

Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial

**MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL (AIA)
EM PROJETOS DE GRANDE PORTE:
ESTUDO DE CASO DE UMA USINA TERMELÉTRICA**

Hugo Roger Stamm

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientadora: Profa. Sandra Sulamita Nahas Baasch, Dra.

Florianópolis, SC
Fevereiro, 2003

Hugo Roger Stamm

**MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL (AIA)
EM PROJETOS DE GRANDE PORTE:
ESTUDO DE CASO DE UMA USINA TERMELÉTRICA**

Esta Tese foi julgada e aprovada para a obtenção do título de
Doutor em Engenharia de Produção
no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 04 de Fevereiro de 2003

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Sandra Sulamita Nahas
Baasch, Dra. – Orientadora

Prof. Paulo Maurício Selig, Dr.

Profa. Christianne Coelho de Souza
Reinisch Coelho, Dra.

Prof. Alexandre Lerípio, Dr.

Prof. Therezinha Maria Novais de
Oliveira, Dra.
Membro Externo

Lucila Maria de Souza Campos,
Dra.
Membro Externo

“No novo mundo tripolar, o paradigma é o da integração de economia, ambiente e sociedade, conduzida e praticada em conjunto por três grupos básicos: empresariado, governo e sociedade civil organizada”.

Fernando Almeida

Agradecimentos

À minha esposa Ana pelo companheirismo, amor e incentivo nos diversos momentos.

Aos meus filhos, Bruno e Julia, pela sua presença na minha vida.

Aos meus pais, Acyr e Theodora, pelo carinho, pela educação e pelo caráter que ajudaram na minha formação.

A Sandra Sulamita, paciente orientadora e amiga que em nenhum momento pressionou ou exigiu qualquer coisa, sempre me atendendo, apoiando e dando inteira liberdade aos meus devaneios.

A Christianne Coelho que decidiu por mim e pelo Carlos que nós deveríamos fazer o Doutorado.

A Tractebel Energia, através do seu Diretor de Comercialização e Negócios, Miroel Makiolke Wolowski e, do Gil Maranhão, pela compreensão e apoio em liberar um empreendimento da empresa para o estudo de caso.

Ao Magri, Alex e Aldo da AMA (Tractebel Energia) pela bibliografia oferecida, pelo esclarecimento das dúvidas relativas a área e a vital participação quando da mensuração das matrizes de Leopold. Sem esta participação a tese não teria sido viável.

Ao Carlos Gothe pela sua compreensão durante o período do curso e do desenvolvimento da tese.

À Universidade Federal de Santa Catarina que me recebeu e deu-me a oportunidade de realizar este curso.

Aos professores da Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC, pela motivação e pela competência em repassar os seus conhecimentos e ao mesmo tempo aprender com os alunos.

Aos alunos que durante os trabalhos em classe repassaram suas experiências e seus conhecimentos aos outros colegas.

Ao pessoal da secretaria sempre disposto a ajudar e informar os aspectos burocráticos e práticos das matrículas, documentos, horários, etc.

Agradeço, enfim, a todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xi
SIGLAS	xiv
RESUMO	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPÍTULO 1	
INTRODUÇÃO	01
1.1. Considerações iniciais	01
1.2. Desenvolvimento energético	03
1.3. Proposta do trabalho	09
1.3.1. Objetivo geral	09
1.3.2. Objetivos específicos	09
1.4. Justificativa	10
1.5. Não trivialidade	11
1.6. Originalidade	12
1.7. Procedimentos metodológicos do estudo	12
1.8. Desenvolvimento da pesquisa	14
1.9. Organização do estudo	15
CAPÍTULO 2	
MEIO AMBIENTE E ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)	17
2.1. Considerações iniciais	17
2.2. Nosso futuro comum	17
2.3. Desenvolvimento sustentável	18
2.4. Agenda 21	19
2.5. Meio ambiente e desenvolvimento	20
2.6. A energia e o desenvolvimento sustentável	21
2.7. Histórico da Avaliação de Impacto Ambiental	22
2.8. O Processo de Avaliação de Impacto Ambiental e a Avaliação de Impacto Ambiental	23
2.9. Principais fases para a elaboração do Estudo de Impacto	

Ambiental (EIA)	24
2.9.1. Seleção	28
2.9.2. Escopo (ou Termo de Referência)	29
2.9.3. Diagnóstico	30
2.9.4. Avaliação do Impacto Ambiental	30
2.9.5. Prognóstico	31
2.9.6. Planejamento ambiental	32
2.9.7. Diretrizes gerais para a implantação do empreendimento	33
2.9.8. Relatório do Estudo de Impacto Ambiental	33
2.9.9. Revisão	34
2.9.10. Tomada de decisão	35
2.9.11. Envolvimento público	36
2.10. A Avaliação de Impacto Ambiental nos países desenvolvidos	37
2.11. A Avaliação de Impacto Ambiental no Brasil	38
2.12. Conclusão	39
CAPÍTULO 3	
MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL	40
3.1. Considerações iniciais	40
3.2. Métodos de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)	40
3.2.1. Método <i>ad hoc</i>	43
3.2.2. Listas de controle (<i>checklist</i>)	44
3.2.2.1. <i>Listas de controle simples</i>	44
3.2.2.2. <i>Listas de controle descritivas</i>	45
3.2.2.3. <i>Listas de controle escalar</i>	46
3.2.2.4. <i>Questionários</i>	46
3.2.2.5. <i>Lista de utilidade de atributos</i>	47
3.2.3. Matrizes	48
3.2.4. Superposição de mapas	49
3.2.5. Redes de Interação	50
3.2.6. Diagramas de sistemas	51
3.2.7. Modelos de simulação	52
3.2.8. Sistemas especialistas em computador	53

3.3. Conclusão	53
CAPÍTULO 4	
MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL EM PROJETOS DE GRANDE PORTE	56
4.1. Considerações Iniciais	56
4.2. Equipe para elaboração das matrizes	57
4.3. Método proposto para Avaliação do Impacto Ambiental (AIA)	58
4.4. Escopo (Termo de Referência)	66
4.5. Caracterização ambiental das áreas de estudo	68
4.6. Análise das localizações propostas	70
4.7. Diagnóstico ambiental	77
4.8. Avaliação do cenário resultante	79
4.9. Prognóstico ambiental	80
4.10. Apresentação dos resultados	81
4.11. Conclusão	82
CAPÍTULO 5	
A USINA TERMELÉTRICA E O MEIO AMBIENTE	84
5.1. Considerações iniciais	84
5.2. Processo de geração de energia elétrica	86
5.2.1. Sistema de combustível	88
5.2.2. Sistema de queima	88
5.2.3. Caldeira (gerador de vapor)	88
5.2.4. Sistema de cinza	89
5.2.5. Sistema de dessulfurização dos gases	89
5.2.6. Sistema de água e vapor	90
5.2.7. Turbina a vapor	91
5.2.8. Ciclo térmico	91
5.2.9. Alternador	92
5.2.10. Sistemas auxiliares	92
5.3. Legislação ambiental	93
5.3.1. Licenciamento ambiental	94
5.3.2. Efluentes Líquidos	97

5.3.3.	Emissões aéreas	97
5.3.4.	Resíduos sólidos	99
5.3.5.	Poluição sonora	99
5.4.	Impacto ambiental de usinas termelétricas a carvão	100
5.4.1.	Formação dos poluentes e mecanismos de combustão	100
5.4.2.	Efluentes líquidos	102
5.4.2.1.	<i>Impactos ambientais</i>	103
5.4.2.2.	<i>Medidas mitigadoras</i>	103
5.4.3.	Emissões aéreas	104
5.4.3.1.	<i>Impactos ambientais</i>	105
5.4.3.2.	<i>Medidas mitigadoras</i>	105
5.4.4.	Resíduos sólidos	107
5.4.4.1.	<i>Impactos ambientais</i>	108
5.4.4.2.	<i>Medidas mitigadoras</i>	109
5.4.5.	Impactos sociais	110
5.5.	Monitoramento ambiental	112
5.5.1.	Emissões aéreas	113
5.5.2.	Efluentes líquidos	114
5.5.3.	Resíduos sólidos	115
5.6.	Conclusão	115
CAPÍTULO 6		
USINA TERMELÉTRICA JACUÍ		117
6.1.	Considerações Iniciais	117
6.2.	Histórico do projeto	117
6.3.	Informações gerais sobre o empreendimento	118
6.4.	EIA/RIMA da Usina Termelétrica Jacuí	120
6.4.1.	Sondagem seletiva de opinião	120
6.4.2.	Áreas de influência	121
6.4.3.	Diagnóstico ambiental	121
6.4.4.	Avaliação dos impactos	122
6.4.4.1.	<i>Descrição dos impactos decorrentes do Empreendimento</i>	122

6.4.4.2. <i>Matriz de avaliação quali-quantitativa</i>	124
6.4.4.3. <i>Redes de interação</i>	126
6.4.4.4. <i>Síntese dos impactos</i>	126
6.4.5. Prognóstico ambiental	127
6.4.6. Programas e projetos mitigadores, compensatórios e de monitoramento	128
6.5. Licenciamento ambiental	129
6.6. Condições e restrições da licença ambiental de instalação da UTE Jacuí	131
6.7. Conclusão	137
CAPÍTULO 7	
ESTUDO DE CASO: IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO PROPOSTO PARA A USINA TERMELÉTRICA JACUÍ	139
7.1. Considerações iniciais	139
7.2. Forma de implementação do modelo	140
7.3. Elaboração das matrizes	142
7.4. Comparação entre os cenários	143
7.4.1. Cenário atual	143
7.4.2. Cenário natural	144
7.4.3. Cenário futuro irreal	146
7.4.4. Cenário alvo	153
7.4.5. Comparação entre cenários natural e futuro irreal	155
7.4.6. Comparação entre cenários futuro irreal e alvo	158
7.4.7. Comparação entre cenários natural e alvo	160
7.4.8. Conclusão da análise dos cenários	161
7.5. Análise qualitativa dos resultados	162
7.5.1. Diagnóstico	163
7.5.2. Não efetivação do empreendimento	163
7.5.3. Prognóstico	164
7.6. Diferenças entre o processo tradicional de AIA e o modelo Proposto	166
7.7. Conclusão	167

CAPÍTULO 8	
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	169
8.1. Comentários	169
8.2. Conclusões do trabalho	169
8.2.1. Com relação aos objetivos do trabalho	169
8.2.2. Conclusões gerais do modelo	171
8.3. Contribuições desta Tese	171
8.4. Limitações do modelo	172
8.5. Tempo para desenvolvimento do modelo	173
8.6. Recomendações para futuros trabalhos	173
8.7. Considerações finais	174
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	176
BIBLIOGRAFIA	183
SITES PESQUISADOS	188
ANEXOS	190
ANEXO 1 Exemplos dos diversos métodos para Avaliação de Impacto Ambiental	191
ANEXO 2 Relação das ações propostas e fatores ambientais conforme proposta original de Leopold	203
APÊNDICES	212
APÊNDICE 1 Relação das ações propostas e fatores ambientais – Modelo de Leopold x Modelo proposto (usina termelétrica)	213
APÊNDICE 2 Meio físico – Matrizes cruzamento	218
APÊNDICE 3 Meio biótico – Matrizes cruzamento	227
APÊNDICE 4 Meio sócio-econômico – Matrizes cruzamento	236
APÊNDICE 5 Tabelas com o somatório das médias e dos totais dos fatores ambientais para cada cenário	257
APÊNDICE 6 Tabelas com as matrizes resumo para cada cenário	262

LISTA DE FIGURAS

- Figura 2.1. Fluxograma do Processo da Avaliação de Impacto Ambiental para projetos de grande porte 25
- Figura 2.2. Principais fases do desenvolvimento do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) 27
- Figura 2.3. Entradas para o processo de tomada de decisão 36
- Figura 4.1. Método Geral 60
- Figura 4.2. Fluxograma para localização do projeto 63
- Figura 4.3. Fluxograma para construção de cenários 65
- Figura 5.1. Esquema de funcionamento da UTE Jacui 85
- Figura 5.2. Processo de geração de energia elétrica - usina termelétrica a carvão – Insumos/ Resíduos/Produto 87
- Figura 6.1. Mapa do estado do Rio Grande do Sul, com a localização da usina 119
- Figura 6.2. UTE Jacui – Matriz quanti-qualitativa – Área de influência (direta ou indireta)/ Fase 125
- Figura A.1. Isoconcentração para média anual do poluente óxido de nitrogênio, resultante das emissões da UTE Resende 198
- Figura A.2. Estrutura dinâmica dos principais componentes da UTE Jacui 200

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.1 Distribuição da geração de energia elétrica no Brasil por tipo de usina 6
- Tabela 4.1 Lista das matrizes para cada localização 72
- Tabela 4.2 Tabela de valoração dos indicadores ambientais 73
- Tabela 4.3 Exemplo de matriz cruzamento 74
- Tabela 4.4 Matriz de Leopold elaborada em 1971 para o “United States Geological Survey” 76

• Tabela 4.5	Exemplo da tabela somatório das médias e dos totais dos fatores ambientais (parte)	78
• Tabela 4.6	Tabela dos fatores de viabilidade do projeto	81
• Tabela 5.1	Licenciamento ambiental – Fases e documentos	96
• Tabela 7.1	Resumo geral da análise dos resultados – Cenário Atual	145
• Tabela 7.2	Resumo geral da análise dos resultados – Cenário Natural	147
• Tabela 7.3	Resumo geral da análise dos resultados – Cenário Futuro Irreal	150
• Tabela 7.4	Resumo geral da análise dos resultados – Cenário Alvo.	156
• Tabelas 1 a 3	Apêndice 2 – Matrizes cruzamento – Meio físico – Cenário atual	219
• Tabelas 4 a 6	Apêndice 2 – Matrizes cruzamento – Meio físico – Cenário natural	221
• Tabelas 7 a 9	Apêndice 2 – Matrizes cruzamento – Meio físico – Cenário futuro irreal	223
• Tabelas 10 a 12	Apêndice 2 – Matrizes cruzamento – Meio físico – Cenário alvo	225
• Tabelas 13 a 15	Apêndice 3 – Matrizes cruzamento – Meio biótico – Cenário atual	228
• Tabelas 16 a 18	Apêndice 3 - Matrizes cruzamento – Meio biótico – Cenário natural	230
• Tabelas 19 a 21	Apêndice 3 - Matrizes cruzamento – Meio biótico – Cenário futuro irreal	232
• Tabelas 22 a 24	Apêndice 3 - Matrizes cruzamento – Meio biótico – Cenário alvo	234
• Tabelas 25 a 33	Apêndice 4 - Matrizes cruzamento – Meio socioeconômico – Cenário atual	237
• Tabelas 34 a 42	Apêndice 4 - Matrizes cruzamento – Meio socioeconômico – Cenário natural	242

• Tabelas 43 a 51	Apêndice 4 - Matrizes cruzamento – Meio socioeconômico – Cenário futuro irreal	247
• Tabelas 52 a 60	Apêndice 4 - Matrizes cruzamento – Meio socioeconômico – Cenário alvo	252
• Tabela 61	Apêndice 5 - Somatório dos fatores ambientais (médias e totais) – Cenário atual	258
• Tabela 62	Apêndice 5 - Somatório dos fatores ambientais (médias e totais) – Cenário natural	259
• Tabela 63	Apêndice 5 - Somatório dos fatores ambientais (médias e totais) – Cenário futuro irreal	260
• Tabela 64	Apêndice 5 - Somatório dos fatores ambientais (médias e totais) – Cenário alvo	261
• Tabela 65	Apêndice 6 - Matriz resumo – Cenário atual	263
• Tabela 66	Apêndice 6 - Matriz resumo – Cenário natural	264
• Tabela 67	Apêndice 6 - Matriz resumo – Cenário futuro irreal	265
• Tabela 68	Apêndice 6 - Matriz resumo – Cenário alvo	266

SIGLAS

AAE	Avaliação Ambiental Estratégica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
Al	Alumínio
ANEEL	Agência nacional de Energia Elétrica
ANZECC	“Australian and New Zealand Environment and Conservation Council”
ASCAPAN	Associação Canoense de Proteção ao Ambiente Natural
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
Ca	Cálcio
Cd	Cádmio
CEEE	Companhia Estadual de Energia Elétrica
CEMIG	Centrais Energéticas de Minas Gerais
Cl	Cloro
Co	Cobalto
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
CPRH	Cia. Pernambucana do Meio Ambiente
Cu	Cobre
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DEFAP	Departamento de Florestas Protegidas
DMA	Departamento de Meio Ambiente
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EARP	“Environmental Assessment Review Process”
EAR	“Environmental Assessment Report”
ECA	“Export Credit Agency”
EES	“Environment Effects Statement”

EIA	“Environmental Impact Assessment”
EIS	“Environmental Impact Assessment”
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EPA	“Environmental Protection Agency”
EPC	“Engineering, Procurement and Construction”
EPIP	“Environment Protection Impact Proposals”
EUA	Estados Unidos da América
F	Flúor
Fe	Ferro
FEEMA	Fundação estadual de Engenharia do Meio Ambiente
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental
GIS	“Geographic Information System”
HPA	Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos
IAIA	International Association for Impact Assessment
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente
IIE	“Institute of International Education”
IOCU	“International Organization of Consumers”
IQA	Índice de Qualidade Ambiental
K	Potássio
LI	Licença de Instalação
LP	Licença Prévia
LO	Licença de Operação
MAIA	Manual de Avaliação de Impacto Ambiental
Mg	Magnésio
Mn	Manganês
MP	Material Particulado
MW	Mega Watt
Na	Sódio
NBR	Norma Brasileira
NEPA	“National Environment Policy Act”
Ni	Níquel
NOI	“Notice of Intention”

NO ₂	Dióxido de Nitrogênio
NO _x	Óxidos de Nitrogênio
O ₂	Oxigênio
O ₃	Ozônio
OECD	Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PBA	Projeto Básico Ambiental
PER	“Public Environment Report”
Pb	Chumbo
pH	Potencial Hidrogeniônico
PM10	Particulados de grande volume
PPA	“Power Purchase Agreement”
PRONAR	Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SCR	Redução Catalítica Seletiva
SEA	Strategic Environmental Assessment”
SNR	Redução não Catalítica Seletiva
SO ₂	Dióxido de Enxofre
SO _x	Óxidos de Enxofre
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNUC	Sistema de Unidades de Conservação
SSMA/RS	Secretaria de Estado e do Meio Ambiente/ Rio Grande do Sul
UNCED	“United Nations Conference on Environment and Development”
UNEP	“United Nations Environment Programme”
USGS	“United States Geological Survey”
UTE	Usina termelétrica
Zn	Zinco

RESUMO

Tendo em vista o advento do desenvolvimento sustentável, é necessário que o crescimento industrial considere o meio ambiente como uma variável suporte para a manutenção das gerações futuras. Uma das ferramentas que visam assegurar o desenvolvimento sustentável é a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA).

O objetivo deste trabalho é o de propor um método de AIA para projetos de grande porte. Neste trabalho representado por uma usina termelétrica a carvão. O método proposto utiliza a técnica de cenários em conjunto com a teoria das matrizes de Leopold. A técnica de cenários permite simular vários locais para estabelecimento do projeto e suas diversas fases de implantação. A teoria das matrizes de Leopold relaciona as ações propostas para a efetivação do projeto com os fatores ambientais impactados por cada uma delas. Considera os impactos ambientais nos meios: físico, biótico e antrópico. Quantifica todos estes impactos e finalmente hierarquiza-os. Os impactos ambientais decorrentes do empreendimento são apresentados em tabelas conforme seus diferentes cenários.

O resultado obtido dá uma visão geral dos meios mais impactados e das ações mais impactantes, permitindo ao empreendedor avaliar a inclusão de sistemas ou equipamentos de controle da poluição no seu projeto ou priorizar atividades de mitigação, controle e monitoramento ambiental. Ajuda o órgão licenciador e fiscalizador no sentido de apresentar quais os meios mais impactados, as ações propostas mais impactantes e os fatores ambientais mais críticos durante a implementação e operação de um dado empreendimento.

ABSTRACT

To address the sustainable development, industrial growth should be based on the environment preservation as its main issue considering the future generations life in the Earth. One of the main tools used by human society to assure the sustainable development is the Environmental Impact Assessment (EIA).

The objective of the present work is to propose a method for Environmental Impact Assessment of large industrial projects, in this case a coal power plant. The proposed method takes into account several scenarios simultaneously analysed through the Leopold Matrix Theory.

The method using different scenarios allows the simulation of several places to locate the project, considering their specific characteristics and respective construction phases.

The theory of Leopold Matrix links the actions proposed to build the project with the environmental factors affected by each one of them. It considers the environmental impacts in the following areas: physical, biotic and socioeconomic.

The method quantifies and classifies these impacts. The resulting environmental impacts of the project implementation are presented in tables according to their different scenarios.

The results show a broad vision of the more affected areas and the activities which cause the highest impacts, allowing the investor to evaluate and determine which protection systems or equipments are more suitable to control the pollution resulting from the industrial operation of the project, as well as to prioritize mitigation activities, control methods and environmental monitoring.

The results also help the Environmental Agencies to verify which areas influenced by the project are more affected, which industrial operations have highest impacts on the environment or which environmental issues are more critical during the implementation and operation of a certain project.

