (Bolo De Três Camadas Com Cobertura)



.12.4.1.1.1.4 Fonte: HENDERSON (1991).

Segundo (HENDERSON,1991), a questão fundamental aqui é como medir todo o trabalho produtivo, o consumo e o investimento realizado nos setores de “economia informal” ou “economia descalça”. O problema é chamar atenção de como os

governantes usam estes indicadores seletivamente e, se necessário, manipulam suas fórmulas para mostrar “progresso econômico”. Esse sistema é fragmentado e facilitado “... pela economia e seu foco hipnótico no dinheiro”.

#### 1.12.5 CUSTO AMBIENTAL

O custo ambiental ainda é uma matéria complexa e nebulosa, não existem padrões aceitos de como avaliar economicamente e fixar um custo para bens e propriedades públicas e de uso comum. A principal dificuldade na determinação destes custos ambientais deve-se ao fato de estarem “[...] fora do domínio dos mercados, porque estes custos surgem de uma interdependência tecnológica em vez de interdependência entre as atividades econômicas.” (PANAIOTOV,1994).

Ainda assim, algumas teses e dissertações de mestrado vem progressivamente avançando nesta questão. A partir de uma analogia entre custos de qualidade e custos de qualidade ambiental conforme (CAMPOS,1996) pode-se resumir os custos da qualidade ambiental em três categorias: o custo de adequação, o custo das falhas de adequação, e os custos tratados como externalidades.

O custo de adequação é o custo empresarial na transformação das tecnologias, utilizadas na empresa, em tecnologias limpas, nas alterações impostas pelos processos produtivos, na adequação às leis impostas pelos órgãos competentes, às normas ambientais, etc. É o custo que a empresa investe para se adequar a um novo cenário.

Ainda dentro da categoria dos custos de adequação, tem-se os custos de adequação através da prevenção, que são os custos relacionados às alterações nos processos, produtos ou serviços que buscam emissão de poluição zero, ou seja, o principal aqui é a prevenção da poluição buscando não gerá-la. Neste sentido algumas ações podem ser consideradas como custos de prevenção:

- ✓ Contratação de consultoria e auditoria ambiental
- ✓ Certificação de normas ambientais;
- ✓ Treinamento e conscientização de pessoal na área ambiental,etc.

Há ainda o custo de adequação através da correção, neste caso, o custo refere-se à reparação de um dano causado ou de uma poluição gerada no meio ambiente. Assim, podem ser considerados como custos de adequação:

- ✓ A limpeza de rios e lagos;
- ✓ O tratamento de gases tóxicos emitidos;
- ✓ O reflorestamento, etc.

O último tipo de custo de adequação é o custo de adequação através do controle, o qual tem uma posição intermediária entre a prevenção e a correção. São os custos utilizados para evitar a poluição ou, pelo menos, de mantê-la dentro de certos parâmetros. Podem ser incluídos nesta categoria:

- ✓ A instalação de estações de tratamento de efluentes e de filtros;
- ✓ Testes e procedimentos para verificação de parâmetros poluentes, etc.

A segunda categoria de custos, segundo (CAMPOS,1996), é a dos custos das falhas de adequação, são aqueles incorridos quando há uma falha no processo de adequação ou quando a empresa não investe para se adequar ao novo cenário. Este tipo de custo pode ser exemplificado pela aplicação de uma multa, pelas indenizações por prejuízos causados, pela devolução de produtos ou mesmo pelo fechamento da empresa, entre outros.

A terceira e última categoria do custo ambiental é aquela tratada como externalidade.

*“Uma externalidade é o efeito das ações de uma firma ou de um indivíduo sobre outras firmas ou indivíduos que não tomariam parte naquelas ações. As externalidades podem ser positivas ou negativas. “(PANAIOTOV,1994)*

De acordo com TOMALSQUIM(1995), as externalidades possuem algumas características: primeira - desfrutam de uma definição imprecisa do direito de propriedade, segunda – o caráter incidental involuntário e por último a falta de controle direto sobre as fontes dos efeitos externos, quer dizer, nem o próprio responsável pela externalidade consegue eliminá-la totalmente sem incorrer em custos e despesas adicionais. A presença das externalidades distorcem o sistema social e econômico, é uma fonte de ineficiência no sistema de preços de recursos naturais e de produção.

Assim, externalidade é a principal “munição” utilizada na guerra entre economistas e ecologistas para encontrar os índices utilizados no processo de medição do desenvolvimento de um país, ou mesmo de uma empresa.

*“A presença de custos externos ou efeitos residuais, conhecidos como externalidades, é uma das principais razões que dividem as avaliações privada e social de recursos e conduz ao estabelecimento ineficiente de preços. [...] Na medida em que o número de poluidores e partes afetadas [...] aumenta, entretanto o mercado torna-se cada vez menos capaz de internalizar os fatores externos. Primeiro o prejuízo é diluído sobre muitos tomadores de decisão de modo que não é percebido como importante e suficiente por qualquer empresário individual para induzi-lo à ação, ainda que seu efeito agregado possa ser enorme. Segundo, é difícil dissociar causa e efeito ou quem prejudica quem, e o quanto. Terceiro, outro insucesso de mercado nos vem à baila, na medida em que o número de partes aumenta também aumentam os custos de informação e transação. Reunir pessoas e obter um acordo torna-se proibitivamente dispendioso. [...] No caso de fatores externos públicos, isto é, excessos envolvendo um grande número de poluidores e partes afetadas, os custos de transação podem ser tão altos que irão “comer” todos os benefícios da sua internalização.” (PANAIOTOV, 1994).*

Pode-se avaliar o quanto uma externalidade não internalizada interfere nos índices de desenvolvimento praticados atualmente. Para ilustrar este fato apresenta-se o exemplo do vazamento de petróleo da Exxon Valdez ocorrido no Alasca. Na época o PIB aumentou após o vazamento porque os custos relativos a limpeza do óleo foram acrescentados em vez de ser subtraídos, aumentou a mão-de-obra, os transportes, a

energia para a limpeza. Na época, os custos negativos relativos à poluição (poluição das águas, morte de animais) não foram contabilizados (negativamente), pois eram considerados como externalidades.

A não consideração das externalidades dificulta uma conciliação entre desenvolvimento e utilização de recursos ambientais, agravam os problemas de alocação de custos ambientais e de produção em escala mundial e ainda dificultam a elaboração de uma eficiente técnica de valoração em termos monetários dos problemas do meio ambiente na utilização dos recursos naturais.

A internalização de uma externalidade do tipo “custo ambiental” apresenta, segundo ACSELRAD(1995), dois tipos de dificuldades: a primeira aparentemente de caráter técnico de valorar os processos ecológicos e a segunda de identificar as fontes de legitimidade para fundamentar os valores econômicos de tais processos e fazê-los valer nos mecanismos decisórios ou no próprio mercado. Ainda segundo o autor, a falta de precisão tem levado a que se superponham desordenadamente os diferentes planos do debate – as questões relativas à valoração econômica do meio ambiente enquanto procedimento metodológico e a internalização dos custos ambientais enquanto prática política.

É crescente a necessidade da “internalização” dos custos ambientais nos preços dos produtos, da terra, e dos recursos de propriedade comum, preocupação constante da Agenda 21(acordo básico elaborado durante a ECO-92, no Rio de Janeiro). Assim, (PANAIOTOV,1994) afirma que:

*“A aceitação dos crescentes níveis de poluição e de outros custos ambientais em troca do crescimento econômico, do emprego, do comércio externo e das receitas governamentais é uma permuta legítima tão logo todos os custos ambientais estejam internalizados.”*

### **1.12.5.1 O Custo ambiental no setor elétrico**

Para o GT Custos Ambientais do COMASE, a definição de custos ambientais é :  
 “os custos incorridos para lidar com os impactos provocados por empreendimentos nas

fases de planejamento, projeto, construção e operação, sobre os meios físico, biótico e antrópico.

Os custos ambientais abordados são os custos de controle, mitigação, compensação, monitoramento e institucional, conforme mostra o quadro a seguir:

#### .12.5.1.1.1.1 QUADRO 2.8 Custos ambientais : Tipologia e Conceitos

		Aplicação no setor elétrico (exemplo)	
Tipo de Custo	Conceito	Hidrelétrica	Termelétrica
De Controle	Custos incorridos para evitar a ocorrência dos impactos sobre um projeto	Custos adicionais de instalação de tomada d'água especial para melhorar a qualidade de água a jusante.	Custos relativos à implantação de filtros visando a redução de emissões aéreas.
De Mitigação	Custos incorridos nas ações para redução das consequências dos impactos sócio-ambientais provocados por um empreendimento	Custos incorridos na abertura de poços para fornecer água potável à população ribeirinha à jusante.	Custos relativos à implantação de um programa de saúde para a população atingida.
De Compensação	Custos incorridos nas ações que compensem os impactos sócio-ambientais provocados por um empreendimento, nas situações onde a reparação é possível.	Custos incorridos na construção de um clube para a população ribeirinha a jusante.	Custos relativos à implantação de um programa de saúde para a população atingida.
De Degradação	Custos externos provocados pelos impactos sócio-ambientais de um empreendimento quando não há controle, ou pelos impactos ambientais residuais quando da existência de controle, compensação e mitigação.	Custos correspondentes a alteração da estrutura das comunidades aquáticas do rio à jusante da barragem.	Custos relativos ao impacto na saúde das pessoas mesmo após a colocação dos filtros e a implantação do programa de saúde.
Monitoramento	Custos incorridos nas ações de acompanhamento e avaliação dos impactos e programas sócio-ambientais.	Custos de medição periódica do teor de oxigênio na água e no reservatório e à jusante da barragem	Custos de medição periódica das emissões de efluentes gasosos.

Institucionais	<p>São os custos incorridos nas seguintes situações:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Elaboração de estudos sócio-ambientais referentes as etapas de planejamento, de implantação e de operação do empreendimento;</li> <li>✓ Elaboração de estudos requeridos pelos órgãos ambientais;</li> <li>✓ Obtenção de licenças ambientais .</li> </ul>
----------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

.12.5.1.1.1.2 Fonte: Adaptado de COMASE

Os custos apresentados aqui são os incorridos nas plantas de geração de energia elétrica listados pelo COMASE, os exemplos da aplicação destes no setor elétrico conforme descritos, já são hoje vistos como insuficientes para minimizar ou compensar os efeitos resultantes nas plantas de geração. Neste sentido, a incorporação das variáveis ambientais apresentada no capítulo 4 servirá como uma boa base para estudos de implantação de custos ambientais gerados pelas plantas de energia.

### 1.12.6 O PASSIVO AMBIENTAL

Transações mercadológicas como aquisições, privatizações, joint-ventures, e investimentos de capital estrangeiro são tendências irreversíveis para o futuro. Estes investimentos envolvem uma grande quantidade de dinheiro, fazendo com que o levantamento do passivo ambiental tenha uma importância crucial em alguns negócios.

Considerando que, na prática, não existe atividade econômica sem impacto ambiental, todo o processo industrial consome insumos que, direta ou indiretamente, vem da natureza e sempre gera algum tipo de resíduo, o qual nem sempre pode ser reciclado ou dispõe de uma destinação segura e específica. Assim, o passivo ambiental gerado torna-se um fator importantíssimo em transações comerciais, onde é obrigatório contabilizar adequadamente todos os custos envolvidos na transação. O passivo ambiental comporta vários itens:

- ✓ As desconformidades legais, que representam claramente uma desobediência ou não cumprimento de uma exigência de órgão

governamental. Estas exigências geralmente são expressas nas licenças ambientais;

- ✓ As situações de vulnerabilidade ambiental consideradas pelos auditores como situações cujo impacto sobre o meio ambiente pode ser tecnicamente presumido;
- ✓ As situações de desconformidade em relação a boa técnica de gerenciamento ambiental, que são situações flagrantemente inadequadas e que podem evoluir para as desconformidades legais e vulnerabilidades ambientais;
- ✓ A responsabilidade com terceiros, situações de danos ambientais causados por terceiros pelos quais a empresa possa ser co-responsabilidade independente de culpa.

A preocupação com o passivo ambiental deve-se principalmente ao aumento do interesse de empresas estrangeiras, as quais geraram uma considerável demanda na execução de auditorias ambientais pelo país quando são levantados os aspectos de desempenho da empresa frente ao meio ambiente como a poluição do ar, da água, do solo, o atendimento à legislação, o relacionamento da vizinhança, etc. O principal aspecto é que esta investigação (de auditoria) pode levantar aspectos ambientais que ainda não se manifestaram e que podem tornar-se um ônus pelo qual a empresa compradora terá que responder, a título de ressarcimento pelos danos ambientais causados. Estes dados são importantes na hora da negociação, o que tem levado muitos empresários a levantarem seu passivo ambiental muito antes de ser cogitada a venda. Passivo ambiental representa, então, contas a pagar e compromissos relacionados com o meio ambiente, o destaque é devido aos valores envolvidos que podem ser tão elevados a ponto de comprometer a saúde financeira de uma empresa ou inviabilizar uma aquisição ou negociação. Devido à importância do passivo ambiental, a maioria das empresas multinacionais que estão efetuando aquisições no Brasil, contratam uma auditoria ambiental para averiguar um possível passivo ambiental relevante, ficando claro a importância do conhecimento prévio de todos os custos ambientais envolvidos em uma empresa.

No caso do setor elétrico, particularmente quando aplicada à problemática ambiental, a necessidade do conhecimento dos custos ambientais e passivos existentes

resultantes da geração de energia é fundamental tanto nas empresas geradoras quanto naquelas auto produtoras (aquelas que geram sua própria energia de consumo) . No entanto, como muitas variáveis de aspectos sócio-ambientais ainda não são totalmente conhecidas, nem quantificáveis, não podem ser expressas monetariamente de uma maneira a serem transformadas em variáveis tradicionalmente integradas à contabilidade gerencial.

“O campo de produção e consumo de energia ultrapassa o problema do uso de bens escassos para fins alternativos - o problema não é mais de alocação dentro de um sistema, mas da própria natureza do sistema” (KEPPLER in Hohmeyer & Otinzer, 1991:476 Extraído do texto de ACSELRAD, 1995)

### 1.12.7 SUSTENTABILIDADE

*“Satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades” Comissão Brundtland em Nosso Futuro Comum*

*“- Trata-se de uma preocupação justificada com o processo econômico na sua perspectiva de fenômeno de dimensão irrecorrivelmente ecológica, sujeito a condicionamentos ditados pelas leis fixas da natureza, da biosfera - . É uma forma de exprimir a noção de desenvolvimento econômico como fenômeno cercado por certas limitações físicas que ao homem não é dado elidir. Isto equivale a dizer que existe uma combinação suportável de recursos para realização do processo econômico, a que pressupõe que os ecossistemas operam dentro de uma amplitude capaz de conciliar condições econômicas e ambientais. Em outras palavras, não se pode aceitar que a lógica do desenvolvimento da economia entre em conflito com a que governa a evolução da biosfera, tal como tem ocorrido na experiência dos últimos cinquenta anos – o que induziu*

*o físico Henry Kendall (premio Nobel de física), do MIT, a afirmar que os seres humanos e o mundo natural estão numa rota de colisão ISEE – International Societ for Ecological Economics, 1994. “Ecosystem health & Medicine: integrating science, policy and management. Newsletter,v5 n3, julho)”.*

*“A economia da sustentabilidade, assim, implica consideração do requisito de que os conceitos e métodos usados na ciência econômica devem levar em conta as restrições que a dimensão ambiental impõe à sociedade”. (CAVALCANTI, 1995)*

O mundo como hoje o conhecemos tem se encaminhado para a direção oposta de sustentabilidade, com níveis altos de poluição em lugares antes considerados lindos e de forte apelo turístico, índices altos de doenças respiratórias, enchentes, mudanças drásticas de temperatura, efeito estufa, racionamento de energia, etc.

Apesar das constantes matérias sobre meio ambiente veiculadas na mídia e estudadas na academia, ainda nos deparamos com uma multiplicidade de modelos insustentáveis de produção e consumo sendo implantados. Estes modelos na maioria das vezes apenas fornecem a subsistência para os proprietários diretos em detrimento até mesmo da vizinhança destes empreendimentos. A base desta ação está na falta de importância das questões coletivas da manutenção das vidas após o horizonte de funcionamento das fábricas poluidoras. Este tem sido o principal foco de várias teses e estudos científicos. Não necessitamos congelar o crescimento da população global e do capital industrial como propõe (MEADOWS,1972) em *Limites do Crescimento*, sendo possível integrar aspectos ambientais no desenvolvimento econômico. Na definição de desenvolvimento sustentável utilizada pelo IBAMA(2001):

*“Forma socialmente justa e economicamente viável de exploração do ambiente que garanta a perenidade dos recursos naturais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a diversidade biológica e os demais atributos ecológicos em benefício das gerações futuras e atendendo às necessidades do presente.”*

fica bastante claro a base das ações que devem permear o desenvolvimento sustentável. Assim, que para se atingir o desenvolvimento e a convivência harmoniosa com o meio ambiente, a ética social e econômica deve ser o principal aspecto e deve influenciar

todos os pontos de vista, sobretudo quanto aos aspectos dos benefícios sociais e individuais do empreendimento.

### **1.13 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO**

Este capítulo apresentou o estado da arte dos temas utilizados para a apresentação do método de internalização de variáveis ambientais em plantas de geração de energia elétrica - objetivo principal deste trabalho e serviram de base para a compreensão da complexa dicotomia meio ambiente X energia. Na primeira parte foi apresentado um pequeno resumo sobre as questões relativas ao meio ambiente, através da conceituação de temas básicos como gestão ambiental, meio ambiente, poluição, e impacto ambiental, a seguir foram descritos os principais processos de avaliação de impactos para embasar o estudo sobre energia onde foram então listados a influência da geração de energia elétrica na natureza, na sociedade, incluindo aspectos sócio-econômicos. Também neste capítulo foi avaliado a questão dos instrumentos econômicos, das taxas e do licenciamento ambiental, inclusive para os casos específicos de plantas de geração de energia elétrica. A partir daí os aspectos econômicos de abordagem da valoração da natureza foram levantados, apresentou-se os mais utilizados até o momento e em seguida foi feita uma pequena avaliação do problema dos custos ambientais no setor elétrico. O custo ambiental baseado nas premissas apresentadas anteriormente foi então desenvolvido e apresentado um pequeno resumo com ênfase para o setor elétrico brasileiro. Conceituou-se passivo ambiental, fator decisivo para realização de negócios na área de geração e fator influente na concretização de muitos empréstimos para empresas nacionais de geração de energia elétrica.

Toda a referência bibliográfica apresentada mostra a complexidade da questão ambiental e energética que hoje vivenciamos, visto que para uma crescente necessidade de geração de energia é inevitável algum tipo de impacto equivalente ao meio ambiente.

Conclui-se que a eficiência energética é um dos pontos-chaves para uma melhoria significativa na geração de energia elétrica. Através do uso de técnicas desenvolvidas especialmente planejadas para uma redução de emissões, seja de gases na atmosfera ou mesmo de resíduos da lubrificação de partes do sistema utilizado, pode-se diminuir consideravelmente os impactos da geração de energia elétrica no ambiente. Salienta-se

também que não basta somente avaliar os aspectos técnicos dos sistemas de geração, mas também utilizar o princípio de prevenção da poluição na fonte. Neste caso uma escolha mais coerente do tipo de combustível a ser utilizado frente as necessidades de cada localidade e as características de cada região. O problema principal apresentado é que não existe ainda um consenso, um modelo específico de avaliação dos reais danos causados por qualquer tipo de geração de energia elétrica. Ainda não existe um modelo que avalie conjuntamente todas as variáveis envolvidas em cada projeto. Esta é a proposta apresentada no capítulo 4 de internalização das variáveis ambientais na análise de viabilidade de projetos.

Para servir como suporte deste novo modelo será apresentado no próximo capítulo dois modelos de análise de viabilidade de projetos, o *Project Finance* e o Banco Mundial.

## CAPÍTULO 3 – Projeto e avaliação de investimento

### 1.14 INTRODUÇÃO

O crescente aumento no uso de recursos naturais, transformados por meio dos processos de produção em bens úteis à satisfação de necessidades humanas, tem sido um desafio no sentido de evitar o desperdício e melhorar a qualidade de vida. Salienta-se ainda que as diferenças entre os sistemas econômicos surgem das diferentes formas de aproveitamento dos recursos (como se combinam) e na distribuição dos produtos. O objetivo social das unidades de produção é sempre aumentar a oferta de bens e serviços e o aumento do estoque de capital do empresário, fazendo com que o resultado da venda dos produtos seja superior a todos os custos envolvidos nos processos, resultando no lucro líquido.

CONTADOR(1997) afirma que : “Essas variáveis eram manejadas pela intuição dos empresários que possuíam um certo dom: o sentido dos negócios[...] gradualmente , o conhecimento econômico permitiu que este “sentido dos negócios” fosse substituído por decisões lógicas, baseadas em pesquisas e estudos realizados para determinar como e onde investir...”

Ainda segundo (CONTADOR,1997), no Brasil o setor público realiza diretamente algumas intervenções e alocação de recursos lançando mão simultaneamente de incentivos do setor privado. Para que um planejamento global tenha sucesso, é necessário que os resultados obtidos na avaliação de projetos pelos empresários do setor privado e pelo governo considerem a sociedade como um todo e os efeitos diretos ou indiretos, que são ou serão causados por determinado projeto. Para uma correta distribuição de recursos, muitos países tem utilizado sistemas de planejamento econômico. “O sucesso de um plano depende diretamente da forma em que são canalizadas as decisões”.(CONTADOR,1997). O projeto começa com a idéia de se investir capital na produção de algum bem ou serviço. FERNANDO CALDAS *apud* (BUARQUE,1991), define projeto como:

*“O projeto é um conjunto ordenado de antecedentes, pesquisas, suposições e conclusões, que permitem avaliar a conveniência (ou não) de destinar fatores e recursos para o estabelecimento de uma unidade de produção determinada”.*

E deve conter pelo menos as seguintes etapas básicas: um estudo de mercado, um estudo de tamanho e localização, a engenharia, uma análise de custos e receitas, e uma avaliação do mérito de projeto (rentabilidade). O projeto começa, então, segundo (BUARQUE,1991) com a idéia de investir uma certa quantidade de capital na produção de um bem ou serviço. A realização de um projeto depende, em última análise, de todo o processo de elaboração e execução, desde a idéia inicial até o seu funcionamento como uma unidade de produção.

#### .14.1.1.1.1.1 QUADRO 3.1 Etapas de um projeto

Etapa	DESCRICAÇÃO
Estudo de mercado	A finalidade básica é estimar em que quantidade, a que preço e quem comprará o produto a ser produzido. Esta etapa é determinante, pois o mercado tem uma importância especial e não poderá ser corrigido, é um ponto crítico do projeto e determinará o futuro deste. O Estudo de mercado vai determinar a capacidade que a economia tem para absorver o produto em estudo, e estima a evolução futura dessa capacidade de absorção durante a vida útil do projeto.
Tamanho e Localização	Tamanho aqui significa a capacidade de produção que deve ter a unidade em questão. O tamanho depende basicamente do estudo de mercado, da engenharia e dos custos de produção. Entende-se por tamanho de um projeto a sua capacidade de produção durante um período de tempo que se considera normal para as circunstâncias e tipo de projeto a tratar. A localização de um projeto engloba o estudo em definir a região ou cidade da unidade de produção no sentido de reduzir ao mínimo os custos de transporte, como também a melhor disponibilidade de mão-de-obra e de serviços básicos, além de outros fatores como proximidade de vias de comunicação, impostos, custos do terreno, etc.
Engenharia	Os objetivos são: Determinar o processo de produção, os equipamentos, as instalações, e tornar possível os cálculos dos custos de investimento e de operação. Esta etapa ainda permite: reorientar o estudo de mercado, orientar as decisões sobre tamanho e localização da unidade de produção, orientar o esquema de financiamento, definir o tipo de mão-de-obra requerida e os serviços auxiliares necessários, como também orientar quanto aos problemas legais.
Análise de custos e	A rentabilidade de um projeto depende, em última análise, das receitas e custos (de

receitas	investimentos e operacionais). O objetivo desta etapa é “transformar”os inúmeros componentes do processo produtivo em seus correspondentes valores monetários estimados. Esta estimativa se dá pelo lado da entrada do processo, os insumos e pelo lado da saída: os produtos.
Avaliação financeira e econômica	Através de uma avaliação pode-se determinar se a unidade de produção estudada é justificável e representa uma boa alternativa para os recursos serem utilizados.

Fonte: (BUARQUE,1991)

Como já foi mencionado a ação de um projeto ocorre em várias etapas, desde a obtenção do financiamento necessário para sua implantação até a plena recuperação do investimento empreendido. Segundo (CONTADOR,1997),

*“[...] a viabilidade e rentabilidade de qualquer projeto podem, em principio, ser avaliadas por diversas óticas: a do empresário, a do banco e agências de financiamento, a do governo em cada uma das suas esferas, a de outros empresários prejudicados ou beneficiados pela realização do projeto, etc. Dessa forma, um projeto excelente para um empresário pode ser péssimo para um outro que vai, por exemplo, sofrer os efeitos nocivos da poluição.”*

Assim, setores estratégicos como energia e telefonia, têm implementados projetos que podem ser viabilizados financeiramente desde que cumpram certos pré-requisitos.

Algumas técnicas foram elaboradas para proporcionar aos investidores as informações que necessitavam quanto aos riscos do investimento, as características principais e as possibilidades de êxito ou fracasso. Neste trabalho dois instrumentos de avaliação de riscos em projetos foram considerados.

O primeiro: o *Project Finance* que vem sendo utilizado para financiar projetos de recursos naturais de grande escala, é uma “técnica bem estabelecida para grandes projetos intensivos de capital” (FINNERTY,1999).

O segundo: a metodologia do Banco Mundial. Esta técnica foi considerada por ter no grupo de instituições financeiras reconhecidamente “líderado os estudos e implementações da incorporação da variável ambiental nos procedimentos de análise de projetos.” (GARTNER,1999).

### **1.15 A NATUREZA DOS BENS**

Segundo (CONTADOR,1997), os bens e serviços podem ser divididos em três categorias: os bens específicos ou de mercado, os bens públicos e os bens semi públicos. Os bens de mercado são aqueles de consumo individual, que trazem satisfação apenas para o consumidor e cujo ato de consumo implica em um sacrifício para os demais indivíduos. Estes tipos de bens (roupas, alimentos, livros, etc) podem ter seu valor de mercado bem delineado.

Os chamados “bens públicos ou coletivos” não são divisíveis e o consumo de um indivíduo não prejudica as possibilidades de consumo de outros.

Exemplo deste tipo de bem é o serviço oferecido pelos canais de televisão. Vários consumidores podem, ao mesmo tempo, usufruir deste bem sem prejudicar os demais. Este fato do bem não ser destruído no ato do consumo é o que traz dificuldades na mensuração dos benefícios deste bem. Também não é possível medir a quantidade consumida por indivíduo; o valor deste consumo tende a ser subestimado e o preço fica assim próximo de zero.

Na maioria das vezes os bens públicos, como a segurança nacional, por exemplo, não é de consumo voluntário. Assim, quando questionados sobre a importância deste serviço, o consumidor estaria disposto a não pagar qualquer quantia, esperando que outros paguem, já que os benefícios estão ali para serem usufruídos aparentemente sem nenhum custo.

A última categoria de bens é a do semi públicos, estes são divisíveis, porém sua produção ou consumo tem efeitos intensos em toda sociedade.

O exemplo aqui é da educação escolar.

O aluno é perfeitamente identificável, sendo possível quantificar os benefícios de sua educação. A melhoria no nível de educação gera benefícios em toda sociedade, sendo o somatório global muito maior do que o individual.

### 1.16 CLASSES DE PROJETOS

CONTADOR(1997) define que a elaboração de um projeto ocorre em várias etapas, desde a obtenção do financiamento necessário para sua implantação até a plena recuperação do investimento empreendido.

Ainda segundo (CONTADOR,1997), pode-se resumir quatro tipos possíveis de projetos, levando-se em consideração a atratividade do projeto do ponto de vista:

- ✓ Empresarial;
- ✓ Do setor privado;
- ✓ Da sociedade;
- ✓ Social.

Assim, existem, conforme o quadro a seguir, abaixo as seguintes combinações:

.16.1.1.1.1.1 TABELA 3.1 Classificação de Projetos

		Ponto de vista social	
		+	-
Ponto de vista privado	+	<b>I</b>	<b>II</b>
	-	<b>III</b>	<b>IV</b>

*.16.1.1.1.1.2 Fonte: CONTADOR (1997)*

Legenda:

- I – Favorável para a sociedade e empresários
- II – Favorável para os empresários e não para a sociedade
- III – Favorável para a sociedade e pouco atraente para os empresários
- IV – Não favorável para a sociedade e empresários

Assim, os projetos localizados em I são viáveis do ponto de vista social e privado, altamente recomendável em um sistema de desenvolvimento sustentável.

Os projetos do tipo II são atraentes para os empresários, porém prejudiciais para a sociedade, caso típico de uma indústria poluente; neste caso aceita-se a perda social como um preço a ser pago pela liberdade econômica, pelo estímulo empresarial ou desestimula-se a sua implantação através de normas reguladoras de poluição, por exemplo.

Os projetos situados em III são ruins do ponto de vista empresarial, porém positivas na economia como um todo e são os casos típicos de estímulo de vido à subsídios ou isenção fiscal.

Os projetos do tipo IV são inviáveis tanto do ponto de vista empresarial quanto socialmente, objeto de preocupação por parte do governo, da sociedade e dos empresários.

## **1.17 AVALIAÇÃO DE PROJETOS**

A avaliação de projetos surgiu da preocupação dos organismos públicos em conhecer todos os impactos dos projetos que queriam incentivar, principalmente na década de 50, quando surgiram os organismos de planejamento e financiamento do desenvolvimento.

Segundo (BUARQUE, 1991), a criação destes organismos surgiu com o objetivo de financiar a industrialização das economias dos países em desenvolvimento diante da escassez de recursos financeiros. As

agências de financiamento que participam deste sistema são obrigadas a usar critérios de seleção dos projetos a serem financiados e essa seleção é realizada através da avaliação dos projetos apresentados.

A partir desta necessidade, a avaliação do setor público tornou-se diferente da avaliação do setor privado, sem esquecer a rentabilidade financeira, o financiamento público passou também a exigir certos critérios próprios de análise que justificassem o investimento através de vantagens para toda a sociedade. Assim, a avaliação pública passou a considerar os efeitos do projeto sobre o emprego da mão-de-obra, o emprego dos recursos naturais nacionais e a poupança de divisas. Este tipo de avaliação é denominada, de acordo com (BUARQUE, 1991), avaliação do ponto de vista do interesse público, ou social ou macroeconômica, ou econômica. O setor público pode, então, através da avaliação de projetos, optar entre as diversas alternativas de financiamento para escolher os mais rentáveis do ponto de vista da sociedade. A avaliação de projetos é um trabalho multidisciplinar e deve ser realizado por técnicos de diferentes profissões.

A avaliação consiste, basicamente, em estudar a consistência e definir o mérito do projeto. Para isso os avaliadores devem dispor de uma metodologia e critérios para Avaliação de Projetos.

### **1.17.1 OS FATORES DE AVALIAÇÃO SEGUNDO O *PROJECT FINANCE***

Segundo (FINNERTY, 1999), o *project finance* pode ser definido como:

*“a captação de recursos para financiar um projeto de investimento de capital [...] Um project finance requer uma cuidadosa engenharia financeira para alocar os riscos e entornos entre as partes envolvidas, de forma que seja mutuamente aceitável [...] uma técnica bem estabelecida para grandes projetos intensivos de capital.”*

O *project finance* tem origem no século XIII com características do financiamento a um banqueiro para desenvolver minas de prata da região de Devon – Inglaterra. Estas condições foram de um empréstimo pago com produção.

*“Uma grande variedade de investimentos foi financiada por project finance desde então, incluindo oleodutos e gasodutos, refinarias, instalações de geração de energia elétrica, projetos hidrelétricos, instalações portuárias, minas, instalações de processamento de minério, e muitos outros.” (FINNERTY, 1999).*

Ainda segundo o referido autor, o *project finance* pode ser utilizado quando:

*“[...] o(s) patrocinador(es) de tal unidade pode(m) achar vantajoso formar uma nova entidade jurídica para construir, deter a propriedade e operar o projeto. Se forem previstos lucros suficientes, a empresa do projeto, poderá financiar a construção com base no projeto, que envolve a emissão de títulos patrimoniais (geralmente patrocinadores do projeto) e de títulos de dívida que são projetados para serem autoliquidáveis através das receitas derivadas das operações do projeto.”*

O *project finance* envolve o financiamento de projetos que são capazes de se manterem por si próprios. Em 1978, a PURPA – Public Utility Regulatory Act ou Lei da Política de Regulamentação de Serviços Públicos nos EUA, deu impulso ao *project finance* utilizando-o como base para o estabelecimento das regras das obrigações contratuais de longo prazo para o financiamento dos custos de construção no setor independente de energia elétrica nos Estados Unidos. Assim, “[...] cerca da metade de toda a produção de energia que entrou em operação comercial durante 1990 originou-se de projetos desenvolvidos sob a regulamentação da PURPA.” (FINNERTY, 1999). Durante a década de 80, o *project finance* foi bastante utilizado para financiar a co-geração e outras formas de produção de energia e

como meio de financiar projetos de infra-estrutura nos países emergentes.

Na década de 90, esta técnica estava novamente sendo reconhecida e indicada para projetos no setor elétrico, permanecendo até hoje.

Concluindo que, um projeto não possui qualquer histórico operacional ou financeiro no momento do planejamento inicial, assim, os credores necessitam de garantias de que o projeto seja colocado em operação e de que será um empreendimento econômico viável.

Segundo (FINNERTY,1999), “A disponibilidade de recursos financeiros para um projeto dependera da capacidade de o patrocinador convencer os provedores de recursos de que o projeto é técnica e economicamente viável.”

Para avaliar todos os riscos envolvidos em um projeto, “[...]tanto os patrocinadores quanto seu assessor financeiro devem estar plenamente familiarizados com os aspectos técnicos do projeto e os riscos envolvidos, e deverão avaliar, de forma independente, os aspectos econômicos do projeto e a capacidade em atender ao serviço dos empréstimos a ele relacionados.” (FINNERTY,1999). Os estudos de viabilidade são normalmente encaminhados pelos empresários aos órgãos governamentais ou de fomento a projetos, como os bancos. Esses órgãos verificam, então, se os projetos estão trazendo algum benefício sobre as variáveis econômicas, regionais requeridas ou macroeconômicas, que refletem uma necessidade do país como um todo. O que interessa, na realidade, é verificar o impacto dos projetos sobre variáveis, tais como o nível e a taxa de crescimento, a oferta de empregos, o balanço de pagamentos, etc. Face as desigualdades regionais, a política econômica do governo é a determinante que direciona os projetos que serão financeiramente os mais exeqüíveis.