Capítulo 1

Introdução

1.1. Considerações iniciais

O sistema capitalista é uma ferramenta poderosa. As leis da economia estão de tal forma difundidas que se tornaram quase naturais. Este sistema valoriza os itens de grande importância entre compradores e vendedores, mas ignora alguns itens, como a destruição ambiental, que é parcimoniosamente excluída dos seus tratados. A recuperação deste meio ambiente é imputada aos governos e conseqüentemente à própria sociedade.

Conforme Carneiro (1998, p.1):

“se os nossos bens econômicos são produzidos a partir de recursos naturais – cuja oferta parece ser ilimitada e, por conseqüência, não precisam ser depreciados, cujos processos de produção não geram subprodutos indesejáveis e cujos produtos depois de consumidos desaparecem sem deixar vestígios –, então estamos numa verdadeira era de ficção”.

O conceito de limite dos recursos naturais está sendo constantemente evidenciado e a variável meio ambiente que, inicialmente apresentava-se como coadjuvante, está sendo mais valorizada, assumindo a sua devida importância.

A conscientização deste processo não veio por meio de campanhas publicitárias, mas através de avisos que a própria natureza forneceu. Como exemplos podemos citar alguns efeitos ambientais e desastres ecológicos que serviram para acelerar a criação deste movimento de preservação e respeito

ao meio ambiente. O mundo passou a conviver com problemas até então nunca imaginados e hoje ainda é difícil prever seguramente seus desdobramentos como: efeito estufa, perda da biodiversidade, diminuição da camada de ozônio, aumento dos níveis de poluição a níveis alarmantes, escassez de água potável, desmatamento desenfreado, entre outros. Ainda neste item podem ser incluídos alguns dos desastres ocorridos como, por exemplo: o derramamento de mercúrio na baía de Minamata no Japão, o vazamento de dioxina em Seveso na Itália, o vazamento do gás metil isocianeto em Bhopal na Índia, o vazamento nuclear da usina de Chernobyl na Ucrânia, o vazamento de petróleo do navio Exxon Valdez no Alasca, entre outros (ELECTO E. S. LORA, 2000, p.37).

Antes da década de 1970, os empreendedores preocupavam-se com a viabilidade técnico-econômica dos seus projetos. O objetivo fundamental era o de produzir mais ao menor preço. O meio ambiente era considerado inesgotável, tanto no que se referia ao fornecimento das matérias-primas como ao seu potencial de absorver os resíduos produtivos e até o resíduo do próprio produto após o seu consumo ou o término da sua vida útil.

Com o aumento da conscientização ambiental, a partir da “Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente” realizada em 1972, em Estocolmo, e dos desastres ambientais acima descritos, passou-se a incluir um cuidado maior com a variável ambiental durante o desenvolvimento dos projetos.

O advento da legislação ambiental brasileira, na década de 1980, em nível nacional, estadual e, inclusive, através de legislação própria de órgãos financiadores estrangeiros (Banco Mundial, BID, Eximbank, etc.), obrigou e definiu limites que deveriam ser obedecidos para a viabilização e a futura operação dos projetos.

Atualmente, em muitos casos, as questões ambientais têm interferido no sucesso dos negócios de longo prazo. As exigências impostas pelas sociedades mais ricas, cada vez mais restritivas, refletem estas tendências.

Os investimentos relacionados com o controle da poluição e com a recuperação das áreas degradadas podem pôr em risco a viabilidade de alguns negócios.

A sociedade está constantemente evoluindo e buscando melhorias na sua qualidade de vida, o que acarreta num aumento da demanda de energia. Esta crescente demanda de energia pode ter como consequência efeitos negativos na preservação dos recursos naturais, principalmente para as futuras gerações.

A necessidade da melhoria da qualidade de vida, principalmente nos países em desenvolvimento, está associada com o consumo crescente de energia, especialmente de combustíveis fósseis que, além de não serem renováveis, provocam emissões indesejáveis para a natureza.

Com o aumento da geração de energia e a melhoria da qualidade de vida as autoridades, técnicos e pessoas envolvidas depararam-se com uma série de interesses conflitantes. Harmonizar estes interesses é um desafio que deverá ser viabilizado para a obtenção da sustentabilidade ambiental.

Uma das ferramentas que poderá garantir a manutenção e a melhoria nas qualidades ambientais, desde que criteriosamente implementada, será a aplicação obrigatória e criteriosa da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) para futuros projetos.

1.2. Desenvolvimento energético

Um dos aspectos mais importantes que ajudam o desenvolvimento de um país é a sua disponibilidade de gerar energia (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1997, p.9.3). Não existe desenvolvimento sem energia (ANEEL, 2002, p.109). Uma das formas de energia mais importante é a energia elétrica, que pode ser produzida de diversas maneiras. As mais conhecidas são através de usinas hidrelétricas e termelétricas. Atualmente estão sendo desenvolvidas outras formas de geração de energia, com menor impacto ambiental, mas ainda em pequena escala e a custos elevados. Como exemplo das novas tecnologias pode ser considerado: a energia eólica, a energia solar entre outras.

Enquanto desenvolvem-se novas tecnologias, as formas mais tradicionais de geração de energia também estão progredindo. No curto prazo, é mais fácil aprimorar ou melhorar a eficiência de uma forma de geração de energia antiga,

visando atender parâmetros ambientais mais restritivos, do que desenvolver em escala industrial e a preços competitivos uma nova forma para suprir o mercado.

Há algumas décadas, a forma de energia mais utilizada era a energia gerada pelas usinas hidrelétricas. Com o crescimento das cidades, os aproveitamentos mais próximos dos grandes centros foram todos explorados. Passou-se então a construir usinas mais distantes dos grandes centros. Com o passar do tempo os aproveitamentos hidrelétricos economicamente viáveis foram sendo explorados, principalmente nos países industrializados e consumidores intensivos de energia elétrica. Alguns países ainda têm um potencial hidrelétrico a ser explorado como é o caso do Brasil (em algumas regiões), do Canadá, da Rússia, alguns países satélites da antiga União Soviética e a China.

A energia elétrica gerada a partir de usinas termelétricas tinha um papel secundário até então. Com o esgotamento do potencial hidrelétrico dos países mais desenvolvidos, as usinas termelétricas passaram a ter uma maior participação na matriz energética destes países.

Atualmente a forma de energia mais utilizada e em expansão no mundo é a energia gerada através de usinas termelétricas, ou seja, de fontes não renováveis (BRUNDTLAND, 1991, p.186). As usinas termelétricas têm algumas vantagens e desvantagens comparativamente às usinas hidrelétricas. Como vantagens podemos citar: não ocupam uma grande área com reservatório de água; podem ser localizadas próximo aos centros de carga, diminuindo o custo do sistema de transmissão; operam sob quaisquer condições climáticas, entre outras. E como desvantagens: em geral utilizam combustível não renovável; os resíduos produzidos são mais problemáticos; não podem responder às oscilações do sistema elétrico de forma rápida, entre outras (ELETROSUL, 1994, p.1-9).

As termelétricas podem ser divididas em função do combustível utilizado, a saber: usinas a carvão, a gás, a óleo pesado ou *diesel* e nucleares.

As usinas nucleares sofreram uma desaceleração no ritmo da sua expansão devido principalmente aos acidentes ocorridos em Three Mile Island,

nos Estados Unidos, e Chernobil, na antiga União Soviética (Ucrânia). Depõem ainda contra este tipo de usina de geração de energia elétrica, o problema da radiação, ainda não totalmente controlado, o descomissionamento da usina após o término da sua vida útil, o destino dos resíduos radioativos e principalmente a força da opinião pública mais esclarecida nos países desenvolvidos, totalmente contrária à construção deste tipo de usina.

Alguns países com grandes reservas de petróleo utilizam este combustível para gerar energia. A energia gerada a partir deste combustível fóssil além de ser mais dispendiosa que as outras formas, consome um grande volume de combustíveis nobres que poderiam ter melhor utilização.

Tendo em vista este cenário e a disponibilidade de uma quantidade significativa de recursos energéticos, a forma de geração de energia elétrica, via usinas termelétricas, mais utilizada atualmente é através de usinas a carvão mineral e gás natural.

Para tornar estas formas de geração de energia mais condizentes com a situação do mercado atual, os fabricantes têm dado significativos saltos qualitativos no desenvolvimento de tecnologias que aumentem a eficiência das usinas, numa escala compatível com o tamanho dos atuais sistemas elétricos, na diminuição do custo da sua geração e principalmente na diminuição do impacto ambiental causado por elas.

A geração de energia elétrica no Brasil é baseada em usinas hidrelétricas. Por ser um país de dimensões continentais e ter o privilégio de ter a maior bacia hidrográfica do mundo (ENERGIA BRASIL, 2002, p.1), o Brasil ainda tem um potencial hidrelétrico economicamente viável a ser desenvolvido. Grande parte destes recursos energéticos se localiza em regiões pouco desenvolvidas, distantes dos centros consumidores e com fortes restrições ambientais (ANEEL, 2002, p.13).

O sistema elétrico brasileiro possui atualmente 1.216 empreendimentos em operação, gerando 89.797MW de potência. Esta potência está distribuída da seguinte forma, entre os diversos tipos de usinas de geração de energia:

Tabela 1.1. Distribuição da geração de energia elétrica no Brasil por tipo de usina.

Empreendimentos em operação			
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (MW)	Percentual (%)
Hidrelétrica	284	68.779	77,98
Eólica	9	22	0,03
Pequena hidrelétrica	208	907	1,09
Termelétrica	713	18.082	18,46
Nuclear	2	2.007	2,44
Total	1216	89.797	100,00

(Fonte: ANEEL, 2003, p.1)

No sistema elétrico brasileiro existem regiões que são melhores atendidas do que outras. Na região Norte a energia é gerada principalmente por usinas a óleo. Devido às grandes distâncias entre os centros consumidores, ao reduzido tamanho do seu mercado e à falta de opções de geração de energia a preços competitivos, a região Norte torna-se deficiente de energia elétrica. Na região Nordeste a energia é gerada principalmente através de hidrelétricas. O seu parque industrial não é representativo e o seu potencial de geração futura será, em princípio, através de pequenas centrais hidrelétricas ou através de usinas térmicas. Na região Sudeste, a mais industrializada do país, o potencial hidrelétrico encontra-se praticamente esgotado. Está em início de operação a usina termonuclear Angra II e em início de construção a usina termonuclear de Angra III. Com o término do gasoduto Brasil–Bolívia estão em desenvolvimento vários projetos de termelétricas a gás natural, visando suprir energia para esta região no futuro. Na região Sul, também uma região industrializada, está em desenvolvimento uma série de projetos de usinas hidrelétricas e termelétricas (a carvão e a gás). Deve ser enfatizado que é nesta região onde se encontra a totalidade das reservas de carvão do país.

Na década de 1990, devido à política implantada pelos órgãos de financiamento internacional e ao redirecionamento da função do estado, as

linhas de crédito utilizadas antigamente pelos países em desenvolvimento para a construção destes empreendimentos via estatal tornaram-se mais restritas.

Com o término da inflação e o retorno do crescimento econômico no Brasil, houve um aumento do consumo de energia elétrica. Este aumento de consumo não veio acompanhado do respectivo aumento da geração de energia e também coincidiu com o redirecionamento da função do estado. Para fazer frente ao desenvolvimento que se prenuncia, o governo brasileiro, impossibilitado de investir na ampliação da geração de energia elétrica, optou por desregular o setor. Contratou, através de concorrência internacional, uma firma de consultoria estrangeira para reestruturar o setor de energia elétrica.

Segundo Energia Brasil (2002, p.1), a reestruturação do setor de energia elétrica tornou-se inadiável e foi realizada com os seguintes objetivos: diminuir o risco de déficit, aumentar a competição, garantir a eficiência do sistema, incentivar novos investimentos (privados), assegurar a melhoria da qualidade dos serviços e implementar a diversificação da matriz geradora de energia.

Este estudo mostrou que o Brasil deveria passar as funções de geração e distribuição de energia elétrica para a iniciativa privada. Em princípio já foram privatizadas algumas companhias distribuidoras estaduais (ENERGIA BRASIL, 2002, p.1) e também uma empresa geradora regional. Também foram realizadas várias concorrências para construção de usinas hidrelétricas e várias empresas foram autorizadas para desenvolver projetos de termelétricas. Os próximos lances nesta área vão na direção das empresas regionais restantes, com seu parque gerador e as companhias de distribuição e geração dos estados com mercados mais promissores (ANEEL, 2002, p.103).

Junto com a desregulamentação e a privatização do setor, irão surgir novas “figuras” neste cenário, como, por exemplo, a do “auto produtor” e a do “produtor independente” de energia. Tanto um como outro irão construir usinas geradoras de energia elétrica e comercializá-la com o sistema. Partindo deste ponto de vista, o interesse dos grupos econômicos que irão entrar neste mercado será o de recuperar o capital investido o mais rápido possível. Deve ser considerado que o tempo de realização de um empreendimento hidrelétrico

é de cinco a sete anos, em média, e que para um empreendimento termelétrico é de dois a quatro anos.

Conforme acima exposto, com a privatização parcial e a desregulamentação do setor elétrico brasileiro, as usinas termelétricas ganham um considerável impulso no que diz respeito a sua importância na matriz energética brasileira.

No caso brasileiro devemos considerar uma tendência para o incremento da geração termelétrica ser direcionada para as usinas a gás (AVANÇA BRASIL, 2002, p.1), com ciclo combinado ou não, devido aos anunciados gasodutos boliviano e argentino. As usinas a carvão mineral, utilizando ou não o carvão nacional, também deverão ter um aumento na participação da oferta de energia para o mercado consumidor.

Dentre estes dois tipos de usinas, as que utilizam o carvão mineral como fonte de combustível são aquelas onde o impacto ambiental é o mais preocupante. Como prova disto, podem ser citados alguns avanços e o conseqüente refinamento nas tecnologias de controle da poluição causada pelas usinas termelétricas a carvão mineral, como por exemplo:

- controle da emissão de particulados (precipitadores eletrostáticos, filtros de manga, etc);
- controle da emissão de SO_x (dessulfurizadores com diversas tecnologias);
- controle da emissão do NO_x (melhoria no processo de combustão, queimadores com baixo teor de NO_x);
- e outros.

Como os países mais desenvolvidos e detentores de tecnologia esgotaram suas fontes de energia menos poluentes e possuem consideráveis reservas de carvão mineral, passaram a investir capital e pesquisar alternativas para mitigar o impacto ambiental causado por elas.

Os governos, autoridades, comunidades atingidas e a opinião pública em geral, preocupadas com a deterioração do meio ambiente devido ao grande volume de poluentes emitidos para a atmosfera diariamente pelas indústrias, resolveram criar normas e dispositivos que regulamentassem e limitassem estas agressões. As primeiras normas e legislações abordavam agressões

pontuais, de somente um tipo de resíduo. Houve um avanço e passaram a avaliar o impacto ambiental de uma indústria com os seus diversos insumos e resíduos. E agora surgem normas para o gerenciamento ambiental global das empresas/indústrias. Esta extrapolação deverá abranger regiões e talvez até países, com limitações de impactos ambientais.

Um outro enfoque relativo ao desenvolvimento das normas ambientais a nível mundial é que um melhor gerenciamento do meio ambiente levará ao seu melhor desempenho, a uma maior eficiência e a um maior retorno dos investimentos. Portanto existe também um interesse do capital atrás da melhoria ambiental. É um novo “filão” de mercado que se apresenta para os países industrializados, desenvolvedores e detentores de tecnologia.

A visão ambiental futura será o da pró-atividade. Minimizar ao máximo os impactos ambientais negativos e maximizar os positivos. Este é um dos preceitos do desenvolvimento sustentável.

1.3. Proposta do trabalho

1.3.1. Objetivo geral

O objetivo principal do trabalho é o de propor um novo método para Avaliação de Impacto Ambiental em projetos de grande porte.

Para verificar a sua operacionalidade, o método proposto será aplicado num projeto de uma usina termelétrica a carvão. Este projeto já teve seus impactos ambientais avaliados por outro método.

Finalmente estes dois métodos são comparados para verificar as vantagens e desvantagens, superposições, complementaridades ou utilidade do método proposto.

1.3.2. Objetivos específicos

Como objetivos específicos do trabalho podem ser citados:

- análise do processo de geração de energia elétrica e apresentação dos sistemas e processos de uma usina termelétrica que tem interface com o meio ambiente;
- análise dos impactos ambientais causados pelas usinas termelétricas;
- análise dos processos de tratamento utilizados para mitigar os impactos ambientais;
- análise da legislação ambiental, referente às usinas termelétricas a carvão mineral no Brasil;
- avaliação comparativa entre dois tipos de Avaliação de Impacto Ambiental, o processo tradicional, usualmente utilizado, e o método proposto.

1.4. Justificativa

Com o advento das questões ambientais, da sua respectiva legislação, dos órgãos de controle ambiental em nível mundial, federal, estadual e municipal e da obrigação das indústrias em seguirem as leis e regulamentações específicas, alguns países mais preocupados com as causas ambientais, as empresas pró-ativas, os gerentes e as autoridades com maior conscientização deverão implementar as medidas de desenvolvimento sustentável. Entre outras medidas, deverão adotar a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) em suas empresas ou em seus departamentos, seja em novos projetos, na ampliação de empreendimentos já existentes ou ainda na implementação de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) em empreendimentos em operação.

Tendo em vista as alternativas para ampliação da capacidade geradora de energia elétrica nas diversas regiões do Brasil, a insegurança de suprimento em um sistema puramente hidrelétrico e a diversificação da matriz energética nacional, a expansão da geração a curto e médio prazo deverá ser através de usinas termelétricas a gás natural e carvão.

Portanto o desenvolvimento, a utilização e a melhoria de métodos específicos para Avaliação de Impacto Ambiental em projetos de grande porte, mais precisamente voltados a geração de energia elétrica que utilizem recursos

naturais não renováveis, torna-se importante, não só pela carência destes métodos, como também pelo número de projetos que deverão aumentar no curto e médio prazos.

Em suma, quanto maior o conhecimento e quanto melhor forem as técnicas e métodos para Avaliação de Impacto Ambiental destes projetos, mais efetivas e rápidas serão as análises dos responsáveis pela tomada de decisão e mais facilitadas a compreensão e a capacidade de intervenção do público.

1.5. Não trivialidade

Este trabalho relaciona principalmente duas áreas distintas. A de projeto e operação de usinas termelétricas a carvão e a de gerenciamento e Avaliação de Impacto Ambiental. Cada área envolve uma série de disciplinas.

Se for considerada apenas a de projeto e operação de usinas termelétricas, poderá ser verificado que esta área já esteve mais disseminada, mas, com a falta de investimentos, as consultorias desmobilizaram suas equipes e poucos detêm este tipo de conhecimento no Brasil. Atualmente com a inclusão do gás boliviano na matriz energética brasileira, a tendência é de que esta área volte a crescer, mas ligada à utilização do gás natural.

Apesar da legislação americana sobre Avaliação de Impacto Ambiental ter sido aprovada em 1970, a lei correlata brasileira (CONAMA 01/86) entrou em vigor apenas em 1986, portanto a área de gerenciamento e Avaliação de Impacto Ambiental pode ser considerada nova. Se for considerado o número de empreendimentos de determinadas áreas que foram licenciados, e os métodos utilizados nestes estudos, certamente a Avaliação de Impacto Ambiental tem muito ainda a desenvolver não só no seu aspecto estratégico ou gerencial, mas também no seu direcionamento para todos os campos de atuação. Por estar em desenvolvimento, ainda existem aspectos a serem descobertos, discutidos ou propostos nesta área.

Quando as duas áreas são unidas, o grupo que tem conhecimento sobre elas é muito restrito. Portanto o grau de dificuldade para obter informações, bibliografia e dados torna-se mais difícil. Apesar de várias pesquisas realizadas, poucas informações foram encontradas abordando ambos os

assuntos relacionados neste trabalho. Deve ser enfatizado ainda que a tecnologia utilizada nas usinas termelétricas a carvão em território brasileiro difere das utilizadas nas usinas estrangeiras devido às características específicas do carvão nacional.

Este trabalho reúne estas duas áreas (projeto e operação de usinas termelétricas e gestão ambiental) visando propor um método para Avaliação de Impacto Ambiental.

1.6. Originalidade

Não foi encontrado na literatura um método específico para Avaliação de Impacto Ambiental de projetos de grande porte. Este método deveria analisar as variáveis envolvidas para a efetivação do projeto e relacioná-las com os meios envolvidos através das suas diversas fases de desenvolvimento, desde o planejamento até a sua operação.

O caráter inédito deste trabalho constitui-se no desenvolvimento:

- de um método que relacione as variáveis envolvidas e os meios impactados através da matriz de Leopold (LEOPOLD et al., 1971, p.3) e
- das diversas fases do projeto que serão caracterizadas pela utilização da técnica de cenários. Estes cenários poderão simular desde a fase de planejamento e localização do projeto, passando pela sua efetivação ou não, e concluindo com a fase de operação ou produção.

Com relação ao seu resultado, os aspectos inéditos a serem obtidos pelo trabalho, estão: a hierarquização dos impactos ambientais entre os diversos meios e a comparação entre diversas situações (cenários) possíveis de ocorrer.

1.7. Procedimentos metodológicos do estudo

Este trabalho se baseia mais profundamente na análise quantitativa e mais superficialmente na análise qualitativa. A análise quantitativa foi escolhida devido à grande quantidade de dados a serem coletados e analisados

conjuntamente, visando obter resultados mais objetivos. O recurso da análise qualitativa será adotado para dar base e parametrizar os resultados quantitativos.