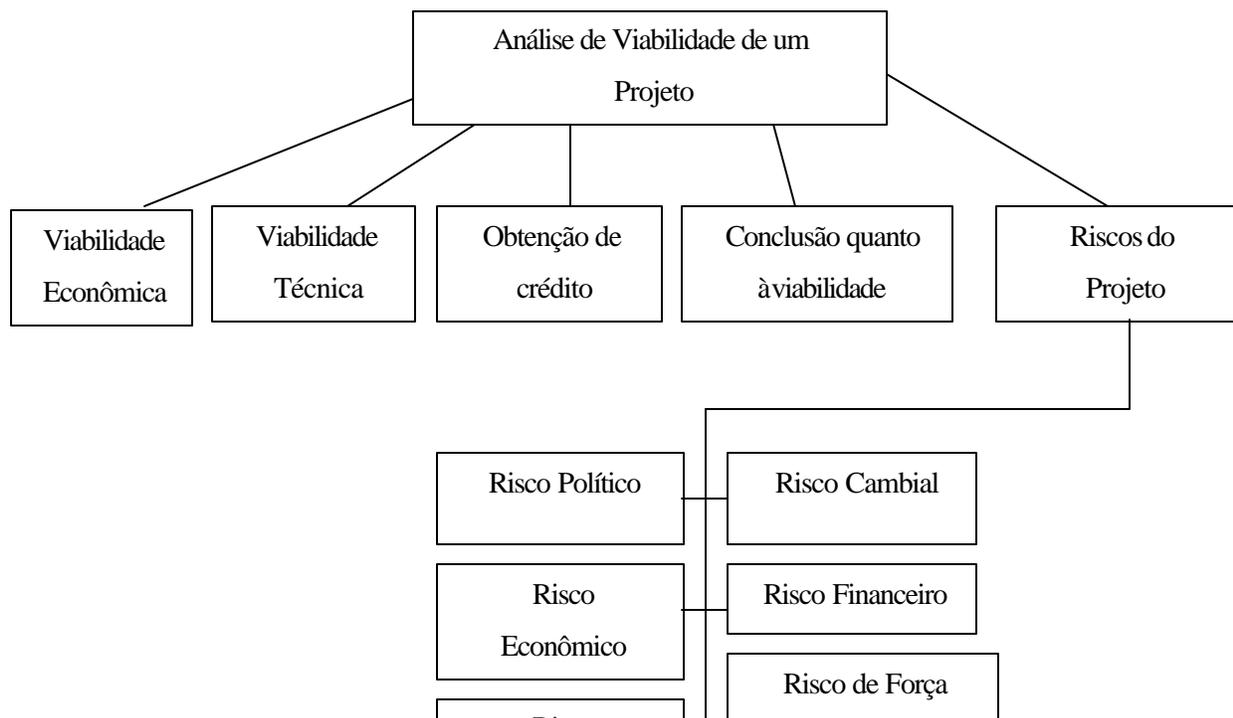
*“Em suma, a viabilidade de projetos, pela ótica de seus efeitos, se resume em medir as modificações que esses projetos provocam nas diferentes grandezas*

*econômicas e em seu equilíbrio relativo, pelo fato de atuarem de forma diferenciada sobre elas”. (FERNANDES,1996).*

Utilizando-se o *project finance*, os fatores analisados em uma avaliação de viabilidade são segundo FINNERTY (1999):

- ✓ A viabilidade econômica;
- ✓ A viabilidade técnica;
- ✓ A capacidade de obtenção de crédito;
- ✓ A conclusão quanto a viabilidade;
- ✓ Os riscos do projeto que englobam:
  - risco político;
  - risco econômico;
  - risco tecnológico;
  - risco cambial ou de moeda;
  - risco financeiro;
  - risco de força maior;
  - risco de fornecimento de matéria prima;
  - risco de conclusão e
  - risco ambiental.

.17.1.1.1.1.1 Fig 3.1 Visão macro do método de viabilidade de um projeto



Fonte: Elaboração do Autor baseado em (FINNERTY,1999)

Ressalta-se que os projetos não são somente confrontados em apenas duas óticas; a privada e a social, mas podem ser também segundo (CONTADOR,1997), avaliados independentemente, e geralmente o são avaliados sob vários outros aspectos, pelo banqueiro, ou instituição financiadora, pelos governos federal, estadual e municipal agrupando perfis completamente diferentes de interesse, “variando inclusive segundo a ótica e objetivos de quem ou em nome de quem, o examina.”

#### 1.17.1.2 Viabilidade econômica

Na viabilidade econômica de um projeto leva-se em consideração, além dos custos de implantação, também os custos de produção como matérias-primas, mão-de-obra e os custos operacionais como despesas administrativas, impostos e o custo de capital do projeto (determinado por um consultor financeiro, a fim de elaborar um plano de financiamento ótimo e consistente com os objetivos do projeto).

“Supondo que o projeto venha a ser terminado dentro do cronograma e dentro do orçamento, sua viabilidade econômica dependerá principalmente da produção do projeto ser passível de comercialização (preço e volume).” (FINNERTY,1999). A avaliação da capacidade de comercialização é feita através de um estudo de marketing baseado nas condições projetadas de oferta e demanda do projeto.

Deve ser efetuado nesta etapa um planejamento detalhado financeiro, utilizando-se modelos computacionais que levem em consideração todos os fatores que traduzam custos excedentes como por exemplo atrasos de finalização ou interrupções das operações do projeto. Um fator fundamental nesta etapa é a garantia de suficiência de matéria prima.

O projeto deverá ter no mínimo, de acordo com (FINNERTY,1999), suficiência de matéria prima para atender a sua capacidade projetada. No caso de recursos naturais como matéria prima, será necessário demonstrar que as reservas estão disponíveis e avaliar as técnicas de extração, para posterior utilização pelas plantas. Devido à margem de erro destas previsões, nesta etapa, poderá ser adequado a contratação de especialistas para analisarem as condições reais do fornecimento de matéria prima ao longo do tempo de vida do projeto.

Resumidamente, a viabilidade econômica requer que se demonstre que o projeto será capaz de gerar fluxo de caixa suficiente para cobrir seu custo geral de capital e financiamento.

### 1.17.1.3 Viabilidade técnica

Na viabilidade técnica estarão contemplados todos os riscos tecnológicos do projeto.

Se por exemplo for utilizada uma tecnologia nova ou mesmo não comprovada, deve ser construída uma instalação piloto ou instalações de teste.

Nesta etapa leva-se em consideração as especificações de implantação do projeto, sua construção e operação, assim como a previsão de expansão futura e os aspectos ambientais relacionados que podem vir a afetar todo o projeto e podem exigir alterações significativas nas instalações. Os custos relacionados são as estimativas dos custos de construção inerentes ao projeto, incluindo-se aqui os custos com infraestrutura, um fator de contingência para cobrir possíveis erros de projetos (normalmente estimado em 10%); também nesta fase apresenta-se um detalhamento do cronograma dos desembolsos previstos e das atividades da obra. O trabalho realizado neste item fornece a base para a estimativa dos custos do projeto incluindo as etapas de implantação e operação do projeto como entidade independente. Aqui também devem

ser contemplados as possíveis obras de infra-estrutura adicional como energia, transporte, etc. Ainda é preparado um cronograma detalhado tanto das obras quanto dos custos totais envolvidos. Requer, em última análise, que se demonstre que a construção pode ser concluída dentro do cronograma e do orçamento e que o projeto seja capaz de operar à sua capacidade prevista após o término da construção.

#### 1.17.1.4 Capacidade de obtenção de crédito

A capacidade de obtenção de crédito de um projeto é, de acordo com (FINNERTY, 1999), derivada do valor inerente aos ativos do projeto, da lucratividade esperada, do montante de capital próprio em risco e das garantias dadas por terceiros ou por patrocinadores com capacidade de crédito envolvidos no projeto. No caso de projeto baseado em produção (freqüentemente utilizado na exploração de recursos naturais), a obtenção de crédito depende da lucratividade esperada do projeto, o valor em risco do capital próprio dos patrocinadores e o suporte de crédito derivado indiretamente de garantias de terceiros. A capacidade de obtenção de crédito requer que se demonstre que, mesmo sob circunstâncias adversas, o projeto cobrirá os custos operacionais e suas dívidas.

#### 1.17.1.5 Conclusão quanto à viabilidade

Deve-se, em última análise, ao convencimento dos investidores de que o projeto é técnica e economicamente viável, de que a viabilidade técnica está garantindo a construção dentro do cronograma e orçamento e de que o projeto terá capacidade de obtenção de crédito suficiente. Estes são os pontos para um projeto auto-sustentável.

#### 1.17.1.6 Avaliando riscos de projeto

Os investidores, em geral, não investirão em um projeto sem estarem seguros que será um empreendimento viável.

Para um empreendimento viável e continuado, os credores exigirão a proteção contra alguns riscos. Estes riscos são aqui considerados, segundo (FINNERTY,1999), como riscos: políticos, econômicos, tecnológicos, cambiais, financeiros, de força maior, de fornecimento de matéria prima, de conclusão e ambientais.

Ressalta-se que apesar destes riscos aparentemente serem independentes, freqüentemente o surgimento de um tipo de risco dá margem ao surgimento de outros.

#### **.17.1.6.1 Risco político**

Refere-se a possibilidade de influências políticas interferirem na viabilidade do projeto. Por exemplo, pode-se impor pesadas taxas para extração de carvão para geração de energia elétrica devido aos problemas ambientais gerados.

Também as usinas nucleares ficam ameaçadas de serem fechadas por promessas de políticos ou grupos ambientalistas.

O risco político refere-se igualmente às decisões quanto ao planejamento industrial e energético de um país. Podendo ser considerado, dependendo do segmento industrial, um dos riscos mais importantes na execução de um projeto.

#### **.17.1.6.2 Risco econômico**

Refere-se ao risco de que a demanda esperada de produtos ou serviços não seja suficiente para gerar a receita necessária para cobrir os custos operacionais e ainda oferecer uma taxa justa de retorno. Este fato poderá ocorrer, por exemplo, por um declínio do preço final da produção ou mesmo um aumento significativo do custo de matéria-prima. Este risco dependerá também da eficiência com a qual as instalações do projeto são operadas. Pode ser exemplificado, pela instalação de uma nova unidade geradora em uma hidrelétrica que esteja atravessando um grande período de estiagem.

#### **.17.1.6.3 Risco tecnológico**

Este tipo de risco refere-se a deficiência tecnológica. Por exemplo, quando concluída a obra, pode existir uma obsolescência técnica que prejudica, assim, o retorno do capital investido. Normalmente este tipo de risco é alto em setores técnicos de rápida

evolução, como telecomunicações e computação. Citando o mesmo exemplo das usinas nucleares, se não forem garantidos todos os meios de transferência de tecnologias já consagradas de implantação, a segurança destas usinas representa um alto risco tecnológico.

#### **.17.1.6.4 Risco cambial ou de moeda**

Neste caso, o risco acontece quando o fluxo de receita de um projeto é constituído em mais de uma moeda. Assim, a mudança nas taxas cambiais afetará a disponibilidade de fluxo de caixa. O caso da importação de gás Boliviano é um exemplo significativo deste risco, pois expõe os compradores a pagamentos cada vez mais elevados pelo uso do gás natural, já que o contrato inicial foi efetuado inicialmente em dólares americanos.

#### **.17.1.6.5 Risco financeiro**

Refere-se ao risco de uma parcela significativa do financiamento da dívida de um projeto consistir em dívida a taxa de juros flutuantes, por exemplo. O risco de aumentos crescentes nas taxas de juros coloca em perigo a capacidade do projeto atender os custos operacionais e as responsabilidades de pagamento das dívidas.

#### **.17.1.6.6 Risco de força maior**

Este tipo de risco diz respeito a uma falha técnica, por exemplo, que impeça a conclusão ou a entrada em operação de um projeto, ou mesmo um evento externo como um terremoto ou um incêndio. Esta categoria diz respeito a um determinado evento que possa prejudicar ou mesmo impedir completamente a operação de um projeto.

#### **.17.1.6.7 Risco de fornecimento de matéria prima**

É o risco relativo a indisponibilidade de recursos, especialmente os recursos naturais. O risco é de exaustão dos recursos de matéria prima ou outros fatores de produção durante a vida do projeto. Apesar dos estudos prévios, a constante

preocupação da exaustão dos recursos naturais tem colocado este como um dos principais riscos. Se por exemplo, o projeto contempla a exploração de uma jazida de carvão para a geração de energia elétrica e ao longo da vida do projeto esta extração de alguma forma torna-se ameaçada pela baixa qualidade do carvão encontrado.

#### **.17.1.6.8 Risco de conclusão**

Refere-se ao risco de que o projeto não será concluído. Neste aspecto estão incorporados, além de atrasos no cronograma de implantação e subestimação de custos de construção, os processos de inviabilidade técnica ou mesmo ambiental, apesar das garantias apresentadas na etapa de viabilidade técnica. O risco de conclusão leva em conta o risco dos processos tecnológicos inovadores incorporados ao projeto, pois apesar de todas as garantias o projeto pode se mostrar tecnicamente inviável ou prejudicial ao meio ambiente. Pode-se exemplificar citando a instalação de usinas nucleares que, devido à tecnologia necessária e ao alto investimento, tem alto risco de conclusão.

#### **.17.1.6.9 Risco ambiental**

Este tipo de risco deve ser avaliado quando os efeitos do projeto sobre o meio ambiente podem causar danos a terceiros, acarretando atrasos na implantação ou desenvolvimento do projeto ou mesmo um alto valor de reprojeto. Aqui deve-se estar atento às constantes mudanças na legislação ambiental, a *lobbies* agressivos montados por grupos de ambientalistas, e ao desconhecimento dos próprios investidores dos riscos ambientais decorrentes da implantação do projeto. A magnitude de certos riscos relacionados ao projeto poderá exceder a capacidade de suporte financeiro e neste caso, os credores poderão exigir que algum terceiro cubra esses riscos para que o projeto prossiga.

Por exemplo, repassar uma parcela destes riscos para o consumidor final, fazendo com que as autoridades regulamentadoras concordem em estabelecer níveis de preço que cobrirão estes custos.

### 1.17.2 OS FATORES DE AVALIAÇÃO SEGUNDO O *BIRD*

A conquista do desenvolvimento sustentável requer a intensa participação do setor financeiro, visto a necessidade de disponibilidade de fundos para diversos projetos. Estes bancos, muitas vezes, tem grande poder de influenciar a administração geral de seus clientes. Os bancos são, muitas vezes, co-responsabilizados por custos de limpeza após um acidente ambiental, por exemplo. Isto demonstra que os bancos tem razões estratégicas e operacionais para integrarem o meio ambiente em seus negócios.

Segundo (GARTNER,1999), “[...] assim como os demais setores empresariais, também os bancos do sistema financeiro internacional vem se engajando à solução dos problemas ambientais”.

Nos primeiros anos da década de 60 o Banco Mundial, oficialmente denominado de Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), iniciaram o financiamento de programas de controle ambiental. Embora esses bancos financiassem operações de controle ambiental, segundo (GARTNER,1999): pouca atenção ainda era dada aos problemas ambientais ocasionados pela execução dos projetos em geral. A partir de Estocolmo, em 1972, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, tanto o BIRD quanto o BID aumentaram suas considerações ambientais sobre as operações de financiamento.

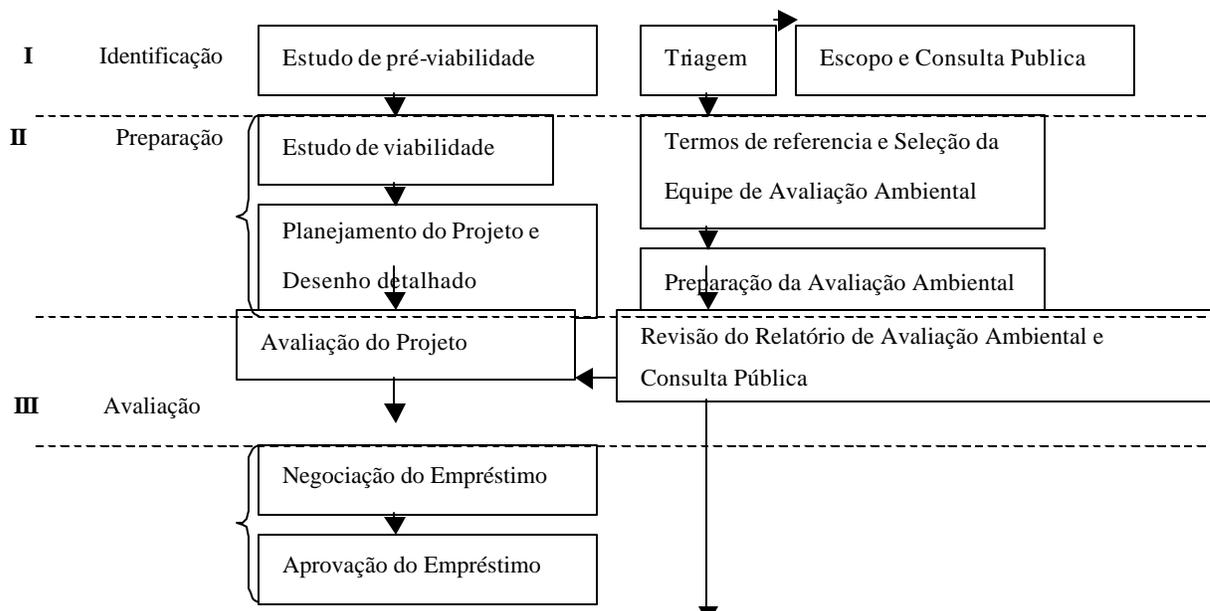
Ainda segundo o referido autor, na década de 80 estes dois bancos (BID e BIRD), se associaram para financiar, no Brasil, a pavimentação da rodovia BR-364 que liga Cuiabá no Mato Grosso a Porto Velho em Rondônia e Rio Branco (Acre). A obra foi concluída antes das ações de assentamento rural e da demarcação das terras indígenas causando um enorme problema de migração desordenada para Porto Velho e Rio Branco. Este fato provocou além de um grande desmatamento, a invasão de terras indígenas e de outras áreas protegidas. O fato foi um escândalo mundial e os bancos tiveram que paralisar o empréstimo para reexaminar a situação. Este fato fez com que estes bancos passassem a tratar melhor o problema ambiental nas suas operações. GARTNER(1999), descreve que a primeira ação conjunta dos bancos privados para o meio ambiente ocorreu em 1991, quando um pequeno grupo de bancos foi reunido sob a coordenação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) para a preparação de uma declaração que tratasse de enfocar questões relacionadas ao meio

ambiente. Os resultados desta reunião foram apresentados na Conferência da Terra em 1992, no Rio de Janeiro e compõem a Declaração dos Bancos para o Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

O Banco Mundial (BIRD), desde então, tem liderado os estudos e implementações da incorporação da variável ambiental nos procedimentos de análise de projetos. Por este motivo, outros bancos e agências de desenvolvimento têm utilizado a metodologia do BIRD para procedimentos de avaliação ambiental de projetos comuns.

Ainda segundo GARTNER(1999), o BIRD tem uma grande estrutura responsável pelas questões ambientais - a Divisão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, estendendo-se também para as áreas humanas, culturais, de saúde e de segurança. Estes procedimentos também levam em consideração o cumprimento às exigências legais dos órgãos de controle ambiental locais e também a própria população local, através de consultas públicas. Ainda segundo o referido autor, os procedimentos de avaliação ambiental de projetos utilizados pelo BIRD e pelo BID tornaram-se modelos em termos de comprometimento com o meio ambiente. Devido a este panorama utilizou-se, neste trabalho, a metodologia do BIRD como um bom referencial para procedimentos de análise de viabilidade de projetos. A proposta do BIRD é que todas as opções de análise estejam ambientalmente adequadas e que toda consequência ambiental seja previsível e levada em conta antecipadamente no projeto. Para atingir este objetivo, todos os itens analisados são acompanhados dos respectivos passos de avaliação ambiental e dentro das normas legais requeridas, conforme pode-se ver no esquema a seguir:

.17.2.1.1.1.1 Fig. 3.2 Metodologia de avaliação de projetos do BIRD





V - Fase de Implementação : Nesta fase, o solicitante do empréstimo se obriga a implementar as medidas para minimizar os impactos de acordo com as recomendações do relatório de avaliação ambiental, além de monitorar os programas e corrigir impactos não antecipados. Todos esses passos são supervisionados e acompanhados pelo Banco.

VI - Fase de Avaliação Final: Esta é a fase onde são realizadas várias avaliações e o documento de Informe de Conclusão do Projeto. Este informe deverá descrever, por exemplo, os impactos que efetivamente ocorreram e a eficácia das medidas de atenuação.

As informações desta fase servirão para o aperfeiçoamento dos processos do BIRD, formando uma base de dados que auxiliará e pode indicar antecipadamente projetos ambientalmente sustentáveis.

Claro que esta avaliação e todos os passos seguidos pelo BIRD devem ser adequados a cada caso e devem seguir os passos previstos na metodologia apresentada.

## **1.18 RESULTADOS DAS AVALIAÇÕES DESCRITAS**

A técnica descrita no *project finance* nos dá uma idéia de como financiar projetos em um nível geral, tanto para investidores nacionais, como externos e o que deve ser levado em consideração para o financiamento de projetos. A seqüência mostra alguns itens de forma sucinta, levando em consideração inclusive o item risco ambiental.

A proposta do BIRD, apesar de adequada para que os projetos estejam ambientalmente corretos, segue todo um processo de avaliação ambiental derivado de uma classificação inicial em categorias para identificar a significância dos impactos. Este procedimento cuidadoso do Banco em relação ao meio ambiente é fruto de inúmeros acidentes e pressões por parte da sociedade e de ONGs. Aparece como o começo de um planejamento mais sério e menos inconseqüente em relação aos danos causados por projetos, sejam estes de pequeno, médio ou grande porte. Mesmo assim, dada a diversidade de

variáveis que devem ser levadas em consideração na implementação de projetos importantes, não existe ainda um modelo que avalie a interligação de todas as variáveis, sejam estas ambientais, econômicas, sociais ou culturais, que influenciem direta ou indiretamente determinada região na implementação destes projetos. Apesar dos projetos financiados pelo BIRD serem significativamente de cunho ambiental, no caso de empreendimentos de geração de energia elétrica, objetivo principal deste trabalho, a categorização dos impactos, respeitando os limites da legislação vigente são feitos de forma bastante subjetiva e ainda bastante incompleta.

No capítulo 4, baseando-se em uma avaliação já realizada pelos técnicos envolvidos na área de geração de energia elétrica, o fluxograma de avaliação de projetos foi complementado com base nestes aspectos e impactos não identificados, dando assim uma visão mais ampla e realista dos verdadeiros impactos causados por plantas de geração de energia. Salienta-se que a falta de inventários, bases de dados e principalmente de indicadores confiáveis para medir os impactos decorrentes de plantas de geração elétrica, dificulta o controle e a listagem de todos os impactos possíveis.

De acordo com FERNANDES (1996), a avaliação de projetos pode ser feita tanto pela ótica do empresário, com enfoque direcionado para o lucro, quanto pela ótica social, considerando o ponto de vista da sociedade como um todo e avaliando a geração de divisas e de outros benefícios para a sociedade. Na avaliação social, na avaliação econômica, na análise custo/benefício, qualquer que seja o título, o objetivo é determinar os efeitos das decisões de investimentos, públicos ou privados, sobre a economia de um país ou de uma região. O que se pretende é medir os efeitos das decisões de investimentos sobre o bem estar dos países, regiões ou grupos sociais que possam ser atingidos pelos projetos. Esta análise é um instrumento de tomada de decisão que serve para atrair investidores, tanto públicos quanto privados.

## **1.19 A INDÚSTRIA AMBIENTAL**

Os investimentos no meio ambiente estão agrupados, segundo (GARTNER,1999), no conceito de indústria ambiental e engloba o controle da poluição, o tratamento de resíduos, o gerenciamento energético entre outros. A indústria ambiental<sup>6</sup> é formada de quatro categorias de acordo com (GARTNER,1999). Esta divisão é utilizada pelos Bancos Internacionais para viabilizar os investimentos no meio ambiente e engloba as empresas ambientais, os projetos ambientais, as melhorias ambientais e as empresas ambientalmente benéficas.

### **1.19.1 EMPRESAS AMBIENTAIS**

Empresas ligadas à oferta de bens e serviços ambientais como o controle da poluição do ar, o tratamento e fornecimento de água, o tratamento de resíduos líquidos, a correção de solos contaminados, o monitoramento ambiental, o controle de resíduos, o controle de vibrações e ruídos, o gerenciamento energético, o controle da poluição marinha e o desenvolvimento de tecnologias de produto e processo ambientalmente benéficas.

### **1.19.2 PROJETOS AMBIENTAIS**

São aqueles ligados especificamente aos investimentos em infra-estrutura, os sistemas de tratamento de água e fornecimento de energia, ou mesmo as instalações de tratamento de resíduos. São geralmente projetos de grande porte, desenvolvidos por cooperação conjunta entre setores financeiros público e privado.

---

<sup>6</sup> Indústria do Meio Ambiente abrange atividades ou negócios e é definida como a produção de bens e serviços usados para mensurar, prevenir, limitar ou corrigir os danos ambientais causados à água, ao ar e ao solo, assim como os problemas relacionados à poluição sonora e aos ecossistemas. A indústria do Meio Ambiente também inclui alguma parcela das indústrias que produzem tecnologias limpas, produtos e processos que reduzem o risco ambiental e minimizam a poluição e o uso de materiais. (UNEP apud GARTNER,1999).

### 1.19.3 MELHORIAS AMBIENTAIS

São as oportunidades de melhoria em empresas já existentes, baseadas principalmente no melhoramento do desempenho ambiental destas. O resultado deste empreendimento é fazer com que as empresas tornem-se ambientalmente eficientes.

### 1.19.4 EMPRESAS AMBIENTALMENTE EFICIENTES

São aquelas que investiram em melhorias ambientais obtendo, assim, baixos riscos ambientais. Os investidores apostam em menores riscos e estas empresas concentram a atenção dos Bancos.

## 1.20 OS INVESTIMENTOS AMBIENTAIS

Com foco no desenvolvimento sustentável, muitas indústrias, têm recorrido a investidores de capital público e privado para melhorias, principalmente melhorias na área ambiental, a fim de oferecer um baixo risco ambiental na viabilidade de seus projetos. Assim, é necessário investimentos financeiros, na maioria dos casos de grande porte, conforme mostra o quadro a seguir.

**QUADRO 3.2 Investimentos financeiros**

Características	Montante Envolvido	Tendência
Mercado de bens e serviços de controle da poluição	US\$ 300 a US\$ 600 bilhões	Volume até 2000
Ampliação da capacidade de geração de energia em países em desenvolvimento	US\$ 1 trilhão	Entre 1993 e 2000
Projetos de eficiência	US\$ 250 bilhões	Próximos 20 anos

energética		
------------	--	--

Fonte: Adaptado de (GARTNER,1999)

## 1.21 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

O objetivo deste capítulo foi apresentar as etapas de uma análise de viabilidade de projetos. Foram escolhidos dois processos consagrados de análise de viabilidade. O primeiro o *project finance*, que já vem sendo utilizado em empresas de energia elétrica brasileiras desde a década de 70, sendo ainda hoje um dos mais indicados para projetos de geração de energia elétrica. E o segundo o processo de avaliação do BIRD reconhecidamente os mais cuidadosos em termos de meio ambiente. Determinando a aprovação de financiamentos de acordo com os procedimentos ambientais apresentados dos proponentes. Foram apresentados também, neste capítulo, alguns termos específicos utilizados na avaliação de projetos. Segundo GARTNER (1999):

*“é importante mencionar a necessidade de se atribuir a noção de risco e incerteza à análise de custo-benefício ambiental. Esse risco representa o grau de variabilidade na efetivação dos benefícios e custos ambientais em potencial. Uma técnica usual é a de estimação do valor esperado dos custos e benefícios para cada ano projetado, associando-se ao fluxo uma probabilidade de ocorrência, de acordo com a distribuição de probabilidades dos eventos futuros.”*

Apesar das dificuldades em valorar o meio ambiente, a inclusão do meio ambiente na tomada de decisão econômica de viabilidade de um projeto está cada vez mais presente, principalmente nos estudos conduzidos pelas agências de apoio ao desenvolvimento e Bancos Internacionais. Tem-se demonstrado, porém, que a aceitação da inclusão de variáveis ambientais em análise de viabilidade de projetos ainda está, muitas vezes, no plano teórico.

Conclui-se assim, que a inclusão de variáveis ambientais na análise de projetos deve ir além do cumprimento das exigências legais de licenciamento ambiental e dos sistemas desenvolvidos pelos bancos e agências de financiamento.

## CAPITULO 4 – A INTERNALIZACAO DA VARIÁVEL AMBIENTAL NA ANÁLISE DE VIABILIDADE DE UM PROJETO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

### 1.22 INTRODUÇÃO

Segundo GARTNER(1999), a forma mais adequada para se promover o desenvolvimento sustentável é a inclusão da variável ambiental nos procedimentos de análise de viabilidade de projetos. A tendência mundial é sem dúvida integrar o meio ambiente como estratégia de negócios. Esta tendência, para que as empresas tornem-se ambientalmente eficientes, é especialmente constatada nas empresas ligadas ao setor de energia, água e gerenciamento de resíduos.

No capítulo três, foram apresentadas duas técnicas de análise de viabilidade de projetos. De um lado a técnica *project finance* que, apesar de ser utilizada amplamente em plantas de geração de energia elétrica, não identifica claramente os detalhes do risco ambiental, deixando “em aberto” muitos dos impactos já conhecidos neste tipo de projetos.

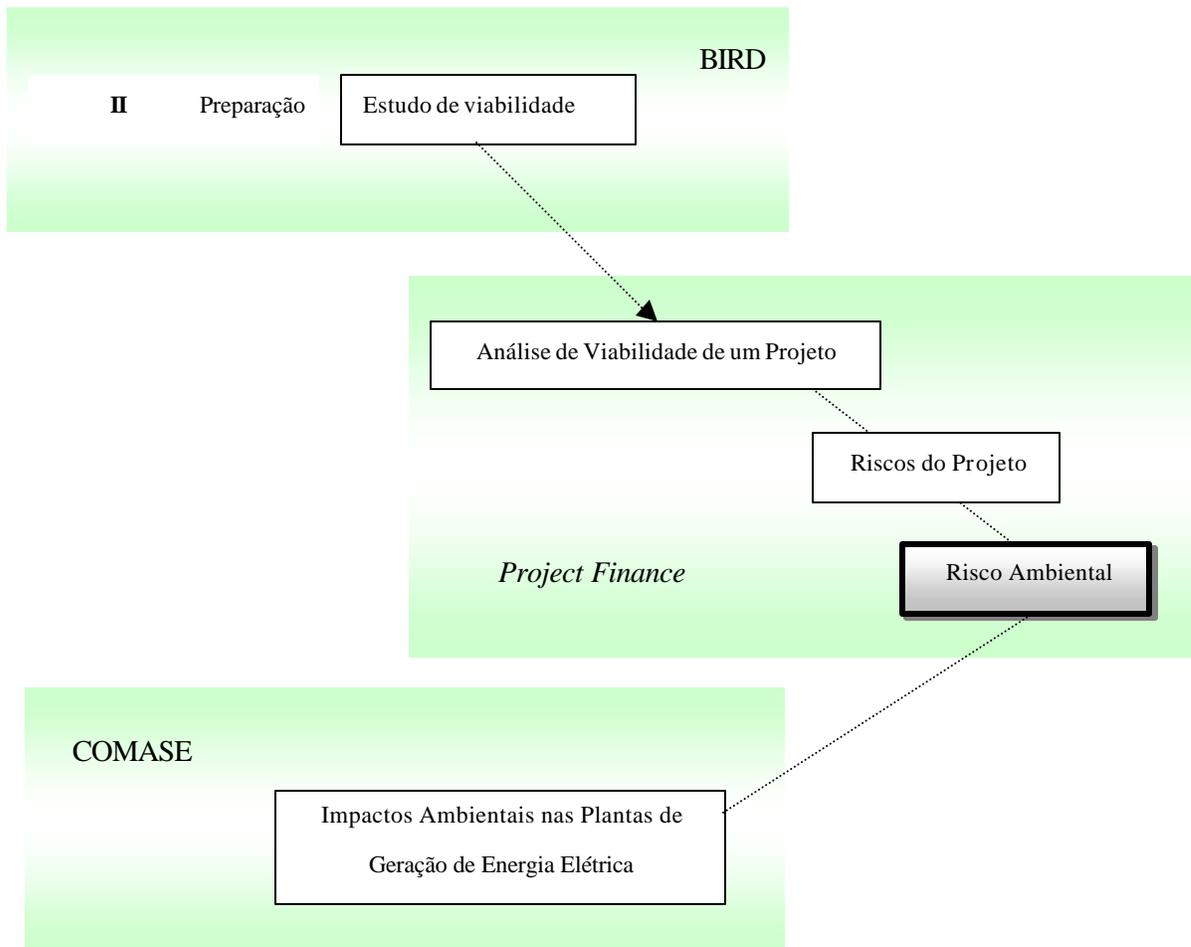
A metodologia do Banco Mundial, por sua vez, apesar de acompanhar todos os passos de um projeto com uma análise ambiental, não foi aplicada largamente em plantas de geração de energia. Por este motivo também não incorpora alguns impactos relevantes nos projetos de geração.

Neste sentido, a solução proposta neste trabalho é utilizar o fluxograma proposto pelo BIRD, complementado pelos passos desenvolvidos no estudo de viabilidade utilizados no *project finance*. Para identificar com mais precisão os riscos ambientais incorporados do *project finance*, foram listados os impactos já identificados pelo COMASE para plantas de geração de energia elétrica (Anexo 2).

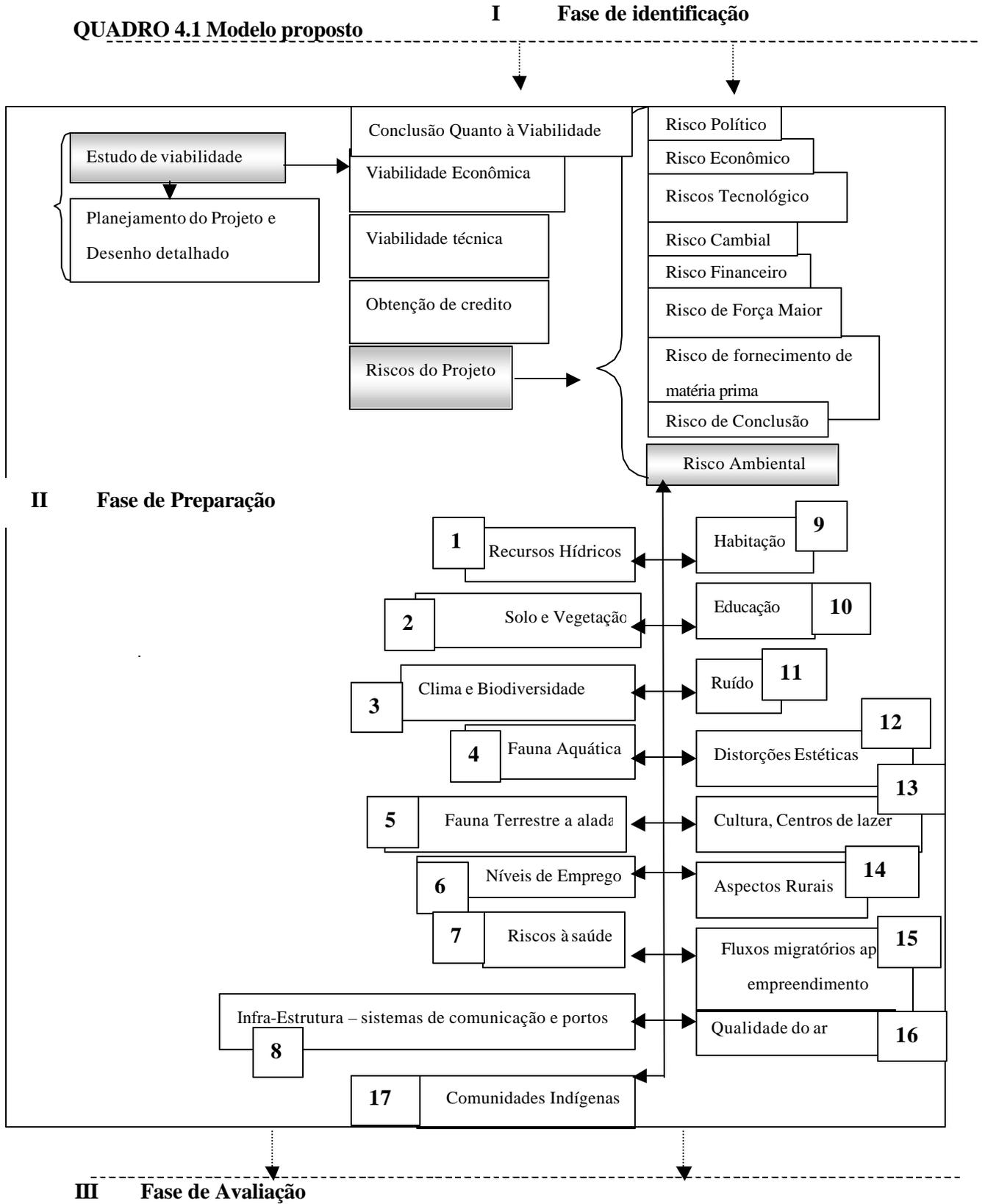
### 1.23 UMA NOVA PROPOSTA NA ANÁLISE DE VIABILIDADE DE UM PROJETO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A metodologia para a determinação da nova proposta foi desenvolvida em três fases distintas. Na fase 1, foi analisada a proposta metodológica do Banco Mundial, mais completa e detalhada. Na fase 2, foi adicionado ao módulo Estudo de Viabilidade do BIRD, contida na Fase de Preparação, os passos de análise de viabilidade da técnica *project finance*. Na fase 3, o módulo de risco ambiental foi então complementado pelos impactos já identificados pelo COMASE em plantas de geração de energia elétrica. A proposta contida neste trabalho sugere, então, uma nova metodologia de avaliação de viabilidade de projetos, particularmente para projetos de geração de energia elétrica, identificando os principais impactos no meio ambiente decorrentes da implantação de plantas geradoras. Apresenta-se, a seguir, um diagrama resumido do método proposto:

.23.1.1.1.1.1 Fig 4.1 Diagrama resumido do modelo proposto



**QUADRO 4.1 Modelo proposto**



Onde: I Fase de Identificação : Esta é a fase de identificação detalhada do BIRD, onde é feita uma triagem inicial para classificação de projetos de acordo com o tipo, o tamanho, a localização e sensibilidade do projeto às questões ambientais. Esta identificação é necessária para dar as diretrizes do relatório de avaliação de impactos.