Conforme Minayo (1993, p.24), nenhuma das duas abordagens são suficientes para a compreensão completa da realidade. O melhor método é aquele que permite a construção correta do modelo que deve refletir a dinâmica da teoria a ser proposta. Os dois métodos são utilizados como complementares, com ênfase na análise quantitativa. Entre eles não há contradição, assim como não há continuidade. Suas naturezas são diferentes.

Segundo Beltrão (2001, p.1):

“a pesquisa qualitativa é conhecida por realizar experimentos onde existe a preocupação de controlar variáveis que são manipuladas, utilizar métodos estatísticos, testar hipóteses, buscar generalizações e relações de causalidade. A pesquisa qualitativa não costuma se preocupar com as medidas numéricas, fornece informações sobre um evento particular, realiza a entrevista de longa duração e a análise compreensiva dos dados”.

A análise quantitativa é caracterizada pela suposição de que certos comportamentos ou situações podem ser explicados através de fatos que são investigados com a ajuda de métodos que utilizam a lógica dedutiva das ciências naturais. A análise quantitativa atua em níveis de realidade e trabalha com dados e valores. Tem como campo avaliar dados, indicadores e tendências observadas. Analisa e avalia grandes quantidades de dados, classificando-os e tornando-os inteligíveis. Fenômenos mais sofisticados originam uma matemática mais complexa. O suporte da análise quantitativa são as noções de contar, medir e manipular as informações. A pesquisa quantitativa permite a flexibilidade no tratamento de dados em termos de análise comparativa, análise estatística e repetibilidade dos dados de maneira a verificar a sua confiabilidade. Quanto mais se produzir dados objetivos, mais objetividade terá a análise. A ênfase na modelagem quantitativa é devido à confiabilidade e à validade dos resultados que podem ser determinados mais objetivamente do que através das técnicas qualitativas. Os métodos

quantitativos têm como principal qualidade o fato de procurarem eliminar a maior parte da subjetividade envolvida nas análises (SOUZA, 2000, p.16).

A análise qualitativa, comumente associada à análise interpretativa, trabalha com crenças, hábitos, afeto, atitudes e opiniões. É um método mais flexível. Permite explorar seus aspectos com mais profundidade. É mais voltada para assuntos das áreas de ciências humanas e sociais. Sua função é de aprofundar a complexidade dos fenômenos e processos capazes de serem analisados. Segundo Granger (*apud* MINAYO, 1982, p.246), um verdadeiro modelo qualitativo descreve, compreende e explica, trabalhando exatamente nesta ordem. A teoria qualitativa serve para aprofundar a complexidade dos fenômenos, fatos e processos particulares e específicos de grupos delimitados.

Neste trabalho a análise quantitativa será usada predominantemente para avaliar os impactos ambientais com relação a sua característica (magnitude, importância) e se eles são mais ou menos nocivos para o meio ambiente. De posse dos resultados serão mensurados em quanto eles poderão ser mitigados, monitorados ou compensados.

A análise qualitativa virá posteriormente para dar credibilidade, ou confirmar os resultados obtidos na análise quantitativa.

1.8. Desenvolvimento da pesquisa

O método foi aplicado em um processo de Avaliação de Impacto Ambiental para a implantação de uma usina termelétrica na região Sul do Brasil.

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas. Na primeira foi elaborado um documento com os objetivos do trabalho, uma explicação teórica sobre como os impactos acontecem e como foram avaliados, e nos apêndices foram colocadas as matrizes passíveis de avaliação.

Em seguida foram selecionadas pessoas que estiveram envolvidas no empreendimento para participarem como equipe de “consultores”. Portanto estas pessoas já conheciam o projeto e o cenário onde ele está inserido.

De posse do material e após uma explicação de como deverá ser desenvolvida a pesquisa, as pessoas selecionadas analisaram, identificaram e

avaliaram os valores das diversas matrizes que compõem o modelo ora proposto.

Ao final de cada avaliação de cenário, foi solicitada uma análise qualitativa dos resultados ou comentários pertinentes à pesquisa em questão, que vieram a colaborar com o resultado final ou que serviram para dar apoio à análise realizada.

O pesquisador, de posse dos resultados quantitativos obtidos, tabulou-os em um conjunto de matrizes.

Os estudos e comentários feitos fizeram parte da etapa de análise qualitativa da pesquisa. Estes foram selecionados e foram agregados ao trabalho.

Na segunda etapa, foram analisados os documentos (Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto ao Meio Ambiente - EIA/RIMA) referentes à usina termelétrica a carvão em estudo neste trabalho. Esta usina tem um EIA/RIMA entregue ao órgão licenciador, no final da década de 1980. Devido ao longo tempo decorrido para o licenciamento ambiental, o órgão licenciador solicitou uma atualização dos estudos, no final de 1999. Para a elaboração destes estudos, foi contratada uma empresa de consultoria de meio ambiente, a qual atualizou os documentos e enviou-os ao órgão licenciador. No capítulo 6 é apresentado um resumo dos itens mais importantes destes documentos.

Finalmente foi feita uma análise comparativa dos dois métodos, o proposto neste trabalho e o utilizado no EIA/RIMA entregue ao órgão licenciador, enfatizando as vantagens e desvantagens do método proposto.

1.9. Organização do estudo

Este estudo está organizado de forma que à medida que o trabalho evolua a sua abrangência irá ficando mais específica até a apresentação do método. A partir daí é dada ênfase no projeto da usina termelétrica e no empreendimento.

É apresentada uma visão geral da introdução da variável ambiental na área de viabilização de projetos, do histórico da Avaliação de Impacto

Ambiental (AIA) e da sua relação com o desenvolvimento econômico e sustentável.

Apresenta as etapas comumente utilizadas pelos países desenvolvidos para a elaboração da Avaliação de Impacto Ambiental.

Especificamente sobre a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) são apresentados os diversos métodos existentes e o modelo proposto neste trabalho.

Definida a base metodológica, os próximos capítulos são dedicados ao estudo de caso. A usina termelétrica é descrita em relação aos seus diversos processos para que se tenha uma idéia do empreendimento. A seguir são descritas as interfaces destes processos com o meio ambiente, quais são os seus principais impactos ambientais e qual a forma de mitigá-los.

No capítulo seguinte é apresentada a Usina Termelétrica Jacuí, objeto do estudo de caso, seu histórico de planejamento ambiental, alguns aspectos do EIA/RIMA apresentado ao órgão ambiental estadual, sua situação atual e as condicionantes constantes da licença ambiental de instalação (LI).

No último capítulo são apresentadas as conclusões, bem como comentários gerais sobre o método proposto e recomendações para futuros trabalhos.

O estudo se apresenta com a seguinte organização, nos seus respectivos capítulos:

1. Introdução
2. Meio ambiente e Estudo de Impacto Ambiental (EIA)
3. Métodos de Avaliação de Impacto Ambiental
4. Método para Avaliação de Impacto Ambiental em projetos de grande porte
5. A usina termelétrica e o meio ambiente
6. Usina Termelétrica Jacuí
7. Estudo de caso: implementação do modelo proposto para a Usina Termelétrica Jacuí
8. Conclusões e recomendações

Capítulo 2

Meio ambiente e Estudo de Impacto Ambiental (EIA)

2.1. Considerações iniciais

Este capítulo se propõe a dar uma visão geral da inserção da variável meio ambiente no desenvolvimento de projetos.

Inicialmente apresenta as conferências em nível mundial sobre meio ambiente e seus respectivos documentos, introduz o conceito de desenvolvimento sustentável e discute um possível paradoxo existente entre o crescimento econômico e a proteção do meio ambiente.

Em seguida descreve o Processo de Avaliação de Impacto Ambiental e seus componentes. Um destes componentes, o Estudo de Impacto Ambiental, é detalhado nas suas diversas partes, entre elas a Avaliação de Impacto Ambiental propriamente dita.

2.2. Nosso futuro comum

Em 1972 foi realizada “A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente” na cidade de Estocolmo. Em 1983, a Assembléia Geral das Nações Unidas–ONU criou a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, à qual foi delegada a elaboração de “uma agenda global para mudança”. Este trabalho foi baseado nas conclusões da conferência de Estocolmo, terminou em 1987 e veio a chamar-se “Nosso futuro comum”.

Segundo os autores, o “Nosso futuro comum” não deve ser considerado como uma previsão da decadência mundial, mas sim uma proposição para o limiar de uma nova era de crescimento econômico, que se apóie em práticas de conservação do meio ambiente e que esta prática assegure o progresso e a sobrevivência da raça humana (BRUNDTLAND et al, 1991, p.1).

Neste documento foi apresentado um diagnóstico sobre o direcionamento do desenvolvimento que vinha sendo adotado e um prognóstico para uma nova era de crescimento econômico que deverá se basear na conservação e expansão dos recursos naturais.

As tendências da década de 1980 indicavam que o desenvolvimento gerava uma distância maior entre países ricos e pobres e causava maiores danos ao meio ambiente. Foi consensado que o desenvolvimento deveria ser redirecionado para que beneficiasse não apenas alguns países por alguns anos, mas todo o planeta por um futuro longínquo. Assim surgiu o “desenvolvimento sustentável” que deveria ser um objetivo a ser alcançado por todos os países, desenvolvidos ou em desenvolvimento (BRUNDTLAND et al, 1991, p.46).

2.3. Desenvolvimento sustentável

Em 1987, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (“Comissão Brundtland”) definiu desenvolvimento sustentável como o desenvolvimento que atende às necessidades da geração atual sem comprometer as gerações futuras (BRUNDTLAND et al, 1991, p.46 e SOUZA, 1997, p.322).

O desenvolvimento sustentável surgiu como um conceito fundamental que visa unir desenvolvimento econômico e meio ambiente. Esta idéia ganhou corpo através do trabalho feito na Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento, na Reunião de Cúpula do Rio de Janeiro (1992).

O conceito de desenvolvimento sustentável não postula a preservação da natureza em seu estado natural, mas a melhoria da qualidade de vida mediante o gerenciamento racional das intervenções sobre o meio ambiente, com ou

sem transformação da estrutura e das funções dos ecossistemas, distribuindo de forma eqüitativa e eticamente justificável os custos e benefícios entre populações envolvidas (FLORES et al. *apud* RODRIGUES, 1998, p.12).

Para que o desenvolvimento sustentável seja viável, é preciso atender às necessidades básicas dos povos. Um mundo com pobreza endêmica está sujeito a catástrofes ecológicas ou de outra natureza. Para haver desenvolvimento sustentado é preciso que os povos mais ricos adotem estilos de vida compatíveis com os recursos ecológicos do planeta (CAPORALI, 1997, p.2).

O desenvolvimento sustentável pressupõe um novo conceito de progresso, baseado no desenvolvimento tecnológico (de tecnologias limpas e de exploração otimizada) e em uma organização social que assegure a efetiva participação dos cidadãos na tomada de decisão (CEMIG, 1999, p.1-10). Deve também reconhecer que o aumento da pobreza, do crescimento populacional e da deterioração do meio ambiente estão intimamente interligados e que estes problemas não podem ser resolvidos isoladamente (PEDROZO, 2001, p.1).

2.4. Agenda 21

O desenvolvimento sustentável começou oficialmente a tomar forma através da “Agenda 21”. Este documento é um guia para negócios, políticas de governo e para o desenvolvimento deste século. Foi endossado em 1992 na Reunião de Cúpula (Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento), no Rio de Janeiro, Brasil. Esta reunião aconteceu durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento que reuniu os presidentes e autoridades de 170 governos (UNEP, 2000, p.1SM-17).

Na Agenda 21 é dada considerável ênfase sobre o potencial da Avaliação de Impacto Ambiental como suporte para alcançar formas mais sustentáveis de desenvolvimento. De acordo com o capítulo 9:

“os governos com a cooperação dos organismos pertinentes das Nações Unidas e, conforme apropriado, das organizações intergovernamentais e não-governamentais, bem como do setor privado, devem: desenvolver, melhorar e aplicar métodos de Avaliação de Impacto Ambiental com o

objetivo de fomentar o desenvolvimento industrial sustentável“.
(CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1997, p.9.6).

O desenvolvimento sustentável representa uma síntese das preocupações sobre desenvolvimento e o meio ambiente. É o desenvolvimento e não a base do meio ambiente que deve ser sustentável.

2.5. Meio ambiente e desenvolvimento

Segundo a Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OECD) (UNEP, 2000, p.1SM-23), *"a proteção ambiental e desenvolvimento econômico não só são compatíveis, mas interdependentes e fortalecem-se mutuamente"*.

De acordo com a Estratégia de Conservação Mundial ("World Conservation Strategy"), conservação e desenvolvimento são metas convergentes e não conflitantes.

Mas esta visão não é compartilhada universalmente. Robert Dorfman, perito em economia ambiental (UNEP, 2000, p.1SM-23), informa que as normas ambientais dos países pobres não são tão restritivas quanto as dos países ricos. É justamente este tipo de atrativo que, além da mão-de-obra barata, atrai muitos investimentos para estes países. O desenvolvimento industrial traz capital, empregos e desenvolve o conhecimento técnico da região.

Os recursos naturais e ambientais dos países pobres (florestas, terras, água, etc.) são essenciais para manter a produção de bens convencionais e serviços. Portanto, as medidas para proteção ambiental e os recursos naturais são necessários para alcançar um continuado crescimento econômico sustentável.

Considerando as abordagens apresentadas, podemos concluir que deverá haver um ponto de equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a exploração dos recursos naturais, que sirva para incentivar o primeiro e proteger o segundo. Este equilíbrio deverá ser balizado e mantido pela

legislação ambiental. Deve ser enfatizado que a economia dos países pobres são mais dependentes dos recursos renováveis.

Uma das formas para implantar os critérios do desenvolvimento sustentável é através da adoção de técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental e outros procedimentos correlatos.

2.6. A energia e o desenvolvimento sustentável

Segundo Brundtland et al. (1991, p.17), uma estratégia energética segura e viável do ponto de vista ambiental e econômico, capaz de manter o progresso humano até um futuro distante, é imperativa para o ser humano, a sociedade, os governos e as gerações futuras. Para chegar a ela serão necessários: empenho político e cooperação institucional.

O desenvolvimento futuro depende da disponibilidade de energia duradoura, em grande escala, de fonte segura e de forma limpa (não poluente). Ainda não foi descoberta uma forma de gerar energia elétrica que não polua, não utilize recursos não renováveis e que possa ser estocada por longos períodos. No futuro a energia deverá ser gerada através de fontes renováveis, esta será a base para um desenvolvimento sustentável. Enquanto este futuro não chega, o suprimento energético deverá ser suprido pelas formas usuais.

Existem fontes de geração de energia não renováveis e renováveis. Uma combinação destas fontes é que produz a energia elétrica consumida atualmente no mundo. Cada governo tem o seu planejamento, cada país as suas disponibilidades de energéticos e cada sociedade as suas necessidades. Será preciso fazer opções tendo em vista que a escolha de uma estratégia energética determinará a escolha da estratégia ambiental.

Até o momento a energia foi utilizada de forma não sustentável. De acordo com critérios de sustentabilidade, o fornecimento de energia deverá aumentar para atender às necessidades humanas; as fontes geradoras deverão objetivar a conservação e o aumento do rendimento energético visando minimizar o desperdício; as fontes de energia deverão levar em consideração os riscos para a saúde pública e a proteção da biosfera deverá predominar em relação a formas de geração de energia.

2.7. Histórico da Avaliação de Impacto Ambiental

Entre as décadas de 1950 a 1970, foram desenvolvidas várias técnicas para avaliação de custos e benefícios dos projetos para a sociedade. Devido ao grande número e ao aumento da escala dos projetos chegou-se a conclusão de que estas técnicas de avaliação de projetos eram inadequadas e não incluíam todas as variáveis envolvidas na sua implementação. Principalmente aquelas variáveis ligadas a obtenção da matéria prima, aos recursos naturais e ao impacto social de cada projeto na região onde serão implementados.

Em 1970, nos EUA (MORRIS, 1995, p.1), a pressão pública obrigou o governo a estabelecer uma política ambiental nacional através da NEPA – “National Environment Policy Act”. Através desta lei, surgiu uma tendência de utilização da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) como processo para análise da variedade de impactos, visando integrá-los na tomada de decisão dos projetos.

A evolução da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) pode ser dividida em várias etapas. Inicialmente, na década de 1970, foram introduzidos os princípios básicos, arranjos institucionais, desenvolvidas as primeiras técnicas de condução da AIA e implementadas as primeiras legislações sobre o assunto.

No final da década de 1970 e início dos anos 80, a Avaliação de Impacto Ambiental, que originalmente analisava os meios físico e biótico, passou a incluir progressivamente os aspectos sociais e de saúde, análise de risco e fatores relacionados com a participação pública.

Em meados dos anos 80 e 90, o método foi redirecionado com aumento dos esforços para análise dos efeitos cumulativos, implementação de uma estrutura de planejamento e de regulamentação, estabelecimento do monitoramento, da auditoria e de outros procedimentos de retroalimentação (*follow up*).

Na década de 1990 houve significantes desenvolvimentos nos métodos para Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). As maiores reformas foram feitas baseadas em sucessos na implantação deste tipo de procedimento na Austrália, EUA, Nova Zelândia e Canadá.

Este processo foi formalmente reconhecido na Reunião de Cúpula do Rio de Janeiro (“Earth Summit – UNCED – United Nations Conference on Environment and Development”), realizada no Rio de Janeiro, em 1992 .

Atualmente este processo está direcionando-se para a absorção do conceito de sustentabilidade, através do desenvolvimento de uma Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) (“SEA – Strategic Environmental Assessment”) e de novas solicitações para estabelecimento de convenções internacionais (biodiversidade) (BISSET, 2000, p.6-1).

2.8. O Processo de Avaliação de Impacto Ambiental e a Avaliação de Impacto Ambiental

Atualmente, a Avaliação de Impacto Ambiental propriamente dita, está inserida num contexto mais amplo, dentro do Processo de Avaliação de Impacto Ambiental de um empreendimento.

O Processo de Avaliação de Impacto Ambiental, conforme proposto neste trabalho, engloba as atividades necessárias para a viabilização ambiental de um empreendimento. Estas atividades são:

- contatos com uma série de órgãos ambientais, agências reguladoras e demais órgãos envolvidos com o licenciamento ambiental;
- estudo de localização do empreendimento;
- elaboração, preparação, envio e acompanhamento da análise de vários documentos necessários para a legalização ambiental do empreendimento, entre eles o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA);
- participação em audiências públicas ou privadas;
- obtenção das respectivas licenças ambientais viabilizando o empreendimento ambientalmente e
- outras atividades.

Dentro do Processo de Avaliação de Impacto Ambiental, um dos itens mais importantes é o desenvolvimento e a apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do empreendimento.

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) dá origem a outro documento que é o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

O desenvolvimento deste trabalho dará mais atenção ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e suas partes componentes, o qual, corretamente embasado, detalhado, com seus resultados apresentados de forma clara, incluindo as vantagens e desvantagens da implementação do projeto, é certeza de um Processo de Avaliação de Impacto Ambiental sem maiores problemas.

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) propriamente dita é um dos itens a serem desenvolvidos dentro do Estudo de Impacto Ambiental (EIA). A AIA irá analisar, identificar e quantificar os impactos ambientais ocasionados pela efetivação do empreendimento.

Para a elaboração da Avaliação de Impacto Ambiental existe uma série de atividades que a antecedem e que a dão suporte. Existem outras que são posteriores e servem como complementação, forma de apresentação e confirmação do que foi estudado, pesquisado e concluído.

Para melhor entendimento, na figura 2.1 é apresentado um fluxograma do Processo de Avaliação de Impacto Ambiental, com o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) propriamente dita, devidamente identificados.

2.9. Principais fases para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA)

Existem várias maneiras para elaborar um Estudo de Impacto Ambiental (EIA). A escolha da forma a ser apresentada neste item recaiu, em parte, sobre o modelo proposto pela UNEP (“United Nations Environment Programme”) (2000, p. 1-11). Este modelo reúne a experiência dos países desenvolvidos através da participação de renomados cientistas no “United Working Group on Environmental Impact Assessment”.

PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL

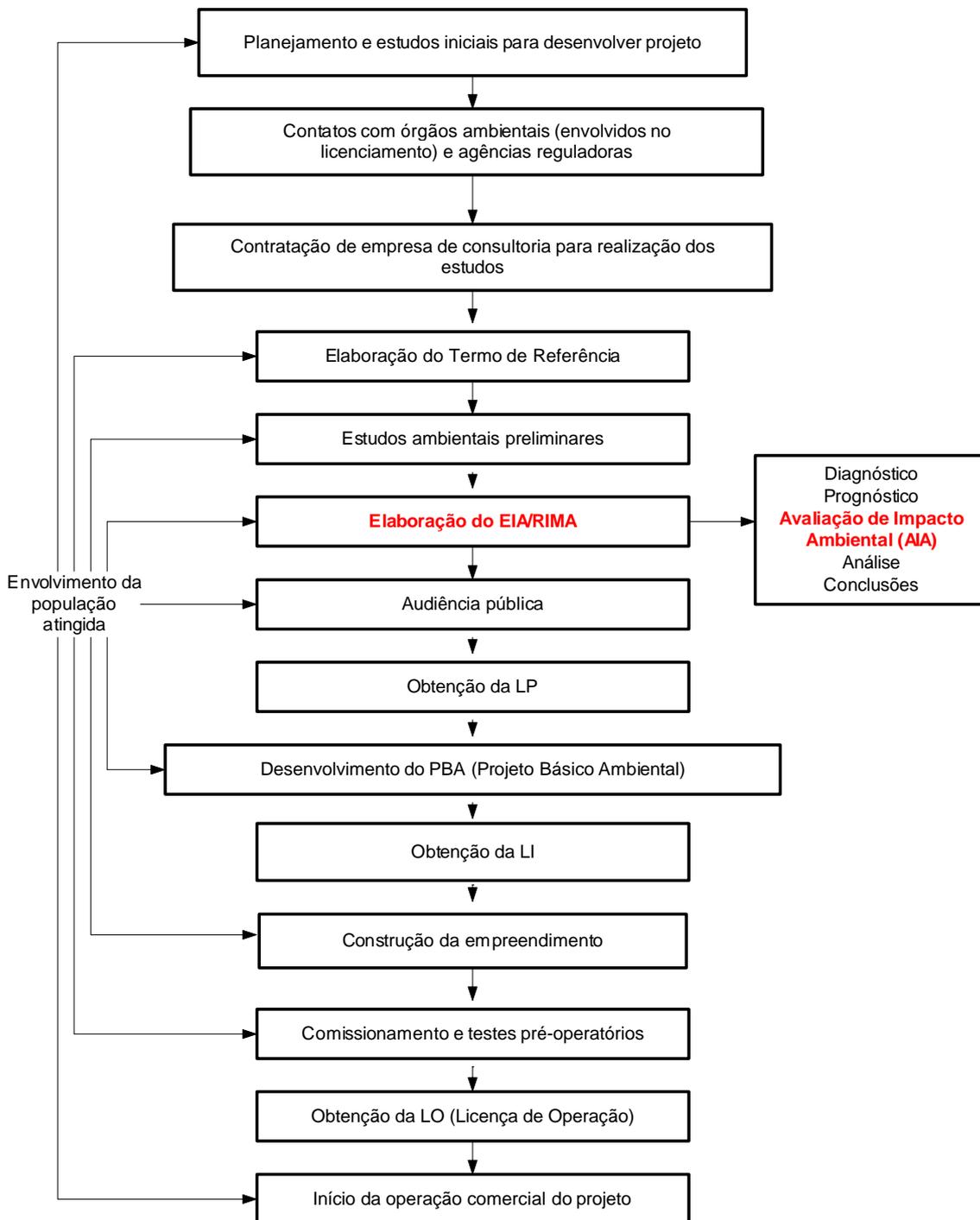


Figura 2.1 Fluxograma do Processo da Avaliação de Impacto Ambiental para projetos de grande porte.

O método usual para apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), dentro do Processo da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), organiza os estudos ambientais para a implantação de um determinado empreendimento, propondo várias análises da região (diagnóstico e prognóstico), aspectos diferenciados para cada tipo de situação (inclusive a não-implantação do empreendimento), sistematizando os dados disponíveis, avaliando os impactos ambientais e propondo um planejamento ambiental para mitigar, compensar e monitorar os impactos ambientais avaliados.

O desenvolvimento do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) deve ser um processo estruturado que envolve uma série de atividades ordenadamente desenvolvidas, visando atingir seu objetivo. A figura 2.2 apresenta uma sugestão para este processo.

Num modelo completo, para projetos de grande porte, conforme o método proposto neste trabalho, as principais fases do Estudo de Impacto Ambiental são (adaptado de UNEP, 2000, p.1-11 e MORGAN, 1998, p.57):

- Seleção;
- Escopo (ou Termo de Referência);
- Diagnóstico;
- Avaliação de Impacto Ambiental;
- Prognóstico;
- Planejamento ambiental;
- Diretrizes gerais para a implantação do empreendimento;
- Relatório do Estudo de Impacto Ambiental (EIA);
- Revisão;
- Tomada de decisão e
- Envolvimento público.

Estas fases refletem o que é considerado de maneira geral nos estudos de impacto ambiental em projetos de grande porte. Porém deveria ser notado que há outros elementos que podem ser incluídos, entre os quais: participação de órgãos do governo e agências que são partes integrantes do processo; previsão de melhorias contínuas, durante as diversas fases de implantação do empreendimento; e outros.

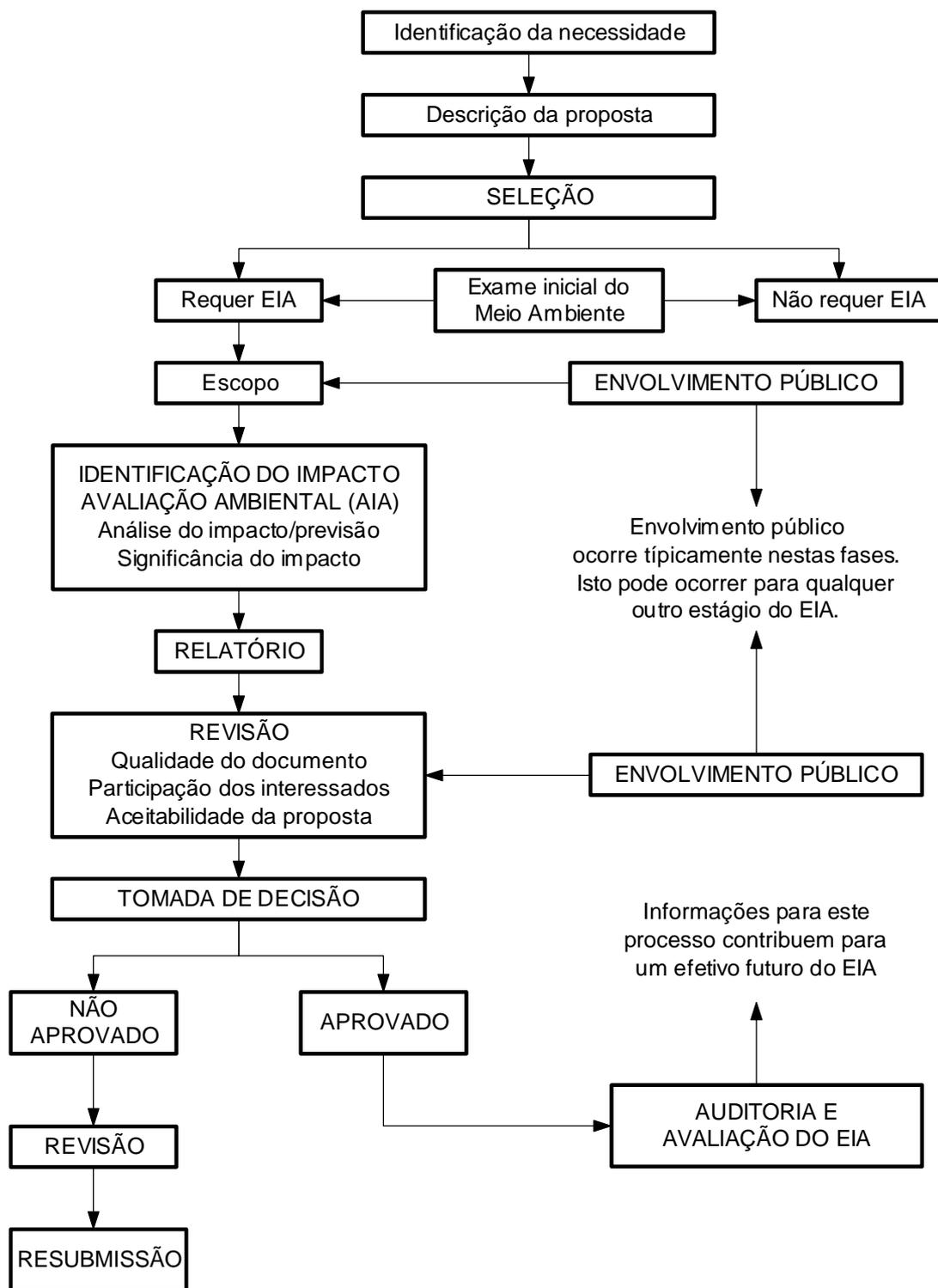


Figura 2.2 – Principais fases do desenvolvimento do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) (Adaptado de UNEP, 2000, p.1-13).

2.9.1. Seleção

O processo de seleção deverá acontecer o mais cedo possível, durante o desenvolvimento da proposta para a realização do projeto, de forma que os empreendedores estejam cientes das suas obrigações para com o meio ambiente (MORGAN, 1998, p.93).

A seleção serve para identificar quais projetos ou atividades deverão estar sujeitos ao Estudo de Impacto Ambiental (MORGAN, 1998, p.94). Para aqueles selecionados deverão ser definidos qual o nível de avaliação que devem receber, se completa ou parcial.

Geralmente o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) completo deve ser requerido para projetos que envolvam (adaptado de CONAMA, 1997, p.1-10 e CONAMA, 1986, p.1):

- exploração de recursos naturais;
 - infra-estrutura;
 - atividades industriais;
 - indústrias de extração;
 - gestão de resíduos e
 - substancial modificação nas atividades de agricultura ou pesca,
- ou que:
- afetem a saúde humana;
 - aumentem a poluição ou causem algum impacto adverso em: espécies em extinção, áreas protegidas, ambientes frágeis, diversidade biológica, fatores sociais ou econômicos.

Os processos de seleção envolvem uma técnica ou combinação das seguintes técnicas (adaptado de UNEP, 2000, p.4.3):

- Avaliação inicial do meio ambiente (Relatório Ambiental Preliminar – RAP);
- Lista de projetos (CONAMA, 1997, p.10) ou
- Listas de exclusão.

A avaliação inicial do meio ambiente é um método de baixo custo que utiliza as informações já disponíveis. Quando o Estudo de Impacto Ambiental não é exigido, a informação coletada para uma análise inicial do meio ambiente

pode ser usada como suporte para o apropriado planejamento ou proposta do projeto.

As listas de projetos definem quais projetos deverão estar sujeitos ao Estudo de Impacto Ambiental e estabelecem critérios específicos que podem ser usados para determinar quais os projetos que não deverão submeter-se a ele e qual o nível de análise que será exigida para estes casos.

As listas de exclusão são listas elaboradas com uma série de questões que podem estar ligadas ao caráter do meio receptor, impacto ambiental do projeto, resiliência do meio ambiente natural e humano, confiança sobre a previsão dos impactos ambientais, presença de planejamento, estrutura política e demais processos de tomada de decisão e grau de interesse público, entre outras. Caberá ao empreendedor responder as questões apresentadas e julgar se o seu projeto estará sujeito ao Estudo de Impacto Ambiental e qual o seu nível.

2.9.2. Escopo (ou Termo de Referência)

O escopo (ou Termo de Referência), segundo MMA (1995, p.55), é o instrumento orientador para a elaboração de qualquer tipo de Estudo de Impacto Ambiental.

O escopo identifica os assuntos mais prováveis a serem analisados durante a elaboração dos estudos de impacto ambiental. De acordo com Jackson (1997, p.55), o escopo não deve ter por objetivo apenas o Estudo de Impacto Ambiental, mas deverá incluir uma descrição de todos os processos que compõem o empreendimento.

O resultado final da fase de escopo pode ser expresso em um documento formal, com assuntos a decidir, ou pode ser um documento mais informal com uma estrutura de escopo a ser revisada pelo empreendedor. Se formal ou informal, o teste para a estrutura do escopo é sua utilidade e robustez, como demonstrado ao longo das sucessivas fases do Estudo de Impacto Ambiental.

A vantagem da fase de escopo é que se apresenta como uma oportunidade para um diálogo aberto entre os empreendedores e o público. Tais discussões podem conduzir freqüentemente a uma solução dos problemas

percebidos. As desvantagens são: a demora, o custo e o gasto com recursos de força de trabalho e necessidade da cooperação dos empreendedores.

A região próxima ao local definido para a implementação do empreendimento deve ser dividida em áreas de estudo. As áreas de estudo servem para identificar a amplitude dos trabalhos de Avaliação de Impacto Ambiental, nos meios físico, biótico e socioeconômico e podem ser as seguintes:

- área de influência direta (AD): compreende uma faixa ao longo das vias de suprimento de matéria prima e as áreas nas quais se insere o empreendimento. São consideradas também aquelas áreas cuja intensidade e magnitude do(s) impacto(s) incidente(s) as identifique(m) como diretamente afetadas (AGRAR, 2002, p.6.1);
- área de influência indireta (AI): é a área onde há influências do empreendimento sobre o meio ambiente ou deste sobre o empreendimento. Nessa área, as influências ocorrem, em sua maioria, de forma indireta, e a abordagem dos estudos é regional (AGRAR, 2002, p.6.1).

2.9.3. Diagnóstico

O diagnóstico ambiental permite uma visão geral da área de estudo. Esta visão geral é construída a partir das observações dos aspectos ambientais das situações que podem ser modificadas com a implantação do empreendimento (CEMIG, 1999, p.4.1).

O diagnóstico ambiental do empreendimento deve ser composto pela 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 empreendimento, considerando: o meio físico, o meio biológico e os ecossistemas naturais, e o meio socioeconômico.

2.9.4. Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)

O objetivo da Avaliação de Impacto Ambiental é identificar os impactos ambientais causados pelo empreendimento sobre os meios físico, biótico e

socioeconômico, de forma que permita uma decisão lógica e racional sobre a sua implementação ou não. Para a obtenção deste objetivo são utilizados métodos de identificação e avaliação de impactos que requerem uma análise mais detalhada.

É provavelmente mais útil considerar a Avaliação de Impacto Ambiental como um método que não combina somente um procedimento para viabilizar os projetos mais apropriados, como seus resultados influenciam o planejamento e a execução do projeto, mas também um método para análise e avaliação das melhores alternativas ambientais.

Uma gama extensiva de métodos foi desenvolvida para avaliar os impactos ambientais potenciais de uma proposta. Como métodos existentes para a Avaliação de Impacto Ambiental, podem ser citados (SOUZA, 2000, p.12; SUREHMA/GTZ, 1992, p.6-32 e RODRIGUES, 1998, p.25):

- listas de verificação;
- matrizes;
- redes;
- sistemas de informação geográfica;
- sistemas especialistas;
- experiência profissional e
- outros.

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) não é somente um método utilizado para prevenir efeitos adversos, mas serve ao mesmo tempo para ajudar os países a explorarem os seus recursos naturais de maneira sustentável, maximizando os seus benefícios.

Como este assunto é o objetivo deste trabalho e também considerando que esta é uma etapa importante do Processo de Avaliação de Impacto Ambiental e do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), estes métodos serão analisados e avaliados mais pormenorizadamente no capítulo seguinte.

2.9.5. Prognóstico

O prognóstico representa como a qualidade ambiental da região pode ser modificada com a implantação do empreendimento. Caracteriza a qualidade

ambiental futura da área de influência direta e indireta, considerando a interação dos diferentes fatores ambientais.

A elaboração do prognóstico ambiental deve considerar os efeitos negativos ou positivos sobre os meios físico, biótico e socioeconômico decorrentes do empreendimento. A identificação e a Avaliação dos Impactos Ambientais positivos e negativos deve, fundamentalmente, focalizar as alterações no meio ambiente decorrentes da inserção do empreendimento. Os impactos são identificados, descritos, quantificados, qualificados e classificados de acordo com a magnitude, importância, natureza, extensão, etc.

O prognóstico deve considerar a região com e sem o empreendimento. No caso “sem o empreendimento” deverá ser considerada a tendência de desenvolvimento da área baseado nos dados levantados na fase de diagnóstico.

2.9.6. Planejamento ambiental

O planejamento ambiental tem como objetivo fundamental a reparação dos danos causados pelo projeto e a compensação das alterações por ele provocadas no meio ambiente.

O planejamento ambiental é um conjunto de programas que propõe ações (medidas) ambientais mitigadoras, compensatórias, preventivas e de monitoramento para os impactos ambientais identificados.

Medidas mitigadoras são aquelas capazes de diminuir o impacto negativo ou reduzir a sua magnitude. No caso da impossibilidade ou insuficiência da mitigação de determinados impactos, devem ser adotadas medidas compensatórias (AGRAR, 2002, p.8-1).

As medidas compensatórias estão relacionadas aos impactos que são inevitáveis e para os quais não existem ações capazes de diminuir os seus efeitos, sendo possível apenas compensar a intervenção com a implementação de ações relacionadas às perdas sofridas e que possam gerar efeitos positivos no meio ambiente.

A aplicação das medidas preventivas, sempre que houver esta possibilidade, é muito importante, pois visam evitar o desencadeamento de impactos ambientais potenciais indesejáveis (AGRAR, 2002, p.8-1).

As medidas de monitoramento ambiental servem para obter um diagnóstico da área de influência do empreendimento nas suas diversas fases, avaliando as modificações que vierem a ocorrer, comparando-as com os impactos previstos no EIA/RIMA, de modo a detectar efeitos inesperados a tempo de corrigi-los e a verificar a aplicação e a eficiência das medidas mitigadoras (ELETROSUL, 1995, p.53).

As medidas de proteção ambiental e os programas ambientais podem considerar todas as fases do empreendimento, a saber: planejamento, implantação, operação e descomissionamento.

2.9.7. Diretrizes gerais para a implantação do empreendimento

As diretrizes gerais têm o objetivo de definir uma estratégia (Plano Diretor) para a implantação do empreendimento. O Plano Diretor é um instrumento utilizado para integrar um empreendimento à região de influência onde será implantado, considerando as potencialidades e as vulnerabilidades na perspectiva do desenvolvimento sustentável (CEMIG, 1999, p.8.1).

As diretrizes para o Plano Diretor, nesse primeiro momento, refletem a visão que o empreendedor tem da situação ainda sem a participação dos grupos de interesse.

Posteriormente o empreendedor deverá entrar em contato com as autoridades políticas locais e estaduais, lideranças da comunidade, empresários, ONGs, demais envolvidos e interessados visando determinar quais serão as diretrizes gerais (ou Plano Diretor) para a inclusão do empreendimento na comunidade.

2.9.8. Relatório do Estudo de Impacto Ambiental

O relatório deve apresentar todos os estudos realizados e os resultados obtidos nas diversas etapas anteriormente descritas.

O relatório é o instrumento de apoio ao empreendedor no seu planejamento, projeto e implementação do empreendimento visando eliminar ou minimizar os impactos ambientais da maneira mais efetiva possível. As autoridades responsáveis deverão decidir se a proposta do empreendimento deverá ser aprovada ou quais os termos e condições que deveriam ser exigidos para a sua aprovação. O público deverá entender a proposta e seus impactos na comunidade e no meio ambiente.

O relatório para um empreendimento de grande porte no Brasil, conforme a Resolução CONAMA nº 001/86, de 23.01.86, deve ser apresentado em duas versões: o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

Segundo SUREHMA/GTZ (1992, 03100, p.6), o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) deverão ter o mesmo conteúdo, mas com linguagem diferente.

2.9.9. Revisão

O objetivo do processo de revisão é verificar a qualidade do relatório e avaliar a aceitabilidade (grau de aceitação) da proposta do projeto (UNEP, 2000, p.9-1).

O processo de revisão deverá inicialmente verificar se o relatório está conforme o escopo elaborado. Após, deverá analisar se são apresentadas e estudadas as alternativas ao projeto com seus respectivos impactos, a sua forma de mitigação e o monitoramento necessário. A condução da Avaliação de Impacto Ambiental deverá ter levado em consideração o ponto de vista de todos os envolvidos.

Finalmente deverá ser verificado se o nível de informação existente é o suficiente e se satisfaz as necessidades do público envolvido, dos órgãos ambientais e dos empreendedores, visando permitir a continuidade do projeto sem transtornos futuros.

2.9.10. Tomada de decisão

A tomada de decisão que este item se refere é a decisão interna do empreendedor de prosseguir com o Processo de Avaliação de Impacto Ambiental, entregando o Estudo de Impacto Ambiental para análise do órgão de meio ambiente, responsável pelo licenciamento ambiental do empreendimento, e marcação da audiência pública para sua apresentação e discussão.

Os tomadores de decisão deverão entender os conceitos e objetivos do Processo de Avaliação de Impacto Ambiental (MORGAN, 1998, p. 48), deverão conhecer como o Estudo de Impacto Ambiental é utilizado em organizações e projetos similares em outras partes do mundo, as necessidades da Política de Meio Ambiente prescritas pela organização, convenções e legislações, como os conceitos de meio ambiente e desenvolvimento sustentável estão sendo implementados dentro da organização responsável pela proposta do projeto, as implicações dos procedimentos do Estudo de Impacto Ambiental para a tomada de decisão e as implicações políticas, legais e de gestão pública associada ao meio ambiente. Este processo está resumido na figura 2.3.

A decisão que poderá ser definida pelos tomadores de decisão, após a análise do Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), poderá ser uma das abaixo discriminadas:

- projeto aprovado;
- projeto aprovado com restrições;
- maiores investigações sobre problemas específicos a serem realizadas antes da aprovação do projeto ou exigência de documento suplementar caso houver problemas significantes relacionados com o Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) original e
- projeto rejeitado.