A partir desta identificação é realizada, então a Fase II de preparação descrita a seguir no item 4.3 e por último a Fase III de avaliação, seguindo também os mesmos procedimentos descritos na metodologia do BIRD, e onde são realizadas varias avaliações. Este novo método sugere que principalmente a preparação não se limite à legislação vigente, mas tenha uma nova visão sobre o problema dos impactos gerados por plantas de geração elétrica, sejam de grande, médio ou pequeno porte.

#### **1.24 DETALHAMENTO DOS NOVOS MÓDULOS PROPOSTOS NA ANÁLISE DE VIABILIDADE DE UM PROJETO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.**

Fase II - Preparação : Aqui foram incorporados os itens de Análise de Viabilidade de um Projeto via *project finance* que prevê, entre outros, os Riscos do Projeto.

Os riscos do projeto englobam o risco político, econômico, tecnológico, cambial, financeiro, de força maior, de fornecimento de matéria-prima, de conclusão e ambiental.

O módulo risco ambiental foi então complementado com módulos apresentados no esquema anterior (1 a 18).

##### **.24.1.1.1.1 QUADRO 4.2 Detalhamento do Módulo de Risco Ambiental**

<b>Modulo</b>	<b>Impacto</b>	<b>DESCRICAÇÃO</b>
<b>1 Recursos hídricos</b>	Qualidade da água	Impactos ocasionados pela emissão de resíduos sólidos e líquidos que possam comprometer a qualidade dos recursos hídricos. Alteração da estrutura físico-química da água e biológica do ambiente.
	Regime hídrico	Alteração do regime hídrico, Assoreamento do reservatório e erosão das encostas, Interferência nos usos do recurso como navegação, irrigação, abastecimento, lazer, turismo, etc.
	Percolação da chuva	Contaminação de fluxo de água com metais, partículas sólidas e alteração no ph,

		contaminação de cursos de água.
	Sistema de refrigeração de água	Sistemas abertos: elevação da temperatura da água, redução do oxigênio e alteração no ambiente aquático. Sistemas fechados: névoa pela atividade química, fumaça, e aumento da acidificação da atmosfera.
	Efluentes líquidos dos sistemas de remoção de cinzas pesadas	Contaminação de fluxos de água com efluentes sólidos e metais, alteração do pH.
	Drenagem pluvial, tratamento de água e processo de limpeza	Aumento da quantidade de efluentes sólidos e interferência na flora e fauna aquática.
	Efluentes sanitários	Transmissão de doenças, redução de oxigênio diluído na recepção de corpos sólidos, interferências na flora e fauna.
<b>2 Solo e vegetação</b>	Qualidade do solo e subsolo	Impactos ocasionados pela emissão de resíduos líquidos e sólidos que possam comprometer a qualidade do solo. Interferência na atividade mineral, perda do potencial mineral, erosão das margens, degradação das áreas pelas obras civis, interferência no uso do solo.
	Refugio de sólidos originários de processos cinzas Vegetação	Aumento na quantidade de efluentes sólidos, interferências na flora e fauna aquáticas.  Inundação da vegetação com perda do patrimônio vegetal da região, comprometimento da flora, interferência no potencial madeireiro e nas unidades de conservação, perda dos habitats naturais e da disponibilidade alimentar para fauna, interferência nas unidades de conservação, aumento da pressão sobre a vegetação remanescente nas áreas adjacentes do reservatório.
<b>3 Clima e biodiversidade</b>	Biosfera	Interferência no clima local.
	Biodiversidade	Nível de perdas e fragmentação dos ecossistemas e fauna e flora em função do projeto atingir áreas protegidas ou de comprovada sensibilidade. Os impactos ocasionados nos mangues e pântanos através da drenagem, nas florestas e paisagens pelo desmatamento, mudança no uso tradicional da terra e na perda de recursos genéticos também devem ser considerados.
	Recursos renováveis	Impactos nos recursos renováveis devido a exploração das fontes energéticas e de matérias-primas e materiais.
<b>4 Fauna aquática</b>	Fauna aquática	Interferência na composição qualitativa e quantitativa da fauna com comprometimento da fauna ameaçada de extinção, interferência na reprodução de espécies, interferência nas condições necessárias para sobrevivência da fauna
<b>5 Fauna terrestre e alada</b>	Fauna terrestre e alada	Interferência na composição qualitativa e quantitativa da fauna com comprometimento da fauna ameaçada de extinção, interferência na reprodução de espécies, interferência nas condições necessárias para sobrevivência da fauna, adensamento populacional em áreas sem capacidade de suporte e aumento da pressão sobre a fauna remanescente por meio da fauna predatória.
<b>6 Nível De Emprego</b>	Nível de Emprego	Geração de emprego, incluindo empregos gerados pelos investimentos indiretos nas atividades econômicas.

<b>7 Riscos à Saude Humana</b>	Riscos à Saude Humana	Potencial de risco de acidentes no ambiente de trabalho, bem como as emissões acidentais de produtos tóxicos, incluindo-se o nível de ruídos.
<b>8 Infraestrutura</b>	Infraestrutura	Impactos ocasionados na rede de serviços de infraestrutura, como fornecimento de água e saneamento, energia elétrica, habitação, segurança pública, saúde, educação e transporte coletivo Inundação/ Interferência em cidades, mudança compulsória da população, interferência na organização sócio-cultural e política, intensificação do fluxo populacional acarretando alteração demográfica dos núcleos populacionais próximos a obra, surgimento de aglomerados populacionais, sobrecarga dos equipamentos e serviços sociais como saúde, saneamento, educação, segurança, etc. Interrupção/desativação dos sistemas de comunicação, estradas, ferrovias, aeroportos, portos, sistemas de transmissão, etc.
<b>9 Habitação</b>	Habitação	Alteração da demanda populacional.
<b>10 Educação</b>	Educação	Alteração da demanda educacional.
<b>11 Ruído</b>	Ruído	Poluição sonora.
<b>12 Distorções estéticas</b>	Distorções estéticas	Poluição visual.
<b>13 Cultura, Centros de lazer</b>	Cultura e Costumes	Impactos nos valores culturais e nos hábitos e costumes cotidianos. Interferência em populações indígenas, alteração na organização sócio-econômica e cultural, mudança compulsória de grupos populacionais, desequilíbrio das condições de saúde e alimentação.
<b>14 Aspectos rurais</b>	Aspectos rurais	Geração de renda com o projeto, incluindo a renda proveniente dos investimentos indiretos nas atividades econômicas. Interferência em terras, benfeitorias, etc. Mudança compulsória da população, interferência na organização sócio-cultural e política, interferência nas atividades econômicas.
<b>15 Fluxos migratórios</b>	Fluxos migratórios	Aumento nos serviços públicos, interferência nos processos regionais, sociais e culturais, aumento no crescimento econômico, aumento da retração pelo fim da construção.
<b>17 Qualidade do ar</b>	Qualidade do ar	Impactos originados pela emissão de pó e gases nocivos resultantes do processo industrial, os principais elementos poluidores são: óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono, entre outros.
	Emissões aéreas de óxidos de enxofre	Dependendo da concentração: cheiro desagradável, problemas de pulmão, de coração e interferência no crescimento vegetal, deterioração de construções e contribuição para a incidência de chuvas ácidas.
	Emissões aéreas de dióxidos de carbono	Contribuição para o efeito estufa.
	Emissões de óxidos de nitrogênio, óxidos, hidrocarbono e monóxidos de carbono	Dependendo da concentração: Produção de oxidantes fotoquímicos, fumaça, irritação de garganta e olhos, efeitos sobre o crescimento vegetal, contribuição para a incidência de chuva ácida.
<b>18 Comunidades Indígenas</b>	Comunidades Indígenas/grupos étnicos	Impactos culturais sobre as comunidades indígenas e grupos étnicos. Alteração na organização sócio-cultural e econômica, mudança compulsória dos grupos populacionais, desequilíbrio nas condições de saúde e alimentação.

#### **.24.1.1.1.2 Fonte: Elaboração do Autor baseado em COMASE**

Este detalhamento foi realizado a partir dos estudos do COMASE como já mencionado anteriormente.

O objetivo da apresentação desta tabela é esclarecer os detalhes dos novos itens incorporados à fase de preparação na análise de viabilidade de um projeto de geração de energia elétrica.

### **1.24.2 OS IMPACTOS GERADOS PELO SETOR ELÉTRICO**

Os impactos e as referidas descrições foram relacionadas de uma forma abrangente, visando sua utilização nas diversas formas de geração de energia, incluindo até mesmo aquelas ainda não mencionadas pelo COMASE. Além de serem aplicáveis as mais diversas situações de possível ocorrência, estas ocorrências variam de acordo com a região, as características de cada projeto, o combustível utilizado, as tecnologias empregadas, etc.

Ressalta-se porém que a ocorrência destes impactos foram considerados a partir do pátio da geradora, assim, os processos produtivos de extração, transporte ou mesmo construção de equipamentos necessários para a implantação e operação das geradoras de energia não foram considerados. Assim, não estão previstos possíveis impactos que certamente ocorrem antes do considerado neste trabalho.

Este aspecto é considerado um grande limitante deste trabalho e de outros trabalhos que avaliam impactos ambientais, pois não são considerados todos os detalhes de toda cadeia produtiva. A consequência deste limitante é uma visão parcial e incompleta de todos os custos incorridos, acarretando também um erro de dimensionamento nas tarifas e em todo o rol de recursos financeiros, ambientais, sociais e políticos envolvidos na geração de energia elétrica.

Como visto anteriormente, as fontes renováveis de energia acumulam um melhor histórico no que diz respeito aos impactos. Aqui também não existem ainda dados para se verificar a “fotografia real” de toda a cadeia, porém, a maioria dos processos que envolvem a geração a partir de fontes renováveis de energia, exigem menos ou até

mesmo, em alguns casos, inexistem processos de extração, transporte e distribuição de combustíveis.

No caso das hidrelétricas, pode-se citar a confecção dos equipamentos necessários para a construção da represa, as turbinas e as máquinas para utilização da obra.

As termelétricas envolvem, além destes itens anteriores, também a extração, transporte e distribuição dos combustíveis envolvidos. Este seria o caso mais “negativo” em termos ambientais, pois envolve principalmente combustíveis fósseis que, por si só, são altamente poluentes na extração. Neste caso os impactos não considerados são importantes e são classificados como externalidades.

A geração de energia solar, apesar de utilizar combustível renovável e limpo, não deve ser indicada como isenta de poluentes, pois levando-se em consideração os processos anteriores ao pátio da planta geradora, os painéis que compõem este tipo de geração são fabricados a partir de componentes químicos, por vezes, altamente poluentes.

A geração eólica, poderia ser encarada como a mais limpa, porém do mesmo modo, considerando os processos antes do pátio, deve-se levar em consideração também o processo de confecção dos equipamentos utilizados.

## **1.25 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO**

A apresentação da nova metodologia utilizada para avaliação de projetos de geração de energia prevê, além dos módulos de riscos utilizados no *project finance*, também as fases detalhadas do BIRD. Foram incorporados nesta metodologia os impactos levantados pelo COMASE estudados nas plantas de geração hidrelétrica e termelétrica. Todos os impactos levantados não devem ser necessariamente considerados em todos os tipos de geração de energia, mas a metodologia deve ser integralmente aplicada, nos casos que o impacto não for aplicável, este não será considerado ou será nulo e aparecerá como um “inexistente” no esquema apresentado na aplicação da metodologia.

Neste sentido, esta metodologia pode ser utilizada para qualquer tipo de geração. Como resultado das planilhas devem ser considerados prioritários os impactos que aparecem como alto ou importantes e os médios na análise de viabilidade de projetos. Os impactos considerados como inexistentes não são importantes no sentido de alocação de custos, porém devem aparecer como considerados nas planilhas de análise de viabilidade de projetos.

Este estudo, baseado nos resultados do COMASE, complementa de uma maneira bastante significativa a avaliação de impactos gerados pelos projetos em questão. Porém, ressalta-se que de forma alguma, de uma maneira definitiva, pois apesar de respeitados os estudos do COMASE, a avaliação do *project finance* e os critérios de BIRD, ainda assim, não tem-se uma exata visão dos verdadeiros impactos causados por plantas de geração de energia elétrica inseridas no nosso meio ambiente atual.

## CAPITULO 5 – UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

### 1.26 CARACTERÍSTICAS DO PROJETO

A proposta deste capítulo é implementar o método proposto com um exemplo real de implantação de geração elétrica. Os dados aqui utilizados foram apresentados em uma palestra técnica intitulada: Avaliação Operacional da usina Eólio-Elétrica Experimental do Morro de Camelinho, do Engenheiro Henrique Costa da CEMIG.

O objetivo do projeto é implantar uma usina de geração eólica localizada no Morro do Camelinho, no Município de Gouveia em Minas Gerais a 240 km ao norte de Belo Horizonte. A velocidade média do vento, medido a 30 m de altura é de 6,0 m/s.

A geração será feita a partir de 4 conversores eólio-elétricos de 250 kW e a conexão ao sistema elétrico será através da LT Paraúna – Gouveia de 34,5 kV a 500 m da subestação.

### 1.27 A ENERGIA EÓLICA

A energia eólica provém da radiação solar uma vez que os ventos são gerados pelo aquecimento não uniforme da superfície terrestre. Segundo DUTRA (2001)

*“Uma estimativa da energia total disponível dos ventos ao redor do planeta pode ser feita a partir da hipótese de que, aproximadamente, 2% da energia solar absorvida pela Terra é convertida em energia cinética dos ventos. Este percentual, embora pareça pequeno, representa centena de vezes a potência anual instalada nas centrais elétricas do mundo.[...], 59,3% da energia contida no fluxo de ar pode ser teoricamente extraída por uma turbina eólica.”*

Porém, algumas perdas do próprio sistema de funcionamento das turbinas reduz para 20% o rendimento global de um sistema eólico simples.

Como o comportamento do vento muda ao longo do tempo, pode ser necessário a utilização de um sistema de armazenamento de energia, que garanta o fornecimento adequado à demanda. Nos casos em que a energia eólica é utilizada para complementar a produção de energia convencional, a energia gerada é injetada diretamente na rede elétrica, não sendo necessário o armazenamento de energia, bastando que o sistema elétrico convencional de base esteja dimensionado para atender à demanda durante os períodos de calmaria. Ainda segundo DUTRA(2001), os custos de uma planta eólica têm caído substancialmente durante os últimos quinze anos e a tendência é que continuem a cair.

O amadurecimento da tecnologia durante a década de noventa mostrou que a energia eólica tem se mostrado cada vez mais competitiva e com um crescimento promissor em todo o mundo principalmente com a pressão da sociedade por utilização de energias renováveis e a partir das novas diretrizes do setor elétrico brasileiro voltadas para facilidades de utilização de fontes renováveis de energia.

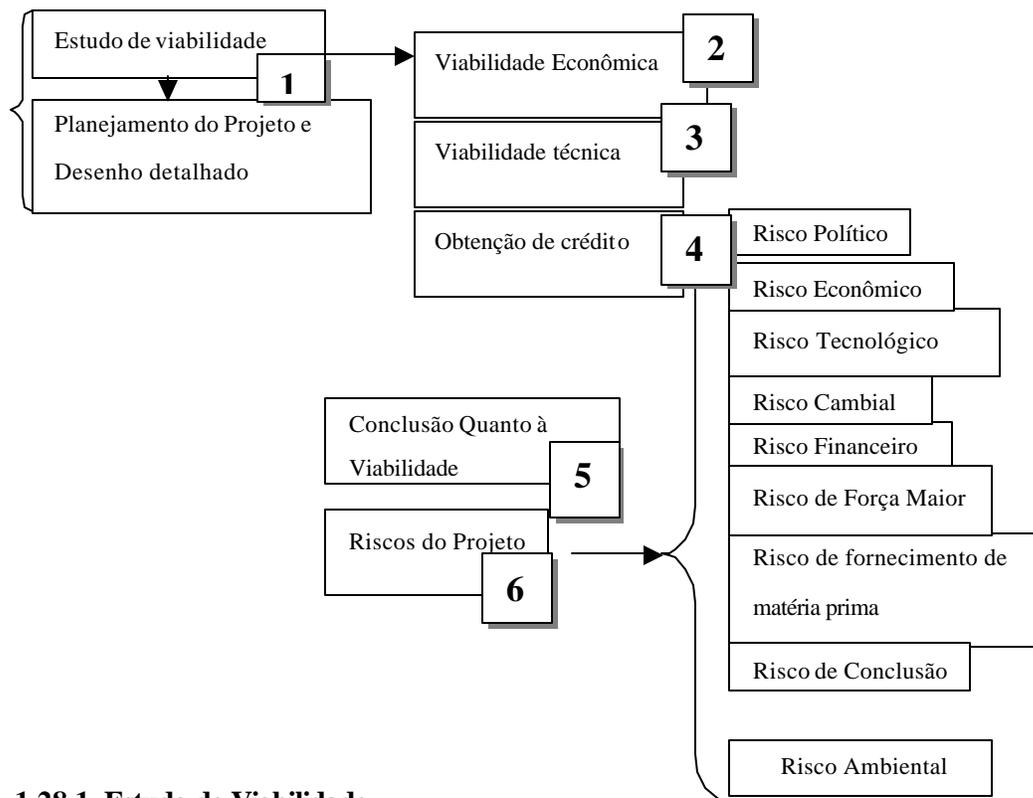
### **1.28 AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE PROJETO UTILIZANDO A METODOLOGIA DE INTERNALIZAÇÃO DA VARIÁVEL AMBIENTAL PROPOSTA.**

Neste exemplo será utilizada a nova metodologia demonstrada conforme a seguir:

**Fig 5.1 Diagrama Proposto**

**Fase de identificação**





### 1.28.1 Estudo de Viabilidade

**1** O Estudo de Viabilidade engloba a viabilidade econômica, a viabilidade técnica, a obtenção de crédito e os riscos do projeto e os subitens deste.