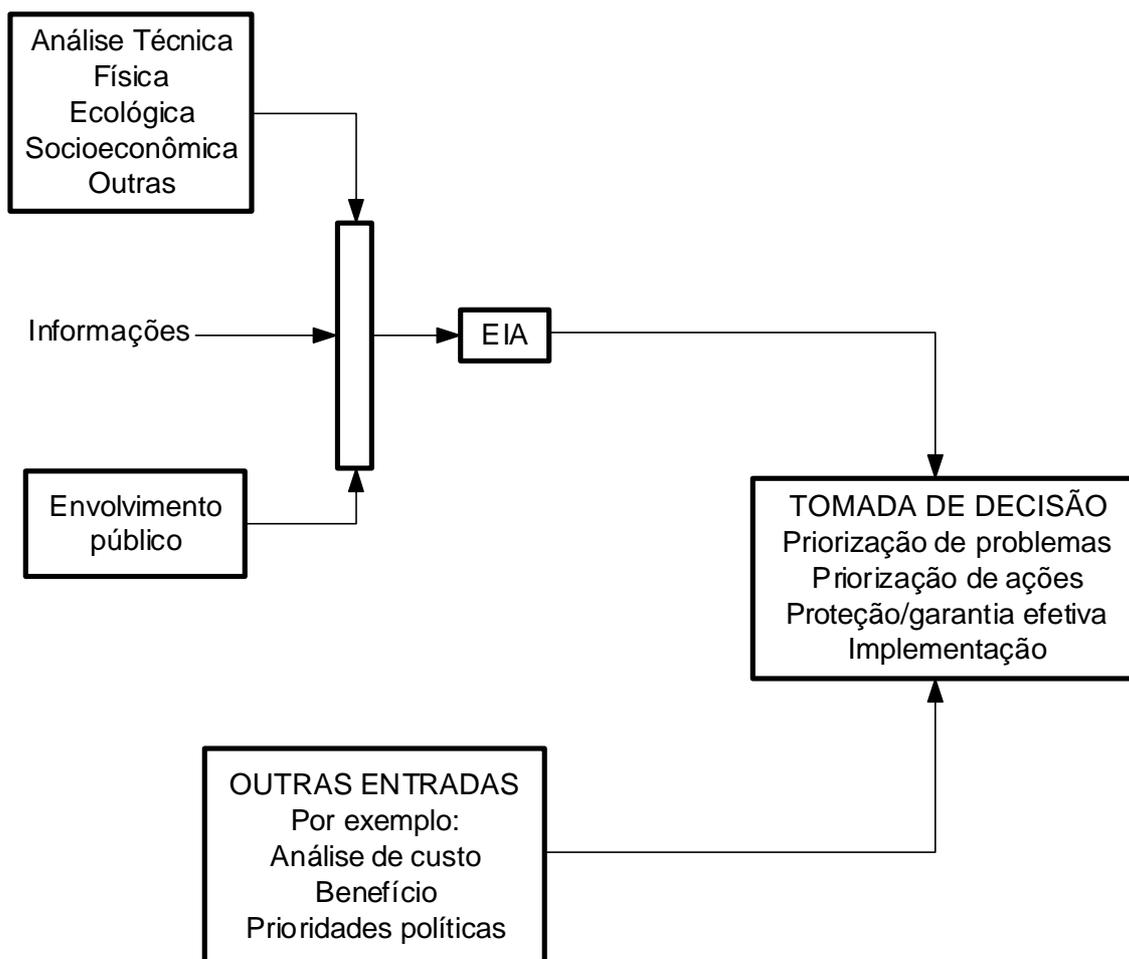


Figura 2.3 – Entradas para o processo de tomada de decisão (UNEP, 2000, p.10-12)

2.9.11. Envolvimento público

O envolvimento público deve ser uma parte integrante de qualquer Processo de Avaliação de Impacto Ambiental. Devem ser obtidas visões dos grupos de interesse público e privado e outros que podem ser diretamente ou indiretamente afetados pelo projeto (UNEP, 2002, p.3-1).

Esta atividade poderá ser feita de diversas maneiras, através de informação por panfletos, reuniões com o público para apresentação e discussão do projeto, consulta ao público sobre a aceitação do projeto, dando oportunidade à livre manifestação e expressão sobre a proposta do projeto e até uma participação mais direta, dependendo do nível da comunidade, através

da participação na análise das propostas e no seu envolvimento sobre algumas fases importantes do projeto (MORGAN, 1998, p.159-164).

O excesso de expectativa da participação do público sem uma contrapartida dos empreendedores e também o não-acatamento de sugestões ou a devida resposta à participação do público, podem deixá-lo contra as propostas do projeto e, ao invés de ajudar os empreendedores nos seus objetivos, será um problema a mais a ser resolvido antes da implementação do projeto.

2.10. A Avaliação de Impacto Ambiental nos países desenvolvidos

Os Estados Unidos da América foi o primeiro país a adotar uma legislação sobre a Avaliação do Impacto Ambiental (AIA), seu nome é NEPA – “National Environmental Policy Act”, datado de 1970 (SUREHMA/GTZ, 1992, 0320, p.1). Esta “lei” estabelecia a necessidade da preparação de uma declaração prevendo os impactos ambientais para qualquer tipo de projeto (SUREHMA/GTZ, 1992, 3100, p.3).

No Canadá, o “Canadian Environmental Assessment Act (the Act)” especifica qual a forma da Avaliação de Impacto Ambiental é necessária para cada tipo de projeto, se será um estudo básico (*a screening*), um estudo compreensivo, uma mediação ou um painel de revisão. A “CEAA – Canadian Environmental Assessment Agency” disponibiliza no *site* http://www.ceaa.gc.ca/comps/comps_e.htm maiores informações sobre os estudos, dirigido à proponentes e autoridades responsáveis (SADDLER, 1996, p.2-14).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente da Austrália (ENVIRONMENT AUSTRALIA, 2002, p.1), cada estado e território tem sua legislação própria relativa à Avaliação de Impacto Ambiental. A legislação principal relativa no país é o “EPIP Act – Environment Protection (Impact of Proposals) Act”. Esta legislação foi estabelecida em 1974 e substituída pelo “Environment Protection and Biodiversity Conservation Act (EPBC Act)”, em 1999. Esta legislação envolve o envio da proposta para o Ministério do Meio Ambiente, a elaboração de informações preliminares da proposta (“NOI – Notice of Intention”) e o seu encaminhamento para o órgão federal responsável pelo meio ambiente que irá

decidir qual o nível de avaliação que será necessário para o projeto em questão.

2.11. A Avaliação de Impacto Ambiental no Brasil

O sistema de licenciamento ambiental foi introduzido inicialmente no estado do Rio de Janeiro, em 1978, pela FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente), órgão responsável pelo meio ambiente no estado, através da SLAP (Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras) (ALMEIDA, 2002, p.45).

O Processo de Avaliação de Impacto Ambiental foi instituído no Brasil pela Lei nº 6.938/81 e regulamentado pelos Decretos nºs 88.351/83 e 99.274/90. A efetiva aplicação do Processo de Avaliação de Impacto Ambiental teve início com a Resolução CONAMA nº 001/86, de 21.01.86, que traçou os critérios básicos para a exigência do Estudo de Impacto Ambiental no licenciamento de projetos de atividades modificadoras do meio ambiente, propostos por entidade pública ou pela iniciativa privada (CPRH, 2002, p.1).

De acordo com a Lei nº 6.938/81 (Política Nacional de Meio Ambiente), o processo de implementação de projetos considerados efetiva ou potencialmente poluidores depende de prévio licenciamento ambiental por um órgão estadual competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA ou do Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.

O Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) são necessários na primeira fase do licenciamento ambiental do projeto, para a obtenção da licença prévia (LP).

Emitida a Licença Prévia (LP), o empreendedor deverá elaborar o Projeto Básico Ambiental (PBA) e enviá-lo para análise e aprovação do órgão responsável pelo licenciamento ambiental. Caso este documento seja aprovado, o empreendedor receberá a Licença de Instalação (LI).

A Licença de Operação (LO) somente será expedida quando da finalização de todos os serviços de construção, montagem e comissionamento. O órgão responsável pelo licenciamento deve fazer uma série de testes para

verificar a veracidade das informações contidas no EIA/RIMA e no PBA. Se todos os testes forem aprovados, o órgão emitirá a Licença de Operação (LO) válida para um certo período de tempo (geralmente 1 ano). Terminado este período, a LO deverá ser renovada.

Para maiores detalhes sobre legislação ambiental e licenciamento ambiental, ver item 5.3.

2.12. Conclusão

A maioria dos países ricos já despertou para a questão ambiental e, através da sua legislação correlata e seus órgãos fiscalizadores e executores das políticas ambientais, têm adotado ações pró-ativas para a melhoria das qualidades ambientais em seus territórios, visando adotar um desenvolvimento econômico sustentado.

Os países pobres apesar de desenvolverem suas políticas e regulamentações ambientais, ainda não dispõem de meios para nivelarem desenvolvimento econômico e meio ambiente num mesmo patamar.

As prometidas ajudas dos países ricos para os países pobres, visando dotar o planeta de um desenvolvimento sustentado, não foi viabilizada nos níveis preconizados, apesar dos diversos sinais já emitidos pela natureza.

Apesar dos grandes avanços realizados na área de meio ambiente, o desenvolvimento econômico ainda se superpõe ao desenvolvimento sustentado, tanto nos países ricos como nos países pobres.

Neste cenário, o Processo de Avaliação de Impacto Ambiental pode ser considerado como um avanço realizado no sentido de manter um meio ambiente mais saudável para as gerações futuras.

A estrutura do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) apresentada poderá ser utilizada em diversos tipos de projetos e com diferentes escalas. Estes estudos são flexíveis, mas devem atender a legislação pertinente.

Finalizando, são apresentadas algumas informações sobre o desenvolvimento do Processo de Avaliação de Impacto Ambiental em países desenvolvidos e no Brasil.

Capítulo 3

Métodos de Avaliação de Impacto Ambiental

3.1. Considerações iniciais

Conforme informado anteriormente, a Avaliação de Impacto Ambiental é um dos itens integrantes do Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Tem o objetivo de identificar e avaliar a significância dos impactos ocasionados para um determinado projeto com relação ao meio ambiente e a sociedade.

Os métodos desenvolvidos são resultado da legislação vigente, das exigências dos órgãos de controle ambiental, dos organismos internacionais de financiamento, muitas vezes dos próprios empreendedores e até da evolução das técnicas disponíveis.

Este capítulo tem o objetivo de avaliar, dentro da bibliografia existente, quais os métodos utilizados e o seu “estado da arte”.

3.2. Métodos de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)

Os envolvidos na Avaliação de Impacto Ambiental precisam de uma compreensão de como e quando cada método é mais apropriado para ser usado como uma ferramenta para identificação de impactos e suas causas.

A fase de avaliação normalmente envolve três tarefas principais:

- identificação dos impactos ambientais de maneira a compreender a natureza dos impactos, identificar os impactos diretos, indiretos, cumulativos e outros e assegurar as causas prováveis dos impactos;

- análise detalhada dos impactos para determinar a natureza, magnitude, extensão e efeito e
- julgamento da significância dos impactos (se eles são importantes, e, se necessitam, devem ou podem ser mitigados).

O movimento para sustentabilidade ampliou a gama de impactos que normalmente são considerados durante a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), além dos que são puramente biofísicos.

Em 1994, o Comitê de Desenvolvimento do “Organization for Economic Cooperation and Development - OECD” incluiu as seguintes variáveis, no conceito de meio ambiente, para serem objeto da Avaliação de Impacto Ambiental (UNEP, 2000, p.6-3):

- efeitos na saúde humana, bem-estar, ecossistemas e agricultura;
- efeitos no clima e na atmosfera;
- uso de recursos naturais (regenerativo e mineral);
- utilização e disposição de resíduos e
- restabelecimento de locais arqueológicos, paisagem, monumentos e conseqüências sociais próximo ao local do projeto.

A extensão das Avaliações de Impacto Ambiental alargou-se para incorporar as áreas sociais, de saúde, de assuntos econômicos e outros.

Uma avaliação lógica e sistemática precisa ser usada para refinar a lista de impactos que requerem investigação detalhada e assegurar que são identificadas todas as causas prováveis dos impactos e as interações entre eles.

No início da implementação da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), o método mais utilizado como abordagem era o *ad hoc*. A experiência mostrou que as Avaliações de Impacto Ambiental elaboradas com este tipo de método freqüentemente tornavam-se desestruturadas e não identificavam todos os impactos significantes. Elas também resultavam em coleções prolongadas, descritivas de informação que não forneciam uma base satisfatória para a tomada de decisão e nem a interação entre ação e impacto ambiental.

Com o passar do tempo, foram desenvolvidos novos métodos formais e foram adaptadas ou melhoradas a efetividade e/ou a eficiência de outros

métodos. Muitos destes métodos foram adaptados para uso em setores específicos, o que aumentou a eficiência e a precisão do processo de identificação de impacto.

Existem vários métodos de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) conhecidos. Devido à multiplicidade de situações passíveis de ocorrer, como a extensa variedade de tipos de projetos, as diferentes escalas de cada um, a quantidade de impactos ambientais possíveis de ocorrer e as suas respectivas quantidades e qualidades de informações em cada um destes projetos, não existe um método específico para ser utilizado em todos os tipos de projeto, nem aquele que seja superior aos outros (SUREHMA/GTZ, 1992, p.6). Cada método tem seus pontos fortes e fracos e tem uma gama de projetos onde sua utilização é mais proveitosa (MORGAN, 1998, p.116).

Segundo Bisset (*apud* SUREHMA/GTZ, 1992, 3100, p.2), os métodos da AIA são métodos estruturados para identificar, coletar, organizar e apresentar dados sobre impactos ambientais, de maneira compreensível e objetiva.

Os principais métodos são (RODRIGUES, 1998, p.25; SUREHMA/GTZ, 1992, 3100, p.6-32; SOUZA, 2000, p.12 e MORGAN, 1998, p.117):

- *Ad hoc*;
- Listas de controle
 - Simples;
 - Descritivas;
 - Escalares;
 - Questionários;
 - Multiatributos;
- Matrizes;
- Sobreposição de mapas;
- Redes de interação;
- Diagramas de sistemas e
- Modelos de simulação.

No anexo 1 são apresentados exemplos de alguns destes métodos.

Segue uma explicação sobre os principais métodos que são utilizados para o desenvolvimento da Avaliação de Impacto Ambiental.

3.2.1. Método *Ad hoc*

Este método surgiu da necessidade de tomar decisões sobre a implantação de projetos, não somente levando em consideração razões econômicas ou técnicas, mas também considerando pareceres de especialistas em cada tipo de impacto resultante do projeto.

Ele consiste na formação de grupos de trabalho multidisciplinares com especialistas em cada campo de atuação, ou em cada área a ser afetada pelo projeto, de notório saber, que irão apresentar suas impressões baseadas na experiência para a elaboração de um relatório que irá relacionar o projeto e seus impactos ambientais. De preferência, os especialistas selecionados deverão ter alguma experiência ou afinidade com o tipo de projeto a ser analisado.

Este método geralmente é utilizado quando as informações disponíveis são poucas ou quando a experiência existente sobre o projeto é insuficiente para a utilização de métodos mais sofisticados.

A bibliografia apresenta, como um dos exemplos mais conhecidos do método *ad hoc*, o método Delphi (ou Delfos). Neste método são utilizadas várias rodadas com questionários nos quais os especialistas apresentam suas impressões sobre assuntos levantados anteriormente, até a obtenção de consenso ou não (RODRIGUES, 1998, p.26). Com a sucessão de rodadas de questionários, os especialistas passam a tomar conhecimento dos pareceres do grupo. Os pontos onde não existe consenso são tabelados como tais.

Este método pode ser desenvolvido num curto período de tempo e quando não existe uma grande disponibilidade de informações sobre os impactos resultantes.

Como desvantagem deste método pode ser citada uma possível subjetividade dos resultados, que irá depender principalmente da qualidade do grupo de especialistas reunidos e do nível de informação existente para o projeto. Também não existe uma análise sistemática e em profundidade dos impactos resultantes do projeto.

Segundo SUREHMA/GTZ (1992, 3100, p. 4), “a legislação vigente no país não permite sua utilização como método de Avaliação de Impacto Ambiental”.

3.2.2. Listas de controle (*checklist*)

As listas de controle podem ter variadas formas. São listas de atributos ambientais que podem ser afetadas pelo projeto em análise. Variam de simples listas de impactos ambientais causados pelo projeto até complexos inventários que podem incluir escala e significância de cada impacto sobre o meio ambiente (UNEP, 2000, p.6-5).

A bibliografia cita cinco tipos de listas de controle básicas que são: simples, descritivas, escalares, questionários e multiatributivas (SUREHMA/GTZ, 1992, 3100, p.4 e RODRIGUES, 1998, p.26-36).

As principais vantagens deste método são: a sua facilidade de compreensão, lista todos os fatores ambientais que podem ser afetados (SUREHMA/GTZ, 1992, 3100, p.4), podendo até avaliá-los através de critérios próprios, bom método para fixação de prioridades e ordenação de informações e seleção de locais (MMA, 1995, p.88).

Como desvantagens deste método, podem ser citadas: não identificam impactos diretos e indiretos, não consideram características temporais e espaciais, não unem a ação ao impacto, não analisam interações entre impactos ambientais, não consideram a dinâmica dos sistemas ambientais, quase nunca indicam a magnitude dos impactos ambientais e seus resultados são subjetivos (SUREHMA/GTZ, 1992, p.12).

3.2.2.1. Listas de controle simples

As listas de controle simples levam em consideração apenas os atributos ambientais. São úteis para evitar que algum tipo de atributo seja omitido. Não considera o comportamento de cada tipo de impacto, a técnica para sua previsão e nem os dados requeridos para a avaliação da significância sobre os atributos listados. Uma forma de tornar esta listagem mais completa é a inclusão de tópicos (atributos) abrangentes, por exemplo: ar, água, flora, fauna, clima, etc.

Um exemplo deste tipo de lista é aquela que apresenta os atributos ambientais com suas características físico-químico-biológicas. Pode incluir ainda as ações de desenvolvimento para um dado projeto, dividida em possíveis alterações no cenário ambiental, com seus respectivos impactos. As listas de controle simples também podem listar os atributos (fatores ambientais) e em qual fase do desenvolvimento do projeto este atributo irá incidir.

A lista de controle simples pode ser adaptada a vários tipos de especificidades, através da inclusão de outros atributos ou variáveis.

De acordo com Rodrigues (1998, p.27), este tipo de lista pode ser importante para a avaliação das implicações do projeto, constituindo-se numa lista inicial para uma formulação mais elaborada. Serve também para diagnosticar ambientalmente uma área de influência.

3.2.2.2. *Listas de controle descritivas*

Neste outro tipo de lista de controle além dos atributos são incluídas informações sobre os critérios de avaliação dos impactos. Estes critérios visam relacionar os efeitos ambientais aos atributos e seus grupos sociais afetados. Esta informação adicional visa facilitar a definição dos objetivos para a obtenção das informações necessárias para uma tomada de decisão sobre o projeto em análise. Estas informações servem também para um diagnóstico dos tipos de mitigação e monitoramento que serão necessários.

Um exemplo deste tipo de lista é a apresentação dos fatores ambientais com as conseqüências ligadas à implantação do projeto e seus respectivos critérios de avaliação.

Segundo SUREHMA/GTZ (1992, 3100, p.7), as listas de controle descritivas podem tomar a forma de questionário, no qual uma série de perguntas em cadeia tenta dar um tratamento integrado à análise de impactos.

Este tipo de lista de controle não permite a quantificação dos valores dos impactos, somente a sua identificação e relacionamento com alguns atributos. Portanto não é o tipo ideal para comparação entre alternativas de projeto visando a sua otimização, ou mesmo à avaliação da viabilidade de realização ou não do projeto em análise.

3.2.2.3. *Listas de controle escalar*

Servem para análise de projetos com várias alternativas de viabilização, permitindo a comparação entre elas numa base definida. Podem ser utilizadas para a comparação entre os estados anterior e posterior à implementação do projeto (RODRIGUES, 1998, p.31).

A escolha da melhor alternativa pode ser feita através da atribuição de valores numéricos, sinais ou letras para cada fator ambiental.

Este tipo de lista relaciona, na primeira coluna, os atributos ambientais (fatores) e, na outra coluna, o projeto a ser implementado. A coluna do projeto será dividida nas possíveis alternativas em análise. Cada atributo relacionado a um tipo de alternativa deverá ser avaliado numericamente, através de critérios previamente definidos. A soma final e a sua análise à luz destes critérios irá definir qual a melhor alternativa a ser implementada. Podem ser incluídas informações adicionais como a variação diferencial de cada atributo. Este dado irá indicar quais atributos são mais vantajosos ou prejudiciais e onde será necessário tomar maiores cuidados com relação a sua mitigação e monitoramento. Este aspecto serve para avaliar a demanda tecnológica de controle de cada atributo ambiental, de um dado projeto.

A escala de atributos deverá ter a sua complexidade definida considerando-se o tipo de projeto, sua escala, seus impactos ambientais, etc. Os atributos também podem ser selecionados considerando-se a legislação vigente e seus respectivos limites de tolerância.

Estes dados podem ser apresentados em uma lista, considerando-se para cada atributo os níveis estimados antes e após a implementação do projeto para a mesma alternativa. Neste caso fornecem uma avaliação do projeto antes e depois da sua implantação.

3.2.2.4. *Questionários*

Na falta de dados específicos e confiáveis, ou devido aos custos elevados para obter esta informação, ou à dificuldade de se obter avaliações precisas das conseqüências de um projeto sobre o meio ambiente, os empreendedores

recorrem à experiência de especialistas (consultores) (RODRIGUES, 1998, p.35).

Neste método os consultores baseados nas suas experiências e em bibliografia apropriada desenvolvem um questionário específico para o projeto em análise. O objetivo deste questionário é a valoração dos impactos ambientais do projeto.

O questionário deve apresentar seus objetivos (o que será valorado) e uma lista de variáveis (ou impactos) a serem valorados. A definição do questionário envolverá várias consultas a especialistas, nas diferentes áreas. Este questionário deverá ser respondido pelos consultores contratados para o desenvolvimento do projeto. Caso for desejo dos empreendedores ou devido à complexidade do projeto, poderá ser aliado com outra equipe de especialistas e a técnica *ad hoc*. A avaliação final de consenso entre os dois grupos deverá ser feita conjuntamente.

Na análise das variáveis ambientais de um projeto seja através de consultores com suas experiências, seja através de material técnico disponível, em qualquer alternativa, sempre existirá um grau de subjetividade nos métodos de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA).

Também neste método não é obtida a valoração da significância das variáveis e de seus impactos.

Este método contém um certo grau de subjetividade introduzida pelos especialistas.

3.2.2.5. *Lista de utilidade de atributos*

Este método é baseado na teoria de multiatributos. Deve ser empregado na análise de projetos que envolvam mais de uma alternativa, com diferentes tipos de impactos ambientais que necessitem ser avaliados. Este método também é baseado em análises de consultores.

Consiste em inicialmente selecionar uma série de parâmetros que possam ser medidos ou estimados. Para cada parâmetro devem ser obtidos seus valores de ocorrência real e potencial. Para avaliar estimativas de ocorrência de parâmetros podem ser utilizados modelos computacionais ou dados

existentes de projetos similares. Definem-se ainda um fator de utilidade e uma constante de importância relativa, para cada parâmetro. O somatório das constantes de importância deverá ser igual a um. Definidos todos estes valores, poderá ser composto o índice de qualidade ambiental (IQA) para cada alternativa em estudo. Inicialmente é feito, para cada parâmetro do projeto, o produto dos valores de ocorrência vezes o fator de utilidade e vezes a constante de importância. Posteriormente é feito o somatório dos resultados de todos os parâmetros, visando obter um IQA para cada alternativa do projeto. Quanto mais próximo da unidade (IQA mais alto), melhor será a qualidade ambiental da alternativa (RODRIGUES, 1998, p.36).

A aplicação deste método engloba algumas subjetividades que podem ser minimizadas através de informações de consultores especializados e obtenção de dados confiáveis através de outros projetos semelhantes.

Segundo Rodrigues (1998, p.39),

“ (...) a aplicação deste método depende do conhecimento profundo da importância de cada parâmetro no projeto em questão e da definição adequada das funções utilidade, mas oferece um modelo sistematizado que permite comparar as situações e projetos em uma mesma base de consideração”.

3.2.3. Matrizes

Matrizes são como tabelas que podem ser usadas para identificar a interação entre atividades de projeto e características ambientais (MORRIS, 2000, p.214). Usando a tabela, uma interação entre uma atividade (ação proposta) e uma dada característica ambiental (fator ambiental), pode ser notada na célula que é comum a ambas na “rede” (UNEP, 2002, p.2). Funcionam como listas de controle bidimensionais.

Os comentários poderão ser feitos nas células para realçar severidade do impacto ou outras características relacionadas à natureza do impacto, por exemplo (UNEP, 2000, p.6-5):

- símbolos podem identificar o tipo de impacto (como direto, indireto, cumulativo);

- números ou uma gama de tamanhos de ponto para indicar uma maior ou menor característica do impacto (magnitude, importância, severidade, significância, etc.);
- podem ser feitos comentários descritivos.

Através das matrizes podem ser avaliados os impactos a serem gerados no empreendimento. Podem ser conhecidas as ações propostas que causam o maior número de impactos e aquelas que afetam os fatores ambientais mais relevantes.

A melhor matriz de interação conhecida foi desenvolvida por Leopold et al. Esta matriz tem 88 características (fatores) ambientais nas linhas da tabela e 100 ações de projetos na coluna e é satisfatória para utilização na maioria dos projetos (MMA, 1995, p.90). Considerando uma matriz com as 88 características ambientais e as 100 ações de projetos, são possíveis 8.800 interações entre eles. (LEOPOLD et al., 1971, p.4). A matriz de Leopold foi e continua a ser adaptada amplamente e deu origem a uma série de outras matrizes.

Este método tem como vantagem a sua relação entre causa e efeito (SOUZA, 2000, p.12), a forma como os resultados são exibidos, a simplicidade de elaboração e o baixo custo (SUREHMA/GTZ, 1992, 3100, p.5).

Como desvantagem podem ser enfatizados os seguintes aspectos: a dificuldade para distinguir os impactos diretos dos indiretos, não identifica os aspectos espaciais dos impactos e não considera a dinâmica dos sistemas ambientais analisados (SUREHMA/GTZ, 1992, 3100, p.5).

3.2.4. Superposição de mapas

Este método é utilizado para sistemas geográficos. Consistia originalmente na superposição de imagens impressas em transparências (RODRIGUES, 1998, p.39). A intensificação da cor era entendida como áreas com impactos ambientais mais intensos. Atualmente com a ajuda da computação gráfica e informações obtidas por satélites, radares ou fotografias digitalizadas, este método tem se tornado mais simples, rápido, manipula uma

série imensa de informações rapidamente e o nível de precisão atual é incomparavelmente maior do que os métodos anteriores.

Este método original e relativamente simplista foi desenvolvido por McHarg, em 1969 (MMA, 1995, p.91 e MUNN, 1979, p.3), que traçou dados sobre transparências de forma que eles poderiam ser superpostos para ganhar uma impressão visual global da concentração de impactos (SOUZA, 2000, p.13). Este sistema estava um pouco limitado em sua aplicação.

Uma versão mais moderna do método (*“Geographic Information System – GIS”*) através da utilização do computador ampliou a sua gama de aplicação e tornou-o método mais exato. Este tipo de método divide a área de um mapa em células e para cada célula armazena uma gama grande de informação (MUNN, 1979, p.3). A maior desvantagem da utilização de um sistema “GIS” é a despesa envolvida para a realização de um estudo deste nível. Conforme SUREHMA/GTZ (1992, 3100, p.5), outras desvantagens são: não admite fatores ambientais que não possam ser mapeados, possui difícil integração dos impactos socioeconômicos e não considera a dinâmica dos sistemas ambientais. A principal vantagem deste método é a identificação do impacto, sua apresentação direta e espacial dos resultados.

Sistemas “GIS” são uma ferramenta poderosa na identificação futura de impactos e na gestão de impactos cumulativos (UNEP, 2000, p.6.6).

3.2.5. Redes de interação

São esquemas que representam a seqüência de operações entre os componentes de um projeto (MORRIS, 2000, p.214). Este método é sistêmico. As redes de interação simulam o projeto antes da sua implementação, favorecendo a avaliação dos parâmetros de uma forma conjunta e simultânea.

Uma das características do método das redes de interação é identificar impactos indiretos e sinérgicos (secundários), subseqüentes ao impacto principal (MORGAN, 1998, p.128).

As redes viabilizam a identificação de interações entre impactos (indiretos, sinérgicos, etc.) (UNEP, 2000, p.6.6), permitem uma abordagem integrada na análise dos impactos e suas interações, facilitam a troca de informações entre

disciplinas (SUREHMA/GTZ, 1992, 3100, p.5), relacionam os processos de um mesmo projeto, as ações para a avaliação de cada impacto, bem como as medidas de mitigação.

As redes são de utilidade tanto para orientar a equipe do projeto como para apoiar a confecção de uma matriz de avaliação (matriz de interação) destes impactos, informando quais serão os impactos e onde (localização) eles deverão ser analisados. Uma matriz de interação geralmente é composta por uma lista de atividades (eixo vertical) relacionadas ao projeto e uma lista de fatores ambientais (eixo horizontal).

O método de redes pode ser usado junto com outros métodos, é útil e assegura a identificação de impactos de segunda ordem. Redes mais detalhadas podem ser demoradas e difíceis de serem produzidas, a menos que seja através de um programa de computador.

Como desvantagens pode ser apresentado que as redes de interação não consideram o fator tempo (MORGAN, 1995, p.128), não definem a sua importância relativa, não consideram aspectos espaciais e temporais (SUREHMA/GTZ, 1992, 3100, p.5). Segundo MMA (1995, p.90), o conhecimento científico disponível ainda não permite identificar e descrever com precisão todas as características do meio e suas inter-relações.

3.2.6. Diagramas de sistemas

Da evolução do método de redes de interação surgiu o método dos diagramas de sistemas. Estes diferem das redes porque incluem uma indicação da intensidade do impacto ambiental (RODRIGUES, 1998, p.45). A principal característica dos diagramas de sistemas aplicados ao impacto ambiental é a consideração do fluxo de energia. A energia entra no sistema, passa pelos diversos elementos, gera diferentes processos e sai.

A análise energética dos sistemas foi proposta inicialmente por ODUM (1983, p.77). Existe uma simbologia específica para a construção de diagramas de fluxo de energia. Pelo diagrama podem ser determinados os efeitos das ações e o comportamento do sistema, avaliando a intensidade dos impactos

(MORGAN, 1998, p.131). Estes diagramas podem ser aplicados a vários tipos de sistemas e, portanto, podem assumir formas complexas.

Como desvantagens pode ser considerado que este método não avalia intensidade de ruído, fatores estéticos e variáveis culturais e sociais.

3.2.7. Modelos de simulação

São programas de computadores que tentam simular os diversos sistemas ambientais de um projeto (SOUZA, 2000, p.13). Esta simulação pode ser realizada a partir dos diagramas de sistemas. É o único método de Avaliação de Impacto Ambiental que pode introduzir a variável temporal para considerar a dinâmica dos sistemas (SUREHMA/GTZ, 1992, 3100, p.5). A resposta destes programas são gráficos que representam o comportamento dos sistemas dentro de parâmetros definidos. Este tipo de método foca o objetivo da pesquisa apenas nos fatores essenciais para a definição do seu comportamento. Apresenta a interação existente entre os sistemas ambientais e seus impactos relacionados com o tempo de ocorrência (SUREHMA/GTZ, 1992, 3100, p.30). Deve ser evitado um número exagerado de medições ou análise de fatores, pois cada simulação agrega complexidade ao modelo (método) e também pode incluir erros. Portanto o modelo deve ser mantido de maneira simples, sem a inclusão de complexidades desnecessárias.

O seu objetivo é fornecer diagnósticos e prognósticos sobre a qualidade ambiental dentro de uma determinada área de influência do projeto.

Devido a ser um método mais sofisticado e dispendioso (SOUZA, 2000, p.14) que os demais, é utilizado geralmente para projetos de grande porte. Os modelos de simulação utilizam modelagem matemática que tende a simplificar a realidade (UNEP, 2002, p.3).

Atualmente existe uma quantidade grande de modelos de simulação específicos para as mais diversas áreas, sistemas e tipos de projeto.

Conforme SUREHMA/GTZ (1992, 3100, p.5), outras vantagens, além daquelas informadas anteriormente, são: promover a troca de informações e interações das disciplinas e organizar um grande número de variáveis quantitativas e qualitativas.

3.2.8. Sistemas especialistas em computador

Um sistema especialista é um conhecimento baseado num sistema computadorizado. O usuário é questionado sistematicamente com uma série de perguntas que foram desenvolvidas, através de conhecimento preexistente do sistema e as suas inter-relações que serão investigadas (UNEP, 2000, p. 6.6). As revisões de sistemas especialistas e as respostas dadas a cada pergunta direcionam para uma próxima pergunta.

Sistemas especialistas são métodos particularmente intensivos de análise de informação. Eles também têm potencial para ser mais potente no futuro porque são construídos lógica e sistematicamente com o passar do tempo, constantemente são revisados e aprimorados em função da experiência em projetos similares anteriores.

3.3. Conclusão

Comparando os métodos apresentados pode ser afirmado que nenhum método para avaliação de impacto necessariamente é o melhor para ser usado em todas as ocasiões (LEOPOLD et al., 1971, p.7). Dois métodos podem ser combinados para tornar a avaliação mais completa e exata (MORGAN, 1998, p.116).

A escolha do método pode depender de vários fatores e incluir (adaptado de SUREHMA/GTZ, 1992, 3100, p.6 e MORGAN, 1998, p.116):

- tipo e tamanho do projeto;
- qual o objetivo da avaliação;
- alternativas que também devem ser avaliadas;
- a natureza dos impactos prováveis;
- a natureza e conveniência do método de identificação do impacto;
- a experiência da equipe de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) com o método de identificação do impacto escolhido;
- os recursos disponíveis – custo, informação, tempo, pessoal;
- o tipo de envolvimento público no processo e
- a experiência do empreendedor com o tipo de projeto e tamanho.

Para a escolha do método a ser utilizado, inicialmente deverão ser identificados os impactos ambientais. Estes devem ser analisados com relação ao seu tamanho, potencial e natureza de cada um. Esta previsão poderá utilizar dados físicos, biológicos, socioeconômicos, antropológicos e técnicas diversas. Pode empregar modelos matemáticos, foto-montagem, modelos físicos, modelos socioculturais, modelos econômicos, experiências ou julgamentos especialistas. Em muitos casos este trabalho precisará ser levado a cabo por especialistas nas áreas de interesse.

Para prevenir despesas desnecessárias, as técnicas de previsão de impactos devem ser utilizadas proporcionalmente à extensão da Avaliação de Impacto ambiental (AIA), ao tamanho do projeto e à importância dos impactos.

Onde possível, deverão ser previstos impactos quantitativamente. Isto ajuda na comparação entre alternativas. Se a quantificação for difícil, então é importante que sejam usadas técnicas que habilitem os impactos a serem comparados sistematicamente.

A mudança causada por um impacto particular pode ser avaliada comparando o estado atual com o estado futuro esperado dos componentes ambientais. Uma das primeiras tarefas envolvidas na análise detalhada de um impacto é a coleta de informação que ajudará a descrever a situação do caso básico no momento da implementação.

Em muitos casos é provável que algumas das condições do caso básico atual ainda existirão quando o projeto for implementado.

Alguns empreendimentos, em particular projetos de grande porte, podem levar muito tempo para entrar em operação. Neste caso as previsões precisarão ser feitas sobre como evoluirão as condições do caso básico durante este espaço de tempo. Isto envolverá a consideração dos seguintes fatores:

- estado atual;
- tendências atuais e futuras;
- efeitos dos projetos já implementados e
- efeitos de outros projetos que serão completados antes da implementação do projeto em consideração.

Haverá algumas circunstâncias nas quais a coleta de dados não será possível, e o especialista de Avaliação de Impacto Ambiental, ou a equipe, terá que usar o seu próprio julgamento para fazer previsões. Quando isto acontece deverão ser incluídas as devidas explicações.

Capítulo 4

Método para Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) em projetos de grande porte

4.1. Considerações Iniciais

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é um dos instrumentos básicos para a tomada de decisão sobre a implementação ou não de um empreendimento. A Avaliação de Impacto Ambiental é parte integrante do EIA e de uma série de sistemas de gestão relacionados com o meio ambiente. O EIA é um documento importante para auxiliar e facilitar as negociações entre os agentes e grupos envolvidos na implantação de projetos.

Este capítulo apresenta um método para a Avaliação de Impacto Ambiental em projetos de grande porte. A literatura disponível sobre Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) engloba métodos e técnicas preditivas para a estimativa e mensuração dos impactos ambientais a serem causados por empreendimentos variados.

Este método está baseado no procedimento usual para apresentação dos EIA/RIMAs de empreendimentos de grande porte, combinada com a avaliação de cenários para diferentes localizações e diferentes estágios do processo de implantação ou não de um empreendimento, e ainda a utilização das matrizes de Leopold, de forma simplificada e dirigida, para a quantificação dos resultados.

Neste capítulo não serão apresentados todos os itens de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA), conforme apresentado no capítulo 2. Serão

abordados apenas os itens necessários para caracterizar o método em questão.

4.2. Equipe para elaboração das matrizes

Segundo CONAMA n° 237/97 (1997, p.6), no seu artigo 11:

“os estudos necessários ao processo de licenciamento deverão ser realizados por profissionais legalmente habilitados, às expensas do empreendedor. O empreendedor e os profissionais que subscreverem os estudos previstos serão responsáveis pelas informações apresentadas, sujeitando-se às sanções administrativas, civis e penais”.

Os componentes da equipe ou empresa deverão estar devidamente registrados no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental gerido pelo IBAMA (MMA, 1995, p.65).

Esta equipe deverá ser multidisciplinar (LEOPOLD et al., 1971, p.1) e envolver técnicos, engenheiros, sociólogos, médicos, políticos e lideranças locais, interessados, ONGs, enfim, todas as áreas que tenham alguma relação com os fatores ambientais impactados. Deverá ser dada especial atenção para que cada meio (físico, biótico e socioeconômico) seja representado pelo mesmo número de pessoas e com o mesmo nível de qualificação.

A equipe deverá tomar conhecimento do projeto, suas características, seus objetivos, a forma como será implementado, como será operado e principalmente avaliar seus impactos ambientais. Deverá visitar a área, antes do início dos trabalhos de campo (obra) e, se necessário, entrar em contato com a população circunvizinha à área ou à região.

Após explorar exhaustivamente estes aspectos, a equipe deverá se reunir, discutir e identificar os diversos impactos ambientais ocasionados pelo projeto em estudo na região.

À medida que os impactos ambientais forem sendo discutidos e identificados, deverão também ser mensurados, conforme o método exposto no próximo item.

Segundo MMA (1995, p.45), a equipe multidisciplinar fornecerá as bases técnico-científicas para o estabelecimento de compromissos políticos e

institucionais em relação às conclusões do EIA/RIMA, pelo qual é tecnicamente responsável, mantendo sempre a independência em relação ao proponente do projeto, conforme estabelecido na Resolução CONAMA nº 001/86.

Visando manter o modelo estruturado, o autor sugere o seguinte roteiro para a equipe desenvolver os seus trabalhos, aliado à seqüência do método proposto:

- reunião geral para conhecimento da equipe e definição da filosofia e do roteiro do trabalho;
- apresentação do projeto e suas interfaces com o meio ambiente;
- discussão e identificação preliminar dos impactos ambientais do projeto;
- visita ao campo e à região onde será implementado o projeto (locais mais viáveis para a implantação do projeto);
- reunião sobre aspectos gerais dos locais escolhidos, análise da região e da população atingida;
- discussão sobre o processo do empreendimento e seus impactos ambientais;
- definição da melhor localização;
- início da discussão sobre a avaliação dos impactos ambientais;
- mensuração dos indicadores ambientais e
- montagem dos cenários para a localização escolhida.

4.3. Método proposto para Avaliação do Impacto Ambiental (AIA)

O método proposto envolve a técnica de cenários (CEMIG, 1999, p.3.1) e a matriz de Leopold (Leopold et al., 1971, p.1).

A avaliação dos impactos ambientais através da técnica de cenários deverá simular cenários para diversas situações, a saber: cenário atual, cenário natural sem a implantação do empreendimento e cenários futuros, com o empreendimento sem e com as medidas de controle ambiental. Paralelamente avalia os impactos ambientais considerando sua magnitude e importância, hierarquizando-os.

A técnica de matrizes, desenvolvida por Leopold, complementarará o método proposto visando quantificar e classificar as melhores alternativas a

serem escolhidas para o desenvolvimento do projeto.

Entre as diversas fases do desenvolvimento do método, deverão ser realizadas análises e comentários sobre os resultados obtidos, no intuito de incluir uma análise qualitativa dos resultados, visando agregar ao método proposto aspectos analíticos em complementação à análise quantitativa.

Resumidamente o método proposto será descrito em três etapas: a primeira descreve o método de maneira geral, a segunda descreve o processo de localização e a terceira etapa apresenta a montagem dos cenários.

Primeira etapa – Método geral (representado na figura 4.1)

- Elaborar um escopo contendo as principais informações relativas ao empreendimento, que servirá como base para que todos os envolvidos, direta ou indiretamente, tenham ciência do seu porte, dos seus impactos, das quantias envolvidas e das possíveis conseqüências que advirão após a sua implementação.
- Caso a região (área de estudo) comporte mais de uma localização viável para a implementação do empreendimento, as diversas alternativas deverão ser comparadas entre si para a seleção da melhor localização.
- A partir da caracterização da melhor localização e do conhecimento do empreendimento a ser implementado, será elaborado um diagnóstico ambiental vigente através de um cenário (cenário atual).
- A seguir, a equipe envolvida no trabalho deverá estimar dois tipos de cenários futuros (prognóstico). O primeiro será um cenário futuro da região sem a implantação do empreendimento (cenário natural). O segundo será um cenário futuro da região com a implantação do projeto, mas sem a adoção das medidas de proteção ambiental (futuro irreal).
- Se for realizada uma comparação entre os cenários natural e futuro irreal, as diferenças entre estes dois cenários serão os impactos ambientais causados pelo empreendimento.
- Os impactos ambientais negativos decorrentes desta análise deverão ser cobertos por programas ambientais específicos que deverão controlar, mitigar, compensar e monitorar cada tipo de impacto envolvido na implantação do empreendimento.