Para a implementação deste projeto, foram realizadas diversas etapas antecedentes fazendo parte do próprio estudo de pré-viabilidade do projeto na fase de identificação. Este estudo engloba ;

- ✓ Medições em 60 locais para o mapeamento eólico do Estado de Minas Gerais;
- ✓ A instalação de um gerador de 1,5 kW no Morro do Camelinho em meados de 1980;
- ✓ O projeto de Estudos sobre o aproveitamento de Energia Solar e Eólica patrocinados pela FINEP de 1983 a 1986;
- ✓ A implementação de 3 estações remotas de telecomunicação supridas por energia solar e eólica de 1985 a 1990.

2

## A Viabilidade econômica do projeto

Alguns aspectos específicos deste projeto foram levados em consideração na viabilidade econômica:

- ✓ Dispensa de licitação;
- ✓ Participação do projeto no Programa Eldorado – Programa do Ministério da Ciência e Tecnologia do governo alemão (com subsídios de 70% no custo de equipamentos, incluindo transportes e seguros);
- ✓ Incentivos fiscais como a isenção de impostos como o ICMS, IPI, Imposto de Importação;
- ✓ Enquadramento do projeto no Acordo de Cooperação Técnica Brasil/Alemanha para Pesquisa Científica e Desenvolvimento Tecnológico;
- ✓ Levantamento dos Custos totais de Implantação da Usina: US\$ 1.540.000
  - Geradores eólicos: US\$ 910,7
  - Torres: US\$ 165,0
  - Materiais: US\$ 152,0
  - Obras civis: US\$ 39,6
  - Montagem: US\$ 10,0
  - Seguros e taxas : US\$ 48,4
  - Consultoria: US\$ 33,3
  - Transportes, fretes, hospedagens, passagens, etc: US\$ 181,0;
- ✓ Custo da eletricidade produzida (previsão): US\$ 115/MWh (investimento total).

3

## A Viabilidade técnica do projeto

Para implantação de um projeto de geração eólica alguns trabalhos preliminares foram necessários como:

- ✓ A Liberação do Terreno;
- ✓ O Levantamento Topográfico da região;
- ✓ A Avaliação do fluxo dos ventos através de simulações em computador;

- ✓ Estudos básicos de conexão a rede da CEMIG;
- ✓ Projeto básico da instalação com definição do número e posicionamento das máquinas, equipamentos, etc;
- ✓ Adaptação do projeto mecânico e concorrência para compra das torres metálicas;
- ✓ Sondagem e projeto civil;
- ✓ Projeto elétrico ( conexões elétricas, aterramento, subestação, etc).

#### Características Técnicas da Usina:

- ✓ Localização: Morro do Camelinho , no município de Gouveia em Minas Gerais a 240km ao norte de Belo Horizonte;
- ✓ Velocidade Média do Vento: 6,0 m/s (medido a 30 m de altura);
- ✓ Conversores eólio-elétricos : 4 unidades de 250 kW;
- ✓ Conexão ao sistema elétrico interligado: LT Parauna -Gouveia de 34,5 kV a 500m da Subestação.

#### Características dos Aerogeradores

- ✓ Rotor : Velocidade do vento na partida: 3 m/s, nominal 14 m/s
  - Área varrida pelas pás: 531m<sup>2</sup>
- ✓ Gerador : Trifásico, 60 hz, 380V, 250kW
  - Eficiência na geração: 0,94 a 0,96
- ✓ Massas previstas : 47,5 t

Ainda estão previstos na viabilidade técnica deste projeto os sistemas de supervisão e controle da operação da usina, que são indicativos para supervisão de:

- ✓ Temperatura e nível de óleo na caixa de engrenagem;
- ✓ Pressão e nível de óleo do sistema hidráulico;
- ✓ Temperatura do gerador;
- ✓ Vibração;
- ✓ Abrasão do Freio;
- ✓ Velocidade e direção do vento;
- ✓ Direção do vento;

- ✓ Parada de emergência;
- ✓ Chave de potência;
- ✓ Computador de controle;
- ✓ Rotação do rotor e gerador.

4

A Obtenção de crédito: O caráter inovador do projeto aliado as pesquisas do estado-da-arte em plantas eólicas, permitiu o enquadramento do projeto no Acordo de Cooperação técnica Brasil/Alemanha para Pesquisa Científica e Desenvolvimento Tecnológico e no Programa Eldorado. O detalhamento destes dois programas de incentivo não é escopo deste projeto porém este tipo de enquadramento significa alguns benefícios:

- ✓ O Programa Eldorado será responsável por 51% do custo total do projeto (US\$ 1.540.000) arcando com um valor de US\$ 790.000 e a CEMIG ficará com a participação de US\$ 750.000 (49%) este valor ainda é parcialmente financiado pela FINEP;
- ✓ Com estes valores o custo da eletricidade produzida por esta Usina será de US\$ 57/MWh de investimentos da CEMIG.

5

A Conclusão quanto à viabilidade: Este item investiga se o projeto é tecnicamente e economicamente viável. Refere-se ao convencimento dos investidores da viabilidade do projeto. Neste caso praticamente inexistente pois trata-se de um projeto de ponta viabilizado por empresas de porte e com objetivos em comum.

6

#### **Riscos do Projeto:**

Risco Político

Risco Político: Não foi levantado, associado a este projeto, nenhum risco político considerável, pois trata-se de um projeto de ponta sendo esta Usina eólio-elétrica a

primeira usina de porte conectada a um sistema elétrico predominantemente hidráulico, o caso brasileiro. Ressalta-se também que o risco político é interligado ao planejamento energético estratégico do país.

#### Risco Econômico

O Risco Econômico é relativamente baixo considerando que:

- ✓ O montante do projeto não será de responsabilidade de apenas um investidor, dividindo, assim, o ônus do projeto entre instituições de fomento a pesquisa e desenvolvimento e a uma empresa geradora/distribuidora, a CEMIG;
- ✓ Trata-se de um projeto de ponta, positivo do ponto de vista da disponibilidade de energia elétrica no parque energético brasileiro.

#### Risco Tecnológico

Risco Tecnológico : Praticamente não há risco tecnológico, pois os antecedentes do projeto, as medições, os estudos sobre aproveitamento de energia solar e eólica, os estudos básicos para conexão a rede da CEMIG, todos os trabalhos preliminares envolvidos, minimizam qualquer risco tecnológico, embora trata-se de um projeto desenvolvido como uma Usina experimental dada a inovação do projeto.

#### Risco Cambial

Risco Cambial : Baseado nos incentivos fiscais que este projeto obteve, como a isenção do IPI e de Impostos de importação, o risco ambiental fica restrito ao preço dos

equipamentos, as despesas de transporte e de frete envolvidos na importação de peças que fazem parte da Usina. Mesmo assim, os equipamentos tem um subsídio de 70% no custo dos equipamentos, o que minimiza o risco ambiental.

Risco Financeiro

Risco Financeiro : O risco financeiro é igualmente dividido entre os principais integrantes do projeto, baseado em instituições de porte significativo e estabilizados no mercado brasileiro.

Risco de Força Maior

Risco de Força Maior : Este tipo de risco diz respeito à uma falha técnica do projeto ou externa que impeça completamente a operação do projeto

Risco de fornecimento de  
matéria prima

Risco de Fornecimento de Matéria-prima : Este risco é praticamente inexistente no caso da geração eólica, pois as medições do fluxo de ventos datam de 1968 fornecendo assim um mapa bastante preciso da sazonalidade e características principais dos ventos na localidade em questão.

Risco de Conclusão

Risco de Conclusão : Refere-se ao risco de que o projeto não será concluído.  
Praticamente inexistente neste caso pois o projeto tem todo o apoio técnico e financeiro para a sua conclusão.

**Risco Ambiental**

Risco Ambiental : O risco ambiental previsto no *project finance* prevê apenas o licenciamento ambiental dentro da legislação vigente no Estado.

### 1.28.2 A Complementação proposta para o Risco Ambiental

Utilizando-se o quadro da complementação de risco ambiental exposto no capítulo anterior, apresenta-se a tabela onde serão assinalados os riscos ambientais que deverão ser levados em consideração neste projeto, complementando o licenciamento ambiental já previsto nesta etapa de viabilidade.

#### QUADRO 5.1 Listagem dos impactos ambientais complementares na viabilidade de projeto

Módulo	Impacto	Grau de impacto na geração eólica
Recursos hídricos	Qualidade da água	Muito baixo
	Regime hídrico	Inexistente
	Percolação da chuva	Inexistente
	Sistema de refrigeração de água	Muito baixo
	Efluentes líquidos dos sistemas de remoção de cinzas pesadas	Inexistente
	Drenagem pluvial, tratamento de água e processo de limpeza	Muito baixo
	Efluentes sanitários	Muito baixo

<b>Solo e vegetação</b>	Qualidade do solo e subsolo	Inexistente
	Refugio de sólidos originários de processos cinzas	Inexistente
	Refugio de partes e equipamentos utilizados *	Médio ou alto
	Vegetação	Médio ou alto
<b>Clima e biodiversidade</b>	Biosfera	Inexistente
	Biodiversidade	Baixo
	Recursos renováveis	Inexistente
	Fauna aquática	Inexistente
	Fauna terrestre e alada	Médio ou alto
<b>Nível de emprego</b>	Nível de emprego	Baixo – pois não significa grandes investimentos de mão-de-obra
<b>Riscos à saúde humana</b>	Riscos à saúde humana	Baixo a Médio – dependendo da proximidade das pás, risco no processo de montagem, manutenção e riscos de alterações na audição.
<b>Infraestrutura</b>	Infraestrutura social	Baixo
<b>Habitação</b>	Habitação	Baixo
<b>Educação</b>	Educação	Baixo
<b>Ruído</b>	Ruído	Muito Alto
<b>Distorções e stéticas</b>	Distorções estéticas	Muito Alto
<b>Cultura e costumes</b>	Cultura e costumes	Inexistente
<b>Aspectos rurais</b>	Geração de renda, mudança compulsória da população, interferência nas atividades econômicas.	Baixo
<b>Fluxos migratórios</b>	Aumento de serviços públicos, interferência no crescimento econômico	Baixo
<b>Qualidade do Ar</b>	Qualidade do ar, impactos originados pela emissão de pó e gases nocivos	Inexistente
	Emissões aéreas de óxidos de enxofre	Inexistente
	Emissões aéreas de dióxidos de carbono	Inexistente
	Emissões de óxidos de nitrogênio, óxidos, hidrocarbono e monóxidos de carbono	Inexistente
<b>Comunidades Indígenas</b>	Impactos culturais sobre comunidades indígenas e grupos étnicos. Mudança compulsória da população.	Inexistente

\* inserido como sugestão do autor.

Fonte: Elaboração do Autor baseado em COMASE.

Legenda:

	Inexistente	Significa que o impacto é praticamente nulo e não representa
--	-------------	--------------------------------------------------------------

		danos importantes para o meio ambiente.
	Baixo	O impacto é baixo no meio ambiente considerado
	Baixo a Médio/ Médio a Alto	O impacto é considerável e pode variar em importância dependendo das condições locais
	Alto/Muito Alto	O impacto é considerável para o meio ambiente.

De acordo com a check-list apresentado anteriormente, pode-se notar que impactos significativos como qualidade do ar, da água, do solo e vegetação são praticamente nulos. Os impactos decorrentes da influência nos aspectos urbanos, rurais e econômicos são em alguns casos significativos. Salienta-se que os itens altamente impactados são os decorrentes do ruído e das distorções estéticas. Estes impactos podem ser perfeitamente contornáveis para níveis aceitáveis como já mencionado anteriormente. No caso de ruídos, as novas tecnologias das pás e motores utilizados neste tipo de geração de energia tendem a diminuir consideravelmente o nível produzido, assim, até mesmo para as comunidades próximas às torres este impacto não será percebido.

Assim como nos casos anteriores, a questão estética também pode ainda passar por benefícios consideráveis, tanto no que diz respeito a mudança de lay-out promovidas pelas empresas responsáveis pelas torres e pás, como pela própria mudança do conceito estético na comunidade frente aos benefícios gerados por este tipo de planta de geração de energia elétrica.

## 1.29 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Este capítulo foi apresentado para disponibilizar uma visão realista com base na nova metodologia apresentada. Foi utilizado um exemplo real de uma geradora de energia baseada na geração eólica, efetuado por um grupo de pesquisadores desde 1983 quando realizados os primeiros estudos. A escolha deste exemplo real foi decidida a partir de estudos anteriores realizados para realização deste trabalho. Em primeiro lugar este tipo de energia demonstrou o menor índice de impacto ambiental registrado de

acordo com os procedimentos apresentados, segundo pelo fato de ser o primeiro aproveitamento eólico interligado ao sistema brasileiro.

Esta interligação representa, antes de tudo, o começo de uma nova realidade em termos de aproveitamento de recursos naturais em nosso País, a qual prima-se por uma avaliação prévia de disponibilidades e pela distribuição do sistema em pequenas gerações, ao invés de grandes usinas centralizadoras. E ainda, estímulo para regiões distantes e sem grandes recursos de dinheiro, porém, muitas das vezes, com importante potencial de recursos naturais para geração de energia elétrica de uma forma limpa tecnicamente e menos impactante em nível ambiental, social e econômico.

Considera-se também o fato da energia eólica já se demonstrar competitiva com relação à outras plantas de geração de energia elétrica, mesmo não se contabilizando os custos de externalidade envolvidos. Muitas vezes, o preço da geração hidrelétrica ou termelétrica exclui custos externos como o de riscos de acidentes, os custos sociais, etc. que, por exemplo, são freqüentemente sustentados pelo governo. Estes fatos colocam a energia eólica como uma das mais promissoras fontes de energia renovável disponível no mercado mundial.

## CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Quem poderia ser contra a pureza da água e do ar?

Contra a limpeza de ruas e a preservação dos animais?

Contra a reciclagem e a reutilização de recursos naturais?

### 1.30 CONCLUSÕES

A qualidade de vida – em termos de conforto - nas sociedades industrializadas hoje é algo evidente se compararmos ao início do século, antes da revolução industrial. Porém o alto preço que pagamos, e ainda pagaremos se deve principalmente à nossa gestão ambiental falha, baseada em um “mal compreendido” que a natureza deve ser a produtora e receptora ininterrupta de todos os bens que consumimos.

No entanto, durante todo o “processo” do mestrado, ficou bastante claro que uma nova gestão da qualidade ambiental está prestes a surgir e já começa a ser “rascunhada”.

Estamos evoluindo e visualizando novas dimensões de gestão da natureza.

Cada vez mais nos deparamos com outros enfoques que antes eram simplesmente desconsiderados, como por exemplo o enfoque econômico do uso do meio ambiente, o enfoque ecológico da economia e o enfoque social da geração de energia para citar apenas algumas mudanças importantes.

Neste sentido, a fim de contribuir para a mudança de postura nos nossos processos industriais o presente trabalho discutiu a internalização de variáveis ambientais em um projeto de geração de energia elétrica a partir de alguns aspectos básicos, como os principais métodos de análise de viabilidade utilizados para projetos de geração de energia elétrica.

A partir dos aspectos positivos de dois métodos utilizados (*project finance* e BIRD), apresentou-se um modelo de avaliação de viabilidade de projetos de geração de

energia elétrica e uma aplicação deste novo modelo com o caso de implantação de uma usina geradora eólica.

Saliento que, alguns temas foram bastante importantes no processo da confecção do trabalho: desenvolvimento sustentável, política energética e econômica, e valoração do meio ambiente. Apresento a seguir algumas conclusões:

O desenvolvimento sustentável, mais do que um modismo em discursos e campanhas políticas, abrange áreas bem específicas na infra-estrutura do País. Os objetivos econômicos, sociais, políticos e ecológicos devem ter a mesma linha de ação, uma complementando a outra. A interferência maciça da área econômica em todas as decisões importantes no País, escondeu o verdadeiro objetivo do desenvolvimento em números, índices, gerenciamento de recursos e atendimento às normas, apenas para atender a legislação e melhorar a imagem das empresas, distorcendo assim, o panorama real e dando margem para ações anti-sociais e anti-ecológicas.

Concordando com a posição de HENDERSON (1991), os valores da sociedade são as forças primárias que impulsionam todos os sistemas econômicos, os quais são apenas programas de regras e que definem diversas infra-estruturas, sistemas educacionais e normas. Indicadores consagrados, como por exemplo o PIB, apenas fazem a função de garantir que o “programa” está rodando adequadamente, conforme as regras impostas. Face a tantos desequilíbrios sociais, econômicos e ambientais, a sociedade tem sofrido conseqüências bastante desagradáveis que variam desde a contaminação de um rio até a utilização de drogas e o aumento da violência.

Felizmente, o surgimento de uma “nova consciência” culminando com o aparecimento de ONGs, somado à pressão dos consumidores, à legislação e ao mercado têm assegurado que o crescimento econômico seja menos poluente, *porém não mais sustentável*, pois é crescente o desejo por mais produtos, mais bens e mais propriedades. A integridade dos ecossistemas, a responsabilidade, a coesão social, a capacidade de sustentação, a equidade e o atendimento às necessidades da sociedade são as ações que devem estar em curso em um País que deseja exercer o desenvolvimento sustentável.

Também é importante salientar o trabalho dos governos como fundamental para garantir métodos de administração e planejamento a médios e longos prazos, com uma política econômica para o desenvolvimento mutuamente assegurado, e uma melhoria ambiental adequada, incluindo os custos ambientais na formação de preços das tecnologias e dos produtos. Este novo padrão econômico está se delineando como um modelo de uso racional de recursos naturais como insumos, reutilização de materiais e resíduos, eficiência energética e na correta utilização de água.