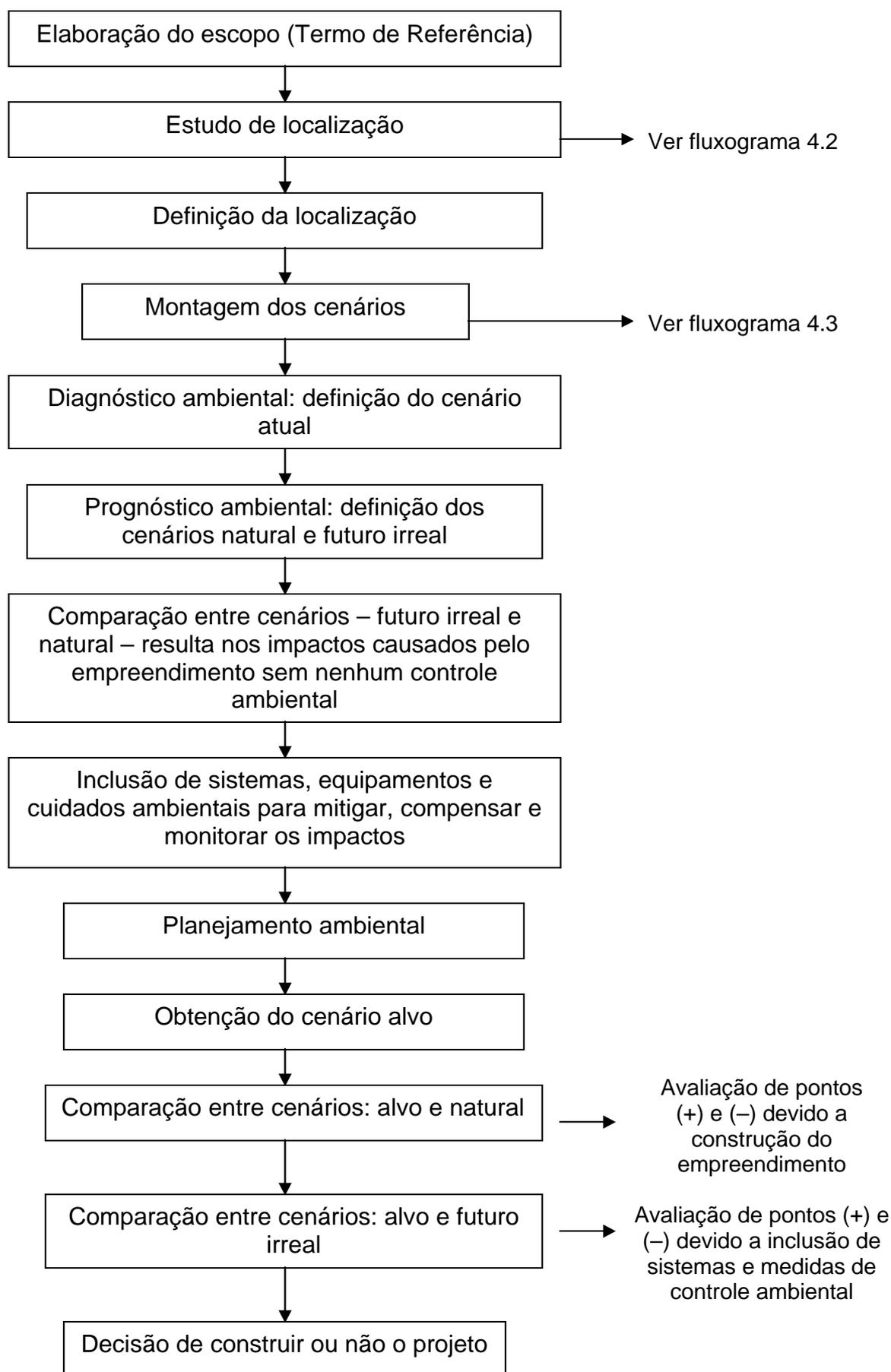


Figura 4.1 Método Geral

- Deverão ser previstos a inclusão de equipamentos e sistemas para controle dos impactos ambientais e um planejamento ambiental, através dos “Programas Ambientais”. Este planejamento ambiental servirá para definir o cenário alvo, que será o cenário final com o empreendimento já construído, com seus impactos ambientais mitigados, compensados ou monitorados e com o empreendimento em operação. Caso este cenário atenda à legislação vigente e às expectativas da região onde será implementado, este deverá ser o resultado a ser perseguido para a viabilização do empreendimento.
- Este cenário alvo deverá ser comparado com os cenários natural e futuro irreal para verificar as vantagens da implementação do empreendimento. O cenário alvo deverá ser mais benéfico que o cenário futuro irreal e deverá ser comparado ao cenário natural para verificação de quais serão as vantagens de construir o empreendimento ou de não construir o empreendimento.

Segunda etapa – Processo de localização (representado na figura 4.2)

- Cada análise comparativa, entre localizações ou entre cenários, será baseada na técnica da matriz de Leopold. Serão escolhidas determinadas ações propostas e determinados fatores ambientais, correlatos ao tipo do projeto e à sua implementação e operação.
- Haverá um conjunto de matrizes para cada meio. O tamanho do conjunto de matrizes será função das ações propostas e dos fatores ambientais escolhidos, dentro da teoria proposta por Leopold (anexo 2).
- As matrizes serão compostas por ações propostas x fatores ambientais. As ações propostas deverão ser posicionadas na horizontal e os fatores ambientais na vertical. Conforme MMA (1995, p.90), a escolha das ações propostas e dos fatores ambientais que irão compor as matrizes deverá ser justificada técnica e cientificamente.
- Conforme a teoria das matrizes de Leopold, para cada célula da matriz deverão ser estimados dois valores: magnitude e importância do impacto.
- Cada valor deverá ser estimado entre +1 a +10 para os impactos ambientais que tragam melhoria ao meio ambiente (positivos) e entre -1 a

-10 para os impactos ambientais que sejam predatórios ao meio ambiente (negativos). Quanto mais positivo o valor, maior será a vantagem (para os impactos positivos) e quanto mais negativo o valor, maior será a deterioração do meio ambiente (para os impactos negativos).

- Com base nas premissas acima, serão montadas e mensuradas várias matrizes (matrizes cruzamento) para os três meios envolvidos (físico, biótico e socioeconômico).
- Os valores médios das médias e dos totais de cada matriz cruzamento serão transferidos para uma matriz resumo (uma para cada localização).
- A matriz resumo que tiver a melhor avaliação, com relação aos impactos positivos e negativos, será a localização escolhida para a outra etapa da Avaliação de Impacto Ambiental.

Terceira etapa – Montagem dos cenários (representada na figura 4.3)

- Inicialmente devem ser definidos os cenários, as ações propostas (para a execução do projeto) e os fatores ambientais (que serão impactados pelo projeto).
- A montagem dos cenários segue a mesma estratégia da montagem das matrizes para o estudo de localização do projeto.
- São montadas e mensuradas várias matrizes (matrizes cruzamento) para os três meios envolvidos (físico, biótico e socioeconômico). Cada conjunto de matrizes irá representar um tipo de cenário.
- A seguir os valores destas matrizes serão transferidos para dois conjuntos de tabelas. O primeiro apresentará o somatório dos valores médios e totais dos fatores ambientais. Estas tabelas servirão para avaliar quais são os fatores ambientais mais impactados com o empreendimento. Servirá para priorizar as atividades de proteção ambiental, em função do meio atingido, quando do desenvolvimento do projeto.

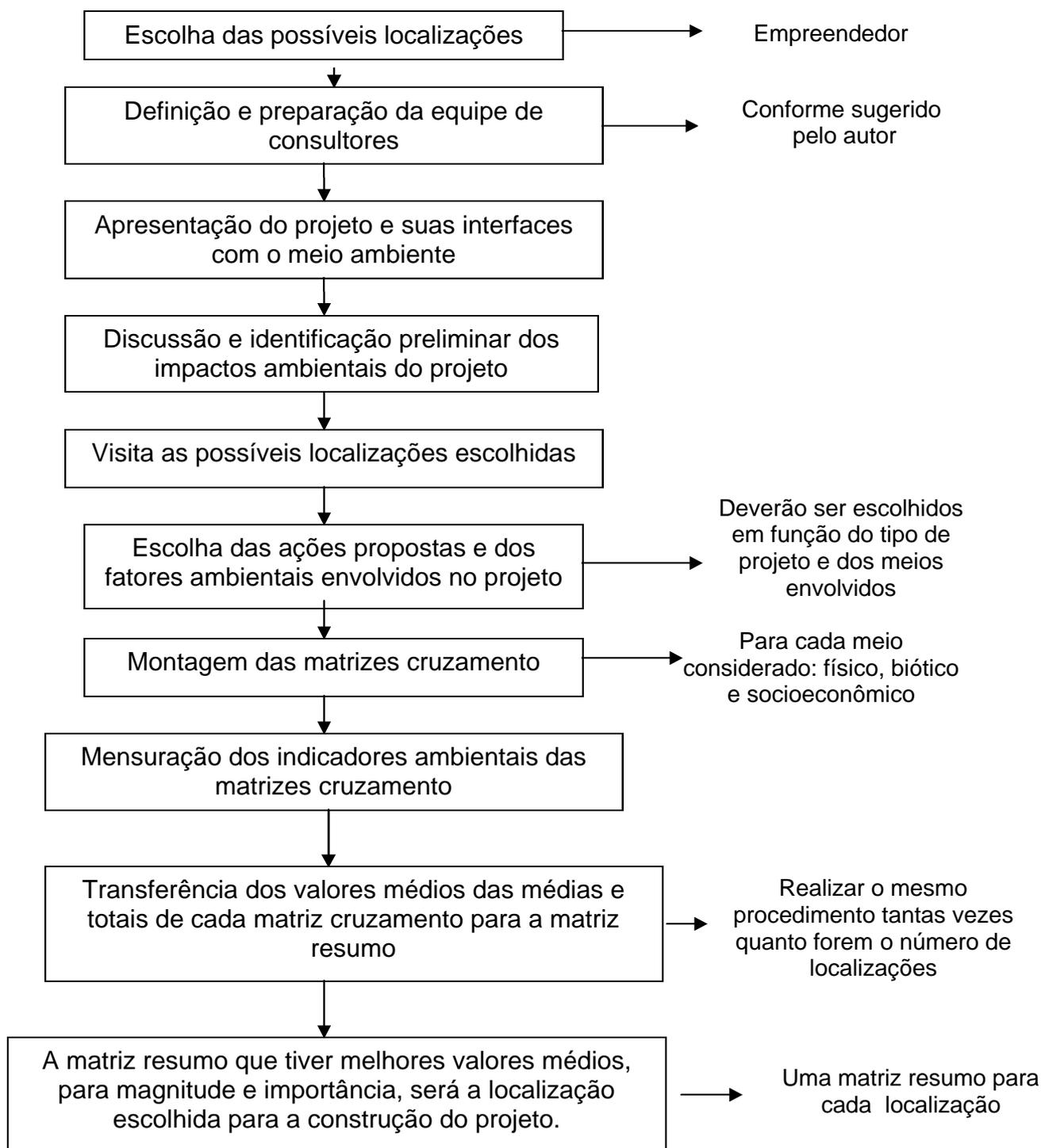


Figura 4.2 – Fluxograma para localização do projeto

- O segundo conjunto será o das matrizes resumo (tabelas dos resultados). As matrizes resumo serão compostas pelas médias dos valores médios e totais de cada conjunto de matrizes cruzamento (classe de fatores ambientais x classe de ações propostas). Das matrizes resumo serão obtidas as características dos impactos mais afetadas (negativamente ou positivamente), os meios mais impactados e as classes das ações propostas mais impactantes.
- Para cada etapa, serão totalizados todos os resultados, e aquela alternativa que obtiver o maior total numérico entre as opções terá o menor ou o maior impacto ambiental, dependendo do sinal do impacto. Se o sinal for negativo, será um impacto que prejudica o meio ambiente e, conseqüentemente, se o sinal for positivo, o impacto trará benefícios para o meio ambiente.
- A tabulação dos resultados finais é feita do fim para o início, isto é: matrizes resultado (características dos impactos mais afetadas, os meios mais impactados e as classes das ações propostas mais impactantes), tabelas somatório dos valores médios e totais dos fatores ambientais (fatores ambientais mais impactados) e matrizes cruzamento (ações ambientais mais impactantes).
- Após a montagem das matrizes e tabelas e a realização de todos os estudos, com base nos resultados obtidos, deverá ser elaborada uma estratégia para o desenvolvimento do empreendimento, abrangendo a sua inserção regional em todas as etapas.
- Finalizando, deverão ser confeccionados o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) nos quais será apresentado o resultado da Avaliação de Impacto Ambiental relacionado ao empreendimento. Estes documentos serão enviados aos órgãos competentes, à comunidade atingida e às pessoas interessadas no empreendimento para análise e discussão.

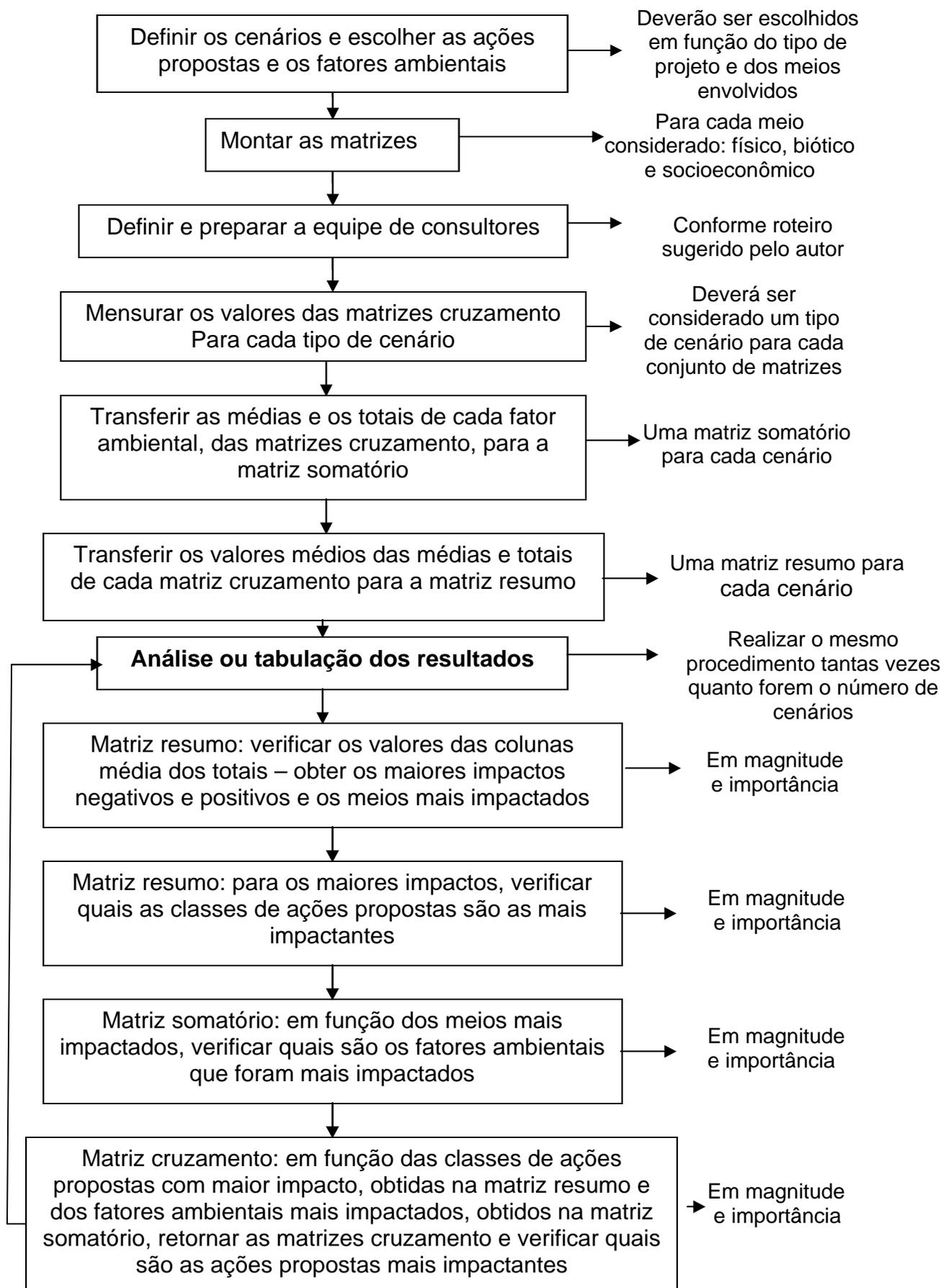


Figura 4.3 – Fluxograma para construção de cenários

4.4. Escopo (Termo de Referência)

No item 2.9.2 foi apresentada a importância do escopo dentro do Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Neste item será descrito, entre outras informações, o que poderá ser incluído num escopo (ou Termo de Referência) de um empreendimento de grande porte. O escopo deve descrever o empreendimento e apresentar entre outras informações as condições de contorno para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

O escopo pode ser usado para (UNEP, 2000, p.5.3):

- informar as pessoas afetadas pela proposta e as alternativas viáveis do projeto;
- identificar os possíveis efeitos no meio ambiente do projeto e suas alternativas;
- identificar os possíveis efeitos das mudanças ambientais previstas;
- entender os valores sobre a qualidade do meio ambiente esperada pelos indivíduos e grupos que poderiam ser afetados pelo projeto e as suas alternativas;
- avaliar as preocupações expressadas e os possíveis efeitos ambientais com a finalidade de evitar e/ou facilitar um diagnóstico futuro;
- definir os limites de qualquer avaliação adicional exigida, espaço, assunto e tempo;
- determinar a natureza de qualquer avaliação adicional exigida em termos de métodos analíticos e procedimentos de consulta;
- organizar, focar e comunicar os impactos potenciais e preocupações, ajudar na análise adicional e na sua tomada de decisão e
- estabelecer os assuntos a decidir para serem usados como base da avaliação.

O escopo pode ser elaborado conjuntamente entre o empreendedor e o órgão ambiental responsável pelo licenciamento para que venha a servir como ferramenta facilitadora para a relação futura entre as partes. Este procedimento nem sempre ocorre. Dependendo do Estado e do órgão ambiental, a

elaboração do Termo de Referência pode ser realizada com ou sem o seu acompanhamento e com ou sem a sua aprovação.

O escopo deverá ser definido numa fase inicial do projeto, mas a sua reavaliação continuará ao longo de todo o Processo da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA).

Uma lista típica de passos para a realização do escopo é a seguinte (adaptado de UNEP, 2000, p. 5.5 e SADLER, 1999, p.5.4):

1. preparar um esboço da sua abrangência (objetivos, descrição da proposta, contexto, constrangimentos, alternativas possíveis, envolvimento público, entre outros);
2. desenvolver o esboço através de discussão com o empreendedor, com o órgão ambiental responsável e com os demais envolvidos no projeto agregando informações disponíveis;
3. fazer um levantamento sobre a informação disponível;
4. identificar os assuntos mais preocupantes;
5. avaliar as preocupações dos envolvidos numa perspectiva técnica e subjetiva, enquanto avalia as prioridades dos assuntos mais importantes e
6. desenvolver uma estratégia para avaliar e solucionar cada assunto fundamental, inclusive exigências de informação e assuntos para estudos adicionais.

De acordo com MMA (1995, p.61), um roteiro básico de um escopo (ou Termo de Referência) para os estudos de impacto ambiental pode englobar:

- identificação do empreendedor;
- caracterização do empreendimento;
- delimitação da área de influência do empreendimento;
- forma de análise e apresentação dos resultados;
- diagnóstico ambiental da área de influência;
- prognóstico dos impactos ambientais do projeto e suas alternativas e
- controle ambiental do empreendimento: alternativas econômicas e tecnológicas para a mitigação dos danos potenciais ao meio ambiente.

4.5. Caracterização ambiental das áreas de estudo

A caracterização ambiental das áreas de estudo será baseada na técnica das matrizes de Leopold. Apresenta, para cada tipo de meio (físico, biótico e socioeconômico), as ações propostas e os fatores ambientais que deverão ser analisados para comporem a avaliação ambiental da localização e dos diversos cenários, conjuntamente com a implantação ou não do empreendimento. As ações propostas referem-se às modificações necessárias para a implantação do empreendimento e os fatores ambientais devem retratar as características atuais de maior relevância de cada meio estudado.

No anexo 2 é apresentada uma relação das ações propostas e dos fatores ambientais, conforme proposta original de Leopold. De acordo com Rocha (2000, p.42), deverão ser consideradas somente aquelas (ações propostas e fatores ambientais) que tiverem alguma relação com o empreendimento. Segundo Leopold (LEOPOLD et al., 1971, p.5), nem todas as ações propostas e os fatores ambientais listados (anexo 2) se aplicam a todas as propostas de projeto. A estrutura da matriz foi concebida para a exclusão e inclusão de itens adicionais, quando for o caso.

Com base na teoria das matrizes proposta por Leopold (anexo 2), segue uma sugestão baseada na experiência do autor deste trabalho, para a relação das ações propostas e dos fatores ambientais a serem analisados para um estudo de caso de uma usina termelétrica a ser desenvolvido neste trabalho:

Ações propostas (MUNN, 1979, p.7)

- Território e processos
 - Construção da usina;
 - Construção da linha de transmissão;
 - Ruídos e vibrações.
- Alteração do terreno e tráfegos
 - Movimentação de terra e aterros;
 - Alteração da hidrologia;
 - Controle da erosão;
 - Rodovias de tráfego pesado;

- Tráfego fluvial.
- Tratamento dos resíduos
 - Depósitos de rejeitos;
 - Descargas de água quente;
 - Tanques de estabilização;
 - Esgotos;
 - Emissões de gases residuais;
 - Geração de poeira suspensa.