Quanto aos custos ambientais, estes diferem em conceito dependendo dos autores e das áreas. Estudos mais recentes, divulgados em dissertações e teses demonstram que os custos resultantes de ações mitigadoras e compensatórias são por vezes maiores e tardios no que diz respeito à minimização dos efeitos impactantes no meio ambiente. Neste sentido, apenas identificar e internalizar custos incorridos de ações comprovadamente poluidoras não é mais suficiente, a necessidade agora é desenvolver um sistema de gestão de cunho sustentável, o mais importante diferencial competitivo que uma empresa pode apresentar atualmente. Ficando claro que a necessidade de uma política ambiental sustentável decorre do fato que ninguém economiza, paga ou conserva um recurso se não vai ter direitos explícitos sobre este.

Constatou-se também que as definições para o correto gerenciamento e a conservação de recursos naturais são dificultados, pois a situação é sempre futura, o que envolve incertezas quanto aos benefícios futuros frente a um sacrifício de consumo presente. Este problema é agravado frente ao caráter globalizado da gestão ambiental, pois nenhuma nação estará independente e autônoma, ao contrário, constata-se cada vez mais que todos temos que compartilhar a mesma atmosfera, os mesmos oceanos, até o mesmo sistema financeiro global integrado e suas flutuações.

Assim, tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento, ressalta-se que uma má administração pública leva ao aumento da

dívida externa, ao aumento da inflação, à elevação das taxas de juros, e uma baixa poupança, o que em médio prazo encorajam a degradação ambiental e o êxodo para grandes centros aumentando a pobreza, revertendo qualquer sucesso de planejamento político.

Observa-se também que os estudos de preservação ambiental e os estudos de planejamento econômico ainda parecem ir em direções opostas, na verdade, as bases são diferentes, os objetivos finais não só diferem entre si como também evidenciam os aspectos dualistas de nossa sobrevivência. A partir daí estabelecemos inúmeras dicotomias: conservação do meio ambiente X desenvolvimento, material X espiritual, preservação X progresso(?), porém estas duas visões, por assim dizer, podem ser reunidas em um único mundo que diz respeito a toda atividade e interferência humana, o acontecimento de uma não elimina a outra, a complementa.

Quanto ao desenvolvimento energético do País, pré-requisito para o desenvolvimento econômico, todos os países, principalmente os países em desenvolvimento, necessitam de uma política clara de abastecimento em termos energéticos, a fim de oferecer a infra-estrutura básica para a instalação de indústrias e habitações.

No caso do Brasil, o cenário energético passou a ser competitivo, antes constituído por empresas estatais, agora também com empresas privadas, interfaces com outros países e uma discreta introdução de formas alternativas de energia na base do setor energético brasileiro.

Como apresentado no trabalho, a instalação de novas usinas geradoras ainda hoje é um empreendimento complexo, que estabelece condicionamentos elétricos e energéticos, e atinge não só o sistema elétrico existente como a futura expansão do sistema. Assim, demonstra-se que o detalhamento de um projeto de geração energia elétrica deve levar em consideração todos estes aspectos, independente do tipo de combustível que estamos levando em conta, seja água, carvão, sol ou ventos.

Com relação aos usos energéticos, o Brasil tem uma situação privilegiada para dispor em curtíssimo prazo de uma matriz energética bem equilibrada, em termos ambientais e capaz de atender toda a demanda. A utilização da base hidrelétrica com a entrada de interligações de usinas geradoras de fontes renováveis e mesmo fósseis demonstra que temos as condições, como em pouquíssimos países do mundo de resolver a questão energética preservando o meio ambiente, mais do que isso, contribuindo para sua restauração.

### **1.31 CONTRIBUIÇÕES DESTA DISSERTAÇÃO**

A atual tendência de minimizar os efeitos negativos da intervenção humana sobre o meio ambiente, tem -se demonstrado em vários estudos, reuniões e convenções sobre o meio ambiente. Os processos produtivos são especialmente poluidores pois a utilização de recursos naturais nem sempre renováveis implica em um maior emissão de resíduos em várias formas e quantidades.

A geração de energia elétrica é por si só um processo poluidor, pois a partir de determinados combustíveis geramos e dispomos a energia de uma forma controlável para nossos usos. Assim, as plantas de geração de energia elétrica, a partir da década de 80, tem a obrigatoriedade de apresentar licenças ambientais e estudos de impactos ambientais.

Esta mudança é o ponto de partida no processo de internalizar as variáveis ambientais em grandes projetos de geração. O estudo demonstrou, portanto, que ainda é muito complexa a questão da correta identificação de todos os aspectos que devem ser considerados quando avaliamos uma obra impactante ao meio ambiente. Não é só os aspectos técnicos de poluição que devem ser considerados mas também os econômicos e principalmente sócio-ambientais.

É justamente neste ponto que hoje vivemos a real dificuldade, pois a identificação de todos estes aspectos e impactos conseqüentes é ainda

de difícil quantificação, visto que tentamos enquadrar na economia como hoje a conhecemos estes custos, hoje tratados como externalidades.

Durante todo o estudo realizado houve a crescente necessidade de incorporar nos projetos uma etapa de análise de viabilidade que também levasse em consideração os aspectos ambientais. Este foi então o objetivo principal deste trabalho.

Foram então, apresentadas duas metodologias consideradas *estado-da-arte* nas áreas de energia elétrica e meio ambiente. Porém, somente o uso destas não atendeu plenamente o esperado, principalmente com relação aos impactos causados pela geração de energia elétrica ao meio ambiente.

Entendeu-se então que o trabalho deveria conjugar os métodos do BIRD e do *project finance* com os resultados dos estudos do COMASE. Este procedimento fundamentou a complementação do módulo risco ambiental de uma maneira bastante positiva na aplicação do modelo. Aqui se encontra a principal contribuição desta dissertação: a utilização de variáveis ambientais na análise de viabilidade de projetos, especificamente para projetos de geração de energia elétrica.

Com este novo modelo é possível avaliar qualquer tipo de projeto de geração de energia elétrica frente à interferência no meio ambiente.

A aplicação do modelo foi feita com um caso de implantação de energia eólica. Os resultados apresentados no Quadro 5.1 demonstraram-se bastante adequados para as plantas de geração de energia, inclusive as plantas que utilizem fontes alternativas.

Este modelo além de ser indicado para empresas de geração de energia elétrica, pode ser também utilizado para indústrias que necessitem implantar um sistema de geração própria e queiram avaliar os riscos envolvidos nesta ação. Prática hoje bastante *saudável* no que diz respeito ao conhecimento dos passivos ambientais envolvidos em processos que não sejam limpos.

Salienta-se que a real aplicação deste modelo exigirá adaptações nos atuais procedimentos de avaliação de projetos nas empresas. Poderá também

ser uma boa base para projetos financiados por bancos internacionais, pois ultrapassa os requisitos obrigatórios no caráter ambiental.

Finalmente cabe salientar aqui que as contribuições desta dissertação são intelectuais e práticas.

Intelectuais no sentido de disponibilizar uma ampla revisão bibliográfica nos temas relativos ao meio ambiente, energia e viabilidade de projetos. E práticas pela contribuição do modelo para uso dos técnicos que queiram avaliar os impactos ao meio ambiente que envolve a implantação de uma planta de geração de energia elétrica antes da implantação desta.

### **1.32 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

A principal dificuldade em apresentar as variáveis ambientais envolvidas em um projeto de geração de energia elétrica é bastante complexa, visto a característica qualitativa das informações que devem ser levadas em consideração na análise de viabilidade deste tipo de projeto. As conseqüências da instalação e operação de usinas geradoras envolvem aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais ainda desconhecidos na sua totalidade.

Assim, como sugestão para uma pesquisa futura, indica-se a realização de um estudo mais aprofundado dos custos sociais, econômicos e ambientais envolvidos em um projeto de geração de energia elétrica levando em consideração uma abordagem de sustentabilidade incluindo a utilização de fontes alternativas de energia.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- ACSELRAD, Henry: Externalidade ambiental e sociabilidade capitalista In: CAVALCANTI, Clóvis – Organizador: Desenvolvimento e Natureza: Estudo para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez;Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 1995.
- BANDEIRA, Eliane de Menezes. Benefícios Ambientais Derivados de Programas de Conservação de Energia Elétrica. Dissertação de Mestrado no PPGEP. Agosto 2000.
- BENAKOUCHE, Rabah & RENÉ SANTA Cruz,: Avaliação Monetária do meio ambiente.Ed. Makron Books do Brasil. São Paulo, 1994.
- BRANCO,Samuel Murgel. Ecossistêmica:uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente. São Paulo, Editora Edgard Blucher,Ltda, 1989.
- BRANCO,Samuel Murgel. Energia e Meio ambiente.São Paulo. Ed. Moderna, 1990
- BRITO, Marcelo Henriques. A influência do meio ambiente na gestão contábil-financeira.Revista Meio Ambiente Industrial.Nov 1999.
- BUARQUE, Cristovam: Avaliação econômica de projetos: uma apresentação didática. Rio de Janeiro. Ed Campus, 1991
- CAMPOS, Lucila Maria de Souza. Um Estudo para definição e identificação dos custos da qualidade ambiental. Dissertação de mestrado do PPGEP – UFSC., 1996.
- CAVALCANTI, Clóvis – organizador: Desenvolvimento e Natureza: Estudo para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez;Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 1995.
- CLEFFI, Norma Maria.Curso de Biologia – EcologiaEd. Harper & Row do Brasil Ltda. São Paulo 1985.

- COMASE.. Disponível na página da Eletrobrás em <http://www.eletrabras.gov.br/>  
Acesso em 20/04/2001, 23:00 hs
- COMMONER, Barry: Novas Energias para um Mundo Novo. Ed. Record. São Paulo, 1990
- CONAMA – Resolução 001/1986. Disponível em  
<http://www.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em 29/10/2001:9:40 hs.
- CONTADOR, Cláudio Roberto. Projetos Sociais:avaliação e prática. São Paulo: Atlas,1997.
- COSTA, Henrique: Avaliação Operacional da Usina Eólio-Elétrica Experimental do Morro do Camelinho. Palestra Técnica. CEMIG,2001.
- DUTRA, Ricardo Marques: Viabilidade técnico-econômica da energia eólica face ao novo marco regulatório do setor elétrico brasileiro. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. COPPE/PPE. UFRJ.2001
- ECEN - ECONOMIA & ENERGIA Revista eletrônica. Disponível em  
<http://www.ecen.com> Acesso em 15/04/2001
- FERNANDES, Carlos Henrique: Priorização de projetos hidrelétricos sob a ótica social – um estudo de caso utilizando análise custo/benefício e uma metodologia multicritério de apoio a decisão ‘-m Macbeth. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) programa de Pós-Graduação da Engenharia de Produção. UFSC. Florianópolis, 1996.
- FINNERTY, John D. : Project Finance: Engenharia financeira baseada em ativos. Rio de Janeiro. Qualitymark. Ed.1999
- FURTADO,André: Opções Tecnológicas e Desenvolvimento do Terceiro Mundo In: CAVALCANTI, Clóvis – organizador: Desenvolvimento e Natureza: Estudo para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez;Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 1995.

- GARTNER, Ivan Ricardo: Sistema de apoio à avaliação ambiental de projetos industriais para Bancos e agencias brasileiras de financiamento do desenvolvimento. Tese (doutorado em Engenharia de Produção) programa de Pós-Graduacao da Engenharia de Produção. UFSC. Florianópolis, 1999.
- HENDERSON, Hazel. Transcendendo a Economia: Uma visão integrada dos paradigmas emergentes transformando, pela essência, nossa concepção de governo, política, educação, empresa, trabalho e vida em sociedade. São Paulo. Ed. Cultrix, 1991.
- HOLDREN, John P. Energy in Transition: The era of cheap and convenient sources of energy is coming to an end. A transition to more expensive but less polluting sources must now be managed. Scientific American. Set 1990.
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em <http://www2.ibama.gov.br/conama/index0.htm> Acesso em 29/10/2001, 20:50 hs
- LERIPIO, Alexandre. Uma Metodologia de Gerenciamento de Aspectos e Impactos Ambientais - Gaia. Tese de doutorado em Engenharia de Produção - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção . UFSC, Florianópolis, 2001.
- MACEDO, Ricardo kohn de, Gestão Ambiental: os instrumentos básicos para a gestão ambiental de territórios e unidades produtivas. Rio de Janeiro: ABES: AIDIS, 1994.
- MAGRINI, Alessandra: Avaliação de Impactos Ambientais In: MARGULIS, Sergio, ed: Meio Ambiente: aspectos técnicos e econômicos. Rio de Janeiro. IPEA: Brasília, IPEA/PNUD, 1990.
- MAIMON, Dália: ISO 14001: passa a passo da implantação nas pequenas e medias empresas. Rio de Janeiro. Ed. Qualitymark, 1999.
- MARGULIS, Sergio, ed: Meio Ambiente: aspectos técnicos e econômicos. Rio de Janeiro. IPEA: Brasília, IPEA/PNUD, 1990.

- MARTIN, Jean-Marie: A economia mundial da energia. São Paulo. Ed. Da Universidade Estadual Paulista, 1992.
- MATELLI, José Alexandre: Sistemas de cogeração baseados em células-combustível aplicados em hospitais. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis, 2001.
- MAY, Peter H. Economia Ecológica: aplicações no Brasil. Rio de Janeiro: Ed. Campus. 1995
- MOTTA, Ronaldo Serôa da: Análise Custo-Benefício do Meio Ambiente. In: MARGULIS, Sergio, ed: Meio Ambiente: aspectos técnicos e econômicos. Rio de Janeiro. IPEA: Brasília, IPEA/PNUD, 1990.
- OMETTO, João Guilherme Sabino: O álcool combustível e o desenvolvimento sustentado. São Paulo: PIC, 1998.
- PANAIOTOV, Todor: Mercados Verdes: a economia do desenvolvimento alternativo/Theodore Panayotou; apresentação de Oscar Arias. Rio de Janeiro: Ed. Nórdica Ltda, 1994.
- SCHMIDHEINY, Stephan. Mudando o Rumo: Uma Perspectiva Empresarial Global sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1992.
- SCHUCH, Gladis Bordin Um modelo para Estudos da Demanda de Energia Elétrica em Ambiente Competitivo – Tese de Doutorado - Pós-graduação em Engenharia Elétrica– Florianópolis Abril de 2000
- SEVÁ FILHO & Vários autores: Renovação e Sustentação da Produção Energética. In: CAVALCANTI, Clóvis – organizador: Desenvolvimento e Natureza: Estudo para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez; Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 1995.
- TOMASQUIM, Mauricio Tiomno: Economia do meio ambiente: Forças e fraquezas. In: CAVALCANTI, Clóvis – organizador: Desenvolvimento e Natureza: Estudo para

uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez;Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 1995.

TRIVINOS, Augusto Nivaldo Siva.: Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação . São Paulo:Atlas, 1987.

UEHARA, Sandro Toshio Artigo Poluição do Ar . Revista Meio Ambiente Industrial Ano V edição 28 n. 27 Novembro/Dezembro de 2000.

UNEP – United Nations Environment Programme <http://www.unep.org/>. Acesso em 29/10/2001, 19:50 hs

**BIBLIOGRAFIA:**

ACOT, Pascal: Historia da Ecologia. Rio de Janeiro. Campus, 1999.

ACSELRAD, Henry: Externalidade ambiental e sociabilidade capitalista In: CAVALCANTI, Clóvis – Organizador: Desenvolvimento e Natureza: Estudo para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez; Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 1995.

ANEEL Disponível em <http://www.aneel.gov.br/>

BANDEIRA, Eliane de Menezes. Benefícios Ambientais Derivados de Programas de Conservação de Energia Elétrica. Dissertação de Mestrado no PPGEP. Agosto 2000.

BENAKOUCHE, Rabah & RENÉ SANTA Cruz,: Avaliação Monetária do meio ambiente.Ed. Makron Books do Brasil. São Paulo, 1994.

BIRD Banco Mundial: Disponível em <http://lnweb18.worldbank.org/?OpenDocument>

BLUMENFELD, Karen; MONTRONE, Anthony:Quando a ecologia dá bons lucros:O meio ambiente pode representar custo ou vantagem competitiva, dependendo de como for tratado pela empresa.HSM Management 3 Jul/Ago, 1997.

BRANCO,Samuel Murgel. Ecosistêmica:uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente. São Paulo, Editora Edgard Blucher,Ltda, 1989.

BRANCO,Samuel Murgel. Energia e Meio ambiente.São Paulo. Ed. Moderna, 1990

BRITO, Marcelo Henriques. A influência do meio ambiente na gestão contábil-financeira.Revista Meio Ambiente Industrial.Nov 1999.

BUARQUE, Cristovam: Avaliação econômica de projetos: uma apresentação didática. Rio de Janeiro. Ed Campus, 1991

BUNYARD, Peter et al.: Nuclear Power: Time to End the Experiment. The Ecologist, Vol 29 N 7 Nov.1999.

- CAMPOS, Lucila Maria de Souza. Um Estudo para definição e identificação dos custos da qualidade ambiental. Dissertação de mestrado do PPGEP – UFSC., 1996.
- CARVALHO, Alexandre Bruno Moreno de: Diversidade e Integração. Banas Qualidade. São Paulo edição nº 100, setembro de 2000, página 84.
- CATE – Centro de aplicação de tecnologias eficientes. Disponível em <http://cate.cepel.br/demonst/index.htm>
- CAVALCANTI, Clóvis – organizador: Desenvolvimento e Natureza: Estudo para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez; Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 1995.
- CLEFFI, Norma Maria. Curso de Biologia – Ecologia Ed. Harper & Row do Brasil Ltda. São Paulo 1985.
- CNEN Disponível em <http://www.cnen.gov.br/>
- COMMONER, Barry: Novas Energias para um Mundo Novo. Ed. Record. São Paulo, 1990
- CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE -  
<http://www2.ibama.gov.br/htdig/index0.htm>
- CONTADOR, Cláudio Roberto. Projetos Sociais: avaliação e prática. São Paulo: Atlas, 1997.
- COSTA, Henrique : Avaliação Operacional da Usina Eólio- Elétrica Experimental do Morro de Camelinho. CEMIG (2001).
- COSTA, Henrique: Avaliação Operacional da Usina Eólio-Elétrica Experimental do Morro do Camelinho. Palestra Técnica. CEMIG, 2001.
- CRESESB - Centro de Referencia para Energia Solar e Eólica Sergio de Salvo Brito.  
Disponível em <http://www.cresesb.cepel.br/>
- CRUZ, René Santa Cruz. Avaliação Monetária do Meio Ambiente. São Paulo. Ed. Makron Books do Brasil, 1994.

- DE CICCIO, Francesco. Como Desenvolver seu sistema de gestão: A similaridade entre os conceitos e processos facilita o planejamento integrado dos sistemas de gestão. BQ Qualidade Jun 1998.
- DONAIRE, Denis: A internalizacao da gestão ambiental na empresa. Revista de administração. V. 31, N 1, São Paulo, 1996.
- DUTRA, Ricardo Marques: Viabilidade técnico-econômica da energia eólica face ao novo marco regulatório do setor elétrico brasileiro. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. COPPE/PPE. UFRJ.2001
- ECEN - ECONOMIA & ENERGIA Revista eletrônica. Disponível em <http://www.ecen.com> Acesso em 15/04/2001
- ELETOBRAS Disponível em <http://www.eletobras.gov.br/> Acesso em 15/04/2001
- FERNANDES, Carlos Henrique: Priorização de projetos hidrelétricos sob a ótica social – um estudo de caso utilizando análise custo/benefício e uma metodologia multicritério de apoio a decisão ‘-m Macbeth. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) programa de Pós-Graduação da Engenharia de Produção. UFSC. Florianópolis, 1996.
- FERREIRA, Omar Campos: Entropia, economia e desenvolvimento social. Curso de ciência e técnica nucleares – UFMG. Revista Economia e Energia. Disponível em <http://www.ecen.com/content/ee2/entropip.htm>. Acesso em 21/06/2000 15:19 hs.
- FINNERTY, John D. : Project Finance: Engenharia financeira baseada em ativos. Rio de Janeiro. Qualitymark. Ed.1999
- FRUEHAUF, George Lentz : Artigo Qualidade do Ar. Revista Meio Ambiente Industrial Ano IV edição 26 n. 25 julho/agosto de 2000
- FURTADO, André: Opções Tecnológicas e Desenvolvimento do Terceiro Mundo In: CAVALCANTI, Clóvis – organizador: Desenvolvimento e Natureza: Estudo para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez; Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 1995.

GARTNER, Ivan Ricardo: Sistema de apoio à avaliação ambiental de projetos industriais para Bancos e agencias brasileiras de financiamento do desenvolvimento. Tese (doutorado em Engenharia de Produção) programa de Pós-Graduacao da Engenharia de Produção. UFSC. Florianópolis, 1999.

GASNET Disponível em <http://www.gasnet.com.br>

GAUNTLETT, Suwanna B. Desafio: Por que as multinacionais às vezes relegam a segundo plano a política ambiental nas filiais do exterior?. HSM Management 1 Mar/Abr 1997.

GIL, Antonio Carlos: Como Elaborar projetos de pesquisa. São Paulo. Atlas,1991.

GUEY-LEE, Louise: Renewable Electricity Purchases: History and recent developments.EIA. Disponível em <http://www.eia.doe.gov/cneat/solar.renewables>. Acesso em 22/04/2001 18:00 hs.

HENDERSON, Hazel. Transcendendo a Economia: Uma visão integrada dos paradigmas emergentes transformando, pela essência, nossa concepção de governo, política, educação, empresa, trabalho e vida em sociedade.São Paulo. Ed. Cultrix,1991.q

HOLDREN, John P. Energy in Transition: The era of cheap and convenient sources of energy is coming to an end. A transition to more expensive but less polluting sources must now be managed. Scientific American. Set 1990.

HUBBARD, Harold M.: The real cost of Energy: Bringing market prices in line with energy's hidden burdens will be one of the great challenges of the coming decades. Scientific American, volume 264 N4 April 1999.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS . Disponível em <http://www.ibama.gov.br/>

JAMUZZI, Gilberto de Martino: Políticas Publicas para eficiência energética e energia renovável no novo contexto de mercado: uma analise de experiência recente dos EUA e do Brasil. Campinas, SP: Autores Associados, 2000.,

- KARL, Thomas & TRENBERTH, Kevin: The Human Impact on Climate, Scientific American. Dez. 1999
- KARL, Thomas R. & TRENBERTH, Kevin: The human Impact on Climate. Scientific American. December 1999.
- KIRCHHOFF, Volker Aduino Motta. Artigo Revista Ciência Hoje vol 9 N 53 Maio de 1989 .
- LA ROVERE, Emilio , et al :Environmental valuation for long-term strategic planning – the case of the Brazilian power sector. Ecological Economics. N.37, 2001
- LERIPIO, Alexandre. Normatização Ambiental e ISO 14000. Programa de formação e capacitação em gestão ambiental. UFSC/LGQA. 1999
- LERIPIO, Alexandre. Uma Metodologia de Gerenciamento de Aspectos e Impactos Ambientais - Gaia. Tese de doutorado em Engenharia de Produção - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção . UFSC, Florianópolis, 2001.
- MACEDO, Ricardo Kohn de, Gestão Ambiental: os instrumentos básicos para a gestão ambiental de territórios e unidades produtivas. Rio de Janeiro: ABES: AIDIS, 1994.
- MAGRINI, Alessandra: Avaliação de Impactos Ambientais In: MARGULIS, Sergio, ed: Meio Ambiente: aspectos técnicos e econômicos. Rio de Janeiro. IPEA: Brasília, IPEA/PNUD, 1990.
- MAIMON, Dália: ISO 14001: passa a passo da implantação nas pequenas e médias empresas. Rio de Janeiro. Ed. Qualitymark, 1999.
- MARGULIS, Sergio, ed: Meio Ambiente: aspectos técnicos e econômicos. Rio de Janeiro. IPEA: Brasília, IPEA/PNUD, 1990.
- MARTIN, Jean-Marie: A economia mundial da energia. São Paulo. Ed. Da Universidade Estadual Paulista, 1992.
- MATELLI, José Alexandre: Sistemas de cogeração baseados em células-combustível aplicados em hospitais. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis, 2001.

- MAY, Peter H. Economia Ecológica: aplicações no Brasil. Rio de Janeiro: Ed. Campus. 1995
- MC DONALD, Alan & SCHRATTENHOLZER, Leo: Learning Rates for energy technologies. Energy Policy 29 (2001) . July 2000
- MELLAMBY, Kenneth, Biologia da Poluição Ed. USP: São Paulo, 1982..
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. Disponível em <http://www.mme.gov.br>.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE Disponível em <http://www.mma.gov.br/>
- MME & IBAMA: Avaliação de Impacto Ambiental: Agentes sociais, procedimentos e ferramentas; Coordenação e adaptação de diversos autores. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1995.
- MONTENEGRO, Alexandre de Albuquerque, ed.: Fontes não convencionais de energia. As tecnologias solar, eólica e de biomassa. Labsolar - Laboratório de Energia Solar/Núcleo de controle técnico de satélites/NCTS – UFSC. 2000
- MOTTA, Ronaldo Serôa da: Análise Custo-Benefício do Meio Ambiente. In: MARGULIS, Sergio, ed: Meio Ambiente: aspectos técnicos e econômicos. Rio de Janeiro. IPEA: Brasília, IPEA/PNUD, 1990.
- OMETTO, João Guilherme Sabino: O álcool combustível e o desenvolvimento sustentado. São Paulo: PIC, 1998.
- PANAIOTOV, Todor: Mercados Verdes: a economia do desenvolvimento alternativo/Theodore Panayotou; apresentação de Oscar Arias. Rio de Janeiro: Ed. Nórdica Ltda, 1994.
- PATTERSON, Marv: leading Product Innovation: Na Overview Innovation Resultants International. San Diego, California. Presented to the Certi Management Team. Florianopolis. 1999
- PAUL Poulallion, Termelétricas Artigo publicado em <http://www.gasnet.com.br/> 27/06/01 11:00hs

- PEARCE, David. Blueprint for a green economy., Earthscan Publications. London.1990.
- POSSAMAI, Osmar: Normas para Elaboração da Dissertação/Tese. Departamento Engenharia de Produção e Sistemas. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção . UFSC
- RUTHER, Ricardo: Instalações solares Fotovoltaicas Integradas a Edificações Urbanas e Interligadas à rede elétrica publica. In: MONTENEGRO, Alexandre de Albuquerque, ed.: Fontes não convencionais de energia. As tecnologias solar, eólica e de biomassa. Labsolar - Laboratório de Energia Solar/Núcleo de controle técnico de satélites/NCTS – UFSC.2000
- SANTOS, Simone Vicente de Azevedo P. : Artigo: Licenciamento Ambiental. Revista Meio Ambiente Industrial Ano V Edição 28 N.27 – Novembro/Dezembro de 2000 .
- SANTOS,Verônica Chaqui: Metodologia para a classificação e a determinação de custos ambientais. Dissertação de mestrado. PPGEP – UFSC. 1999.
- SCHMIDHEINY, Stephan. Mudando o Rumo:Uma Perspectiva Empresarial Global sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente. Rio de Janeiro:Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1992.
- SCHUCH, Gladis Bordin Um modelo para Estudos da Demanda de Energia Elétrica em Ambiente Competitivo – Tese de Doutorado - Pós-graduacao em Engenharia Elétrica– Florianópolis Abril de 2000
- SEVÁ FILHO & Vários autores: Renovação e Sustentação da Produção Energética. In: CAVALCANTI, Clóvis – organizador: Desenvolvimento e Natureza: Estudo para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez;Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 1995.
- SINGER, Eugenio & SEKIGUCHI, Celso: Valoração de danos e a contabilidade ambiental nas empresas. Revista Meio Ambiente Industrial. 2000.
- TOMASQUIM, Mauricio Tiomno: Economia do meio ambiente: Forças e fraquezas. In: CAVALCANTI, Clóvis – organizador: Desenvolvimento e Natureza: Estudo para

uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez;Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 1995.

TRIVINOS, Augusto Nivaldo Siva.: Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação . São Paulo:Atlas, 1987.

UEHARA, Sandro Toshio Artigo Poluição do Ar . Revista Meio Ambiente Industrial Ano V edição 28 n. 27 Novembro/Dezembro de 2000.

**ANEXO 1**

**RESOLUÇÃO N.001 CONAMA**



RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986

Publicado no D. O . U de 17 /2/86.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - IBAMA, no uso das atribuições que lhe confere o artigo 48 do Decreto nº 88.351, de 1º de junho de 1983, para efetivo exercício das responsabilidades que lhe são atribuídas pelo artigo 18 do mesmo decreto, e Considerando a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, RESOLVE:

Artigo 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.

Artigo 2º - Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA eIn caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como:

- I - Estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento;
- II - Ferrovias;
- III - Portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos;
- IV - Aeroportos, conforme definidos pelo inciso 1, artigo 48, do Decreto-Lei nº 32, de 18.11.66;
- V - Oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários;
- VI - Linhas de transmissão de energia elétrica, acima de 230KV;
- VII - Obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para fins hidrelétricos, acima de 10MW, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques;
- VIII - Extração de combustível fóssil (petróleo, xisto, carvão);
- IX - Extração de minério, inclusive os da classe II, definidas no Código de Mineração;
- X - Aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos;
- XI - Usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10MW;
- XII - Complexo e unidades industriais e agro-industriais (petroquímicos, siderúrgicos, cloroquímicos, destilarias de álcool, hulha, extração e cultivo de recursos hídricos);

XIII - Distritos industriais e zonas estritamente industriais - ZEI;

XIV - Exploração econômica de madeira ou de lenha, em áreas acima de 100 hectares ou menores, quando atingir áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental;

XV - Projetos urbanísticos, acima de 100ha. ou em áreas consideradas de relevante interesse ambiental a critério da SEMA e dos órgãos municipais e estaduais competentes;

XVI - Qualquer atividade que utilize carvão vegetal, em quantidade superior a dez toneladas por dia.

Artigo 3º - Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo RIMA, a serem submetidos à aprovação do IBAMA, o licenciamento de atividades que, por lei, seja de competência federal.

Artigo 4º - Os órgãos ambientais competentes e os órgãos setoriais do SISNAMA deverão compatibilizar os processos de licenciamento com as etapas de planejamento e implantação das atividades modificadoras do meio Ambiente, respeitados os critérios e diretrizes estabelecidos por esta Resolução e tendo por base a natureza o porte e as peculiaridades de cada atividade.

Artigo 5º - O estudo de impacto ambiental, além de atender à legislação, em especial os princípios e objetivos expressos na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, obedecerá às seguintes diretrizes gerais:

I - Contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização de projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto;

II - Identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade ;

III - Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza;

IV - Considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade.

Parágrafo Único - Ao determinar a execução do estudo de impacto ambiental o órgão estadual competente, ou o IBAMA ou, quando couber, o Município, fixará as diretrizes adicionais que, pelas peculiaridades do projeto e características ambientais da área, forem julgadas necessárias, inclusive os prazos para conclusão e análise dos estudos.

Artigo 6º - O estudo de impacto ambiental desenvolverá, no mínimo, as seguintes atividades técnicas:

I - Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:

a) o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;

b) o meio biológico e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;

c) o meio sócio-econômico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a sócio-econômica, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da

comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.

II - Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.

III - Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas.

IV - Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento (os impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados).

Parágrafo Único - Ao determinar a execução do estudo de impacto Ambiental o órgão estadual competente; ou o IBAMA ou quando couber, o Município fornecerá as instruções adicionais que se fizerem necessárias, pelas peculiaridades do projeto e características ambientais da área.

Artigo 7º - O estudo de impacto ambiental será realizado por equipe multidisciplinar habilitada, não dependente direta ou indiretamente do proponente do projeto e que será responsável tecnicamente pelos resultados apresentados.

Artigo 8º - Correrão por conta do proponente do projeto todas as despesas e custos referentes à realização do estudo de impacto ambiental, tais como: coleta e aquisição dos dados e informações, trabalhos e inspeções de campo, análises de laboratório, estudos técnicos e científicos e acompanhamento e monitoramento dos impactos, elaboração do RIMA e fornecimento de pelo menos 5 (cinco) cópias,

Artigo 9º - O relatório de impacto ambiental - RIMA refletirá as conclusões do estudo de impacto ambiental e conterá, no mínimo:

I - Os objetivos e justificativas do projeto, sua relação e compatibilidade com as políticas setoriais, planos e programas governamentais;

II - A descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locacionais, especificando para cada um deles, nas fases de construção e operação a área de influência, as matérias primas, e mão-de-obra, as fontes de energia, os processos e técnica operacionais, os prováveis efluentes, emissões, resíduos de energia, os empregos diretos e indiretos a serem gerados;

III - A síntese dos resultados dos estudos de diagnósticos ambiental da área de influência do projeto;

IV - A descrição dos prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade, considerando o projeto, suas alternativas, os horizontes de tempo de incidência dos impactos e indicando os métodos, técnicas e critérios adotados para sua identificação, quantificação e interpretação;

V - A caracterização da qualidade ambiental futura da área de influência, comparando as diferentes situações da adoção do projeto e suas alternativas, bem como com a hipótese de sua não realização;

VI - A descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras previstas em relação aos impactos negativos, mencionando aqueles que não puderam ser evitados, e o grau de alteração esperado;

VII - O programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos;

VIII - Recomendação quanto à alternativa mais favorável (conclusões e comentários de ordem geral).

Parágrafo único - O RIMA deve ser apresentado de forma objetiva e adequada a sua compreensão. As informações devem ser traduzidas em linguagem acessível, ilustradas por mapas, cartas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual, de modo que se possam entender as vantagens e desvantagens do projeto, bem como todas as conseqüências ambientais de sua implementação.

Artigo 10 - O órgão estadual competente, ou o IBAMA ou, quando couber, o Município terá um prazo para se manifestar de forma conclusiva sobre o RIMA apresentado.

Parágrafo único - O prazo a que se refere o caput deste artigo terá o seu termo inicial na data do recebimento pelo estadual competente ou pela SEMA do estudo do impacto ambiental e seu respectivo RIMA.

Artigo 11 - Respeitado o sigilo industrial, assim solicitando e demonstrando pelo interessado o RIMA será acessível ao público. Suas cópias permanecerão à disposição dos interessados, nos centros de documentação ou bibliotecas da SEMA e do estadual de controle ambiental correspondente, inclusive o período de análise técnica,

§ 1º - Os órgãos públicos que manifestarem interesse, ou tiverem relação direta com o projeto, receberão cópia do RIMA, para conhecimento e manifestação,

§ 2º - Ao determinar a execução do estudo de impacto ambiental e apresentação do RIMA, o estadual competente ou o IBAMA ou, quando couber o Município, determinará o prazo para recebimento dos comentários a serem feitos pelos órgãos públicos e demais interessados e, sempre que julgar necessário, promoverá a realização de audiência pública para informação sobre o projeto e seus impactos ambientais e discussão do RIMA,

Artigo 12 - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Flávio Peixoto da Silveira

(Alterada pela Resolução nº 011/86)

(Vide item I - 3º da Resolução 005/87)

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001-A, de 23 de janeiro de 1986)

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições que lhe confere o inciso II do artigo 7º do Decreto nº 88.351, de 1º de junho de 1983, alterado pelo Decreto nº 91.305, de 3 de junho de 1985, e o artigo 48 do mesmo diploma legal, e considerando o crescente número de cargas perigosas que circulam próximas a áreas densamente povoadas, de proteção de mananciais, reservatórios de água e de proteção do ambiente natural, bem como a necessidade de se obterem níveis adequados de segurança no seu transporte, para evitar a degradação ambiental e prejuízos à saúde, RESOLVE:

Art. 1º - Quando considerado conveniente pelos Estados, o transporte de produtos perigosos, em seus territórios, deverá ser efetuado mediante medidas essenciais complementares às estabelecidas pelo Decreto nº 88.821, de 6 de outubro de 1983.

Art. 2º - Os órgãos estaduais de meio ambiente deverão ser comunicados pelo transportador de produtos perigosos, com a antecedência mínima de setenta e duas horas de sua efetivação, a fim de que sejam adotadas as providências cabíveis.

Art. 3º - Na hipótese de que trata o artigo 1º, o CONAMA recomendo aos órgãos estaduais de meio ambiente que definam em conjunto com os órgãos de trânsito, os cuidados especiais a serem adotados.

Art. 4º - A presente Resolução, entra em vigor na data de sua publicação.

Deni Lineu Schwartz

**ANEXO 2**

**IMPACTOS AMBIENTAIS DA PRODUÇÃO DE  
ELETRICIDADE  
COMASE**