Fatores ambientais

- Meio físico – características físicas e químicas
 - Terra – solos;
 - Água – qualidade;
 - Água – temperatura;
 - Atmosfera – qualidade;
 - Atmosfera – temperatura;
 - Processos.
- Meio biótico – condições biológicas
 - Flora terrestre;
 - Flora aquática;
 - Microflora;
 - Fauna terrestre;
 - Fauna aquática;
 - Microfauna.
- Meio Socioeconômico – Fatores culturais – Usos do território
 - Agricultura;
 - Zona comercial;
 - Zona industrial;
 - Minerações e locais de despejos;
 - Zonas úmidas;
 - Sítios arqueológicos.
- Meio Socioeconômico – fatores culturais – nível cultural

- Padrão de vida (aumento da pobreza);
- Saúde;
- Emprego;
- Densidade populacional;
- Nível de ensino;
- Economia local.
- Meio Socioeconômico – fatores culturais – serviços e infra-estrutura
 - Rede de transportes;
 - Rede de serviços;
 - Eliminação de resíduos sólidos;
 - Saneamento (melhoria dos serviços de água e esgoto dos municípios vizinhos);
 - Tributos;
 - Inibição de outra forma de desenvolvimento.

Com base nas ações propostas e nos fatores ambientais, em combinação com as localizações e diversos cenários, deve ser desenvolvido um modelo que permita visualizar, definir e entender os impactos ambientais decorrentes da implantação de um empreendimento de grande porte, bem como decidir qual a melhor alternativa a ser escolhida que atenda aos interesses de todos os envolvidos.

4.6. Análise das localizações propostas

Este item tem o objetivo de comparar as diversas localizações propostas pelo projeto, dentro de uma mesma região, e escolher aquela que venha a causar o menor impacto ambiental.

O método utilizado será através da avaliação da qualidade ambiental de cada localização. Portanto deverá ser estimado um cenário base para cada localização. O cenário deverá ser considerado com a implementação do empreendimento, levando-se em conta todos os impactos ambientais decorrentes do mesmo e sem a adoção das medidas de controle ambiental (de mitigação, controle e monitoramento).

Cada localização deverá apresentar um cenário resultante através da análise das matrizes propostas pelo método. Se forem adotadas as ações propostas e os fatores ambientais sugeridos no item 4.5. Caracterização ambiental das áreas de estudo, serão construídas quinze matrizes (vide tabela 4.1) para cada localização, com as “ações propostas” na horizontal (colunas) e os “fatores ambientais” na vertical (linhas), conforme proposto na teoria das matrizes de Leopold (LEOPOLD et al., 1971, p.4).

A cada cruzamento de linha com coluna corresponde um indicador ambiental, que é mensurado relativamente ao comportamento de uma determinada ação proposta com o seu respectivo fator ambiental. Esta variável permite a aferição da situação ambiental para as diversas localizações.

De acordo com a teoria das matrizes de Leopold, para cada indicador ambiental (célula da matriz) deverão ser estimados dois valores: magnitude do impacto e importância do impacto (MUNN, 1979, p.5).

A mensuração destes valores é de vital importância para o modelo, pois dentro de cada valor aferido deverão ser considerados:

Para a magnitude:

- duração;
- significância;
- natureza.

Para a importância:

- descrição do impacto;
- fase de ocorrência;
- localização;
- reversibilidade;
- grau de certeza da ocorrência.

Tabela 4.1 – Lista das matrizes para cada localização

	Ações propostas	Fatores ambientais
Meio físico		
1	Território e processos	Características físicas e químicas
2	Alteração do terreno e tráfegos	Características físicas e químicas
3	Tratamento dos resíduos	Características físicas e químicas
Meio biótico		
4	Território e processos	Condições biológicas
5	Alteração do terreno e tráfegos	Condições biológicas
6	Tratamento dos resíduos	Condições biológicas
Meio socioeconômico		
7	Território e processos	Fatores culturais - Usos do território
8	Alteração do terreno e tráfegos	Fatores culturais - Usos do território
9	Tratamento dos resíduos	Fatores culturais - Usos do território
10	Território e processos	Fatores culturais – Nível Cultural
11	Alteração do terreno e tráfegos	Fatores culturais – Nível Cultural
12	Tratamento dos resíduos	Fatores culturais – Nível Cultural
13	Território e processos	Fatores culturais – Serviços e infraestrutura
14	Alteração do terreno e tráfegos	Fatores culturais – Serviços e infraestrutura
15	Tratamento dos resíduos	Fatores culturais – Serviços e infraestrutura

Cada valor deverá ser estimado entre +1 a +10 para os impactos ambientais que tragam melhoria ao meio ambiente (positivos) e entre -1 a -10 para os impactos ambientais que sejam predatórios ao meio ambiente (negativos).

Tabela 4.2 – Tabela de valoração dos indicadores ambientais

Impactos ambientais positivos									
Menos benéficos							Mais benéficos		
+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9	+10
Impactos ambientais negativos									
Menos predatórios							Mais predatórios		
-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10

Para cada linha (magnitude e importância) de cada matriz serão obtidos, nas duas colunas da extrema direita, as médias e os totais. E ao final de cada matriz serão calculados os valores médios das médias e dos totais para cada matriz (em magnitude e importância).

As alterações identificadas para cada cruzamento de uma determinada matriz podem ser efetivas (sinal +) promovendo ganho na qualidade ambiental, ou prejudiciais (sinal -) com perda na qualidade ambiental, comparativamente à situação presente para cada localização. O ganho ou a perda da qualidade ambiental deve ser aferido nos valores das matrizes.

Na tabela 4.3 e nos apêndices 2, 3 e 4 estão apresentados exemplos destas matrizes (matrizes cruzamento), para os meios físico, biótico e socioeconômico, respectivamente. As matrizes apresentadas nos apêndices fazem parte do estudo de caso proposto neste trabalho.

No exemplo da tabela 4.3, a primeira coluna refere-se às características dos indicadores ambientais (magnitude (M) e importância (I)). As colunas (1, 2, 3, 4, 5 e 6) referem-se às ações propostas para “Tratamento de resíduos” que estão discriminadas na parte superior da matriz. As duas últimas colunas apresentam as médias e os totais de cada linha.

Tabela 4.3 – Exemplo de matriz cruzamento

Na vertical – Ações propostas									
Na horizontal – Fatores ambientais									
1.3. Tratamento de resíduos									
1. Depósitos de rejeito									
2. Descargas de água quente									
3. Tanques de estabilização									
4. Esgotos									
5. Emissões de gases residuais									
6. Geração de poeira suspensa									
2.2. Condições biológicas									
a Flora terrestre									
b Flora aquática									
c Microflora									
d Fauna terrestre									
e Fauna aquática									
f Microfauna									
		1	2	3	4	5	6	Média	Total
M	a	-3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,50	-3
I		-4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,67	-4
M	b	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
I		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
M	c	-3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,50	-3
I		-4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,67	-4
M	d	-4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,67	-4
I		-5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,83	-5
M	e	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
I		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
M	f	-4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,67	-4
I		-5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,83	-5
M	Valores médios (transportar para a matriz principal)							-0,39	-2,33
I								-0,50	-3,00

Nas linhas (a, b, c, d, e, f) estão os fatores ambientais. Os fatores ambientais estão discriminados na parte superior da matriz e referem-se às “Condições biológicas” (meio biótico) do local. As duas últimas linhas apresentam os valores médios das médias e dos totais para a magnitude e para a importância. Estes valores deverão ser transportados para a matriz

resumo que apresenta o resumo dos resultados de todas as matrizes para um dado meio de uma localização (ou cenário) específico. Existirá uma matriz resumo para cada localização. A matriz resumo é semelhante às elaboradas por Leopold para o “United States Geological Survey” (tabela 4.4) (ROCHA, 1997, p.340). A tabela 4.4 apresenta uma matriz resumo completa, considerando todas as classes de ações propostas e de fatores ambientais envolvidos num empreendimento. Outros exemplos de matriz cruzamento estão apresentados no apêndice 6.

As matrizes resumo apresentam, nas linhas, as classes e os respectivos fatores ambientais dos meios envolvidos, e, nas colunas, as classes e as ações propostas. Os cruzamentos apresentam os valores médios da mensuração dos impactos ambientais em médias e totais e em magnitude e importância. Nas colunas da extrema direita, estes valores são totalizados. Na última linha da matriz, os valores médios das médias e dos totais são calculados. Estes são os valores finais para cada localização.

Totalizados os valores, a melhor localização será aquela que resultar num menor impacto ambiental.

Com base na experiência da equipe envolvida na Avaliação de Impacto Ambiental, poderá ser elaborada uma análise qualitativa das matrizes, para as diversas localizações, levando em consideração as ações propostas e os fatores ambientais considerados.

De posse da análise qualitativa e quantitativa deverá ser escolhida a melhor localização para o empreendimento.

Definida a localização do empreendimento, os próximos objetivos são: o estabelecimento do diagnóstico e prognóstico ambiental da localização escolhida. Em paralelo serão construídos os diversos tipos de cenários, visando basear a tomada de decisão sobre a implementação do empreendimento.

Tabela 4.4. – Matriz de Leopold, elaborada em 1971 para o “USGS”. Fonte: ROCHA, 1997, p.340

		AÇÕES PROPOSTAS									Médias	Totais	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
		1 a 13	1 a 19	1 a 7	1 a 15	1 a 6	1 a 5	1 a 11	1 a 14	1 a 7			
F A T O R E S A M B I E N T A I S	Características físicas e químicas	Terra 1 a 6											
		Água 1 a 7											
		Atmosfera 1 a 3											
		Processos 1 a 9											
	Condições biológicas	Flora 1 a 9											
		Fauna 1 a 9											
	Fatores culturais	Usos do Território 1 a 9											
		Recreativos 1 a 7											
		Estéticos e de interesse humano 1 a 10											
		Nível Cultural 1 a 4											
		Serviços de infraestrutura 1 a 6											
	Relações ecológicas 1 a 7												
	Outros 1 a 2												
	Totais médios de todo o empreendimento												

Tabela das ações propostas

1. Modificação de regime
2. Transformação do território e construções
3. Extração de recursos
4. Processos
5. Alteração do terreno
6. Recursos renováveis
7. Tráfegos variáveis
8. Situação e tratamento de resíduos
9. Outros

4.7. Diagnóstico ambiental

O diagnóstico ambiental estabelece o cenário atual, ou seja, a situação ambiental existente antes de se iniciarem quaisquer estudos ou obras referentes ao empreendimento. Segundo a Resolução CONAMA nº 001/86 de 23.01.86 (p.3), o diagnóstico ambiental deve apresentar:

“uma 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”.

Os fatores ambientais que caracterizam a região são representados pelos meios. Os meios são (CONAMA nº 001/86, 1986, p.3):

- o meio físico – que compreende 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;
- o meio biológico e os ecossistemas naturais (biótico) – que englobam 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;
- o meio socioeconômico – que considera o uso e ocupação do solo, os usos da água e a socioeconomia, 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.

O desenvolvimento do cenário atual deverá ser semelhante ao método descrito para o processo de localização do empreendimento (selecionar as ações propostas e os fatores ambientais, montar as matrizes cruzamento, transferir os dados para a matriz resumo) exceto na confecção da matriz somatório. A matriz somatório deverá ser elaborada antes da matriz resumo.

Terminada a elaboração das matrizes cruzamento, deverá ser incluída uma tabela para cada cenário, com o somatório das médias e dos totais dos fatores ambientais (exemplo – tabela 4.5 - vide apêndice 5) obtidos nas

matrizes cruzamento.

Tabela 4.5 – Exemplo da tabela somatório das médias e dos totais dos fatores ambientais (parte)

TABELA 76									
CENÁRIO ALVO									
Tabela somatório dos fatores ambientais						Neg.	Pos.		
Meio				Fatores ambientais	Médias	Totais			
Meio Físico	M	I	a	Terra - solos	-1,08	-11,00			
					-1,16	-14,00			
	M	I	b	Água - qualidade	-0,66	-9,00			
					-0,82	-12,00			
Meio Biótico	M	I	a	Flora terrestre	-1,12	-15,00			
					-1,74	-22,00	2I		
	M	I	b	Flora aquática	-0,56	-8,00			
					-1,03	-14,00			
	M	I	c	Microflora	-1,14	-16,00	3M		
					-1,64	-22,00	3I		
	M	I	d	Fauna terrestre	-0,82	-10,00			
					-1,46	-17,00	2M		
	M	I	e	Fauna aquática	-0,67	-9,00			
					-1,03	-14,00			
M	I	f	Microfauna	-1,32	-18,00	1M			
				-1,88	-24,00	1I			
Meio Socio-econômico	2.3	Fatores culturais - Usos do território	M	I	a	Agricultura	-0,41	-6,00	
							-0,54	-8,00	
			M	I	b	Zona comercial	1,2 8	11,00	
							1,2 8	11,00	4I
			M	I	c	Zona industrial	1,7 0	16,00	1M
	1,5 4	15,00					1I		
	2.4	Fatores culturais - Nível cultural	M	I	a	Estilo de vida	0,4 4	4,00	
							0,5 6	5,00	
			M	I	b	Saúde	-0,73	-10,00	
							-0,73	-10,00	
M			I	c	Emprego	1,6 0	16,00	2M	
	1,4 9	15,00				2I			

Esta tabela apresenta nas colunas, da esquerda para a direita: os meios e suas subdivisões, a magnitude (M) ou importância (I) do impacto, os fatores ambientais de cada meio, o somatório das médias para cada fator ambiental (médias), o somatório dos totais para cada fator ambiental (totais), as três ou

quatro classificações dos impactos mais negativos (Neg.) e similarmente para os impactos positivos (Pos.).

As classificações são fornecidas em ordem crescente de posição e variável (magnitude/ importância) do impacto, por exemplo:

- 3I – terceiro impacto em importância;
- 2M – segundo impacto em magnitude.

O cenário resultante do diagnóstico ambiental (cenário atual) deverá ser criteriosamente definido, pois a partir dele é que serão feitas as análises comparativas entre os outros cenários.

4.8. Avaliação do cenário resultante

A avaliação do cenário resultante segue os mesmos “passos” do item 4.7 para elaboração do diagnóstico ambiental.

Considera as matrizes cruzamento, a matriz somatório e a matriz resultado. Deverá também ser feita uma análise qualitativa com base nas matrizes obtidas, através da equipe envolvida. Só que, em vez de avaliar o cenário atual, este item irá avaliar dois tipos de cenários:

- o cenário natural, que seria a situação do cenário atual extrapolada para o futuro, sem a implementação do empreendimento e
- o cenário futuro irreal, que seria o cenário atual acrescido do empreendimento em operação, mas sem os equipamentos e sistemas de proteção ambiental e as medidas de controle ambiental que deverão ser consideradas posteriormente.

A avaliação do cenário resultante é baseada no diagnóstico ambiental da região e deverá refletir as alterações que poderão ocorrer no meio ambiente no futuro, considerando a hipótese da não-efetivação do empreendimento (cenário natural) e a hipótese da sua implantação sem a ação das medidas de proteção do meio ambiente (cenário futuro irreal).

Deve ser enfatizado que a diferença entre os cenários natural e futuro irreal têm como resultado o impacto ambiental causado pelo empreendimento sem os equipamentos e sistemas de controle ambiental e sem as medidas de mitigação, contenção e compensação dos impactos ambientais.

4.9. Prognóstico ambiental

Este item tem o objetivo de avaliar a situação ambiental da região após a implantação do empreendimento. A forma adotada será também semelhante à utilizada no item 4.7.

O prognóstico ambiental deverá avaliar a variação da qualidade ambiental ocorrida na região com a implantação do empreendimento e como poderão ser controlados, mitigados, compensados e monitorados os impactos ambientais resultantes.

Esta avaliação deverá ser feita através da análise comparativa das ações propostas e dos fatores ambientais da região, semelhante ao item anterior. O resultado final esperado será o cenário alvo.

- Cenário alvo: representa a situação da região com a implantação do empreendimento e inclui os sistemas e equipamentos de proteção ambiental e as medidas ambientais de mitigação, controle e monitoramento.

Esta análise comparativa é baseada na avaliação do cenário resultante e deverá refletir as alterações que poderão ocorrer no meio ambiente, no futuro, considerando a hipótese da efetivação do empreendimento com os equipamentos e sistemas de controle ambiental e as medidas (programas) de proteção do meio ambiente (medidas de compensação, mitigação e monitoramento). O cenário alvo será o cenário a ser perseguido pelo empreendedor no seu projeto desde que atenda à legislação ambiental vigente e aos interesses da comunidade atingida.

A obtenção do cenário alvo depende da implantação dos programas ambientais necessários para a obtenção do nível de qualidade ambiental preconizado no resultado desta análise. Os programas ambientais serão implementados através de um planejamento ambiental.

Totalizados os valores na tabela dos resultados finais (matriz resumo), deve ser verificada a viabilidade do empreendimento (cenário alvo) dentro dos seguintes parâmetros:

Tabela 4.6 – Tabela dos fatores de viabilidade do projeto

Médias dos totais para cada fator ambiental	Resultado
Menor que -10	Projeto inviável
Igual ou maior que -10 e menor que -5	Reavaliar o projeto, ou tecnologia adotada, ou ainda medidas de mitigação, controle e monitoramento
Igual ou maior que -5	Projeto viável

Deve ser ressaltado que somente os impactos negativos inviabilizam um projeto. Os impactos positivos poderão ser analisados visando enaltecer os possíveis benefícios que advirão com a implementação do projeto.

4.10. Apresentação dos resultados

Os resultados desta fase do Processo de Avaliação de Impacto Ambiental de um empreendimento serão apresentados através de um relatório chamado Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e de outro denominado Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Para maiores detalhes sobre eles, consultar o item 2.9.

As principais partes de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) devem ser (adaptado de AGRAR, 2002, p.1, CEMIG, 1999, p.3 e _____, 2002, p.2):

- sumário ou caracterização do empreendimento;
- descrição dos seus objetivos;
- apresentação da legislação vigente correlata;
- descrição de planos e programas previstos para a região;
- descrição da proposta e alternativas, incluindo o seu desenvolvimento. Deverá ser dada atenção para enfatizar as diferenças entre as alternativas;
- apresentação da relação entre a proposta e o atual uso do local e outros aspectos relevantes relacionados com o local a ser afetado;
- descrição do método a ser adotado no documento;
- descrição das condições ambientais atuais (biofísicas, socioeconômicas, etc.) – diagnóstico ambiental;

- avaliação dos impactos ambientais com informações claras sobre o critério usado para avaliar a sua significância. Descrever as características de cada impacto, métodos de previsão e técnicas analíticas usadas, discutir as incertezas envolvidas e a interpretação dos resultados e analisar possíveis falhas existentes entre os dados utilizados;
- definição das condições ambientais futuras – prognóstico ambiental;
- avaliação da alternativa de não implementação do projeto;
- comparação das alternativas, seus impactos positivos e negativos, mitigação, compensação e monitoramento e identificar a opção escolhida, usando um conjunto de critérios de sustentabilidade;
- sugestão de programas ambientais baseados no item anterior;
- apresentação do planejamento para a gestão dos impactos, plano de monitoramento e treinamento específico para os impactos do projeto em questão;
- conclusão com justificativas sobre a alternativa escolhida;
- referências bibliográficas;
- equipe técnica responsável e
- inclusão de apêndices com a análise de risco do empreendimento e todas as informações técnicas e descrições do método utilizado.

4.11. Conclusão

Este capítulo apresentou um método para Avaliação de Impacto Ambiental. Este método reúne duas técnicas: a de cenários e a teoria das matrizes proposta por Leopold, que relaciona as ações propostas para efetivação de um determinado projeto e os fatores ambientais (em função dos meios envolvidos), hierarquizando-os conforme critérios predefinidos e informando a viabilidade ambiental do projeto.

Com o objetivo de testar e analisar o método proposto, no capítulo 7 será apresentado um estudo de caso para avaliar um projeto de uma usina termelétrica.

É importante enfatizar que todos os impactos ambientais deverão ser analisados isoladamente para verificar o seu atendimento à legislação vigente. Esta avaliação individual poderá utilizar outros métodos. Portanto um EIA/RIMA completo utilizará vários métodos para Avaliação de Impacto Ambiental. Por exemplo: as emissões aéreas da chaminé poderão ser modeladas pelo método sobreposição de mapas (GIS), a dispersão da temperatura da água do sistema de água de circulação no rio, poderá ser modelada por simulação ou sistema especialista em computador e assim por diante.

Capítulo 5

A usina termelétrica e o meio ambiente

5.1. Considerações iniciais

O termo usina termelétrica pode designar diversos tipos de usinas geradoras de energia elétrica. As usinas termelétricas geram energia a partir do calor produzido numa caldeira, num reator ou em outro dispositivo.

Como o método proposto no capítulo anterior, será avaliado através de estudo de caso na Usina Termelétrica Jacuí, este capítulo apresentará uma descrição sucinta de uma usina termelétrica a carvão mineral pulverizado semelhante à Usina Termelétrica Jacuí. Para facilitar o entendimento foi incluída a figura 5.1.

A descrição se manterá no limite restrito do interesse para o trabalho, listando os principais sistemas, sua correlação com o processo de geração de energia elétrica e com o meio ambiente.

Para facilitar seu entendimento, a usina termelétrica será dividida em sistemas, a saber:

- Sistema de combustível;
- Sistema de queima;
- Caldeira (Gerador de vapor);
- Sistema de cinza;
- Sistema de dessulfurização dos gases;
- Sistema de água e vapor;
- Turbina a vapor;

- Ciclo térmico;
- Alternador e
- Sistemas auxiliares.

Serão apresentados também alguns aspectos relacionados com a viabilização ambiental do ponto de vista legal e relativo aos impactos ambientais ocasionados pelo empreendimento.

Como aspectos mais importantes, podem ser considerados:

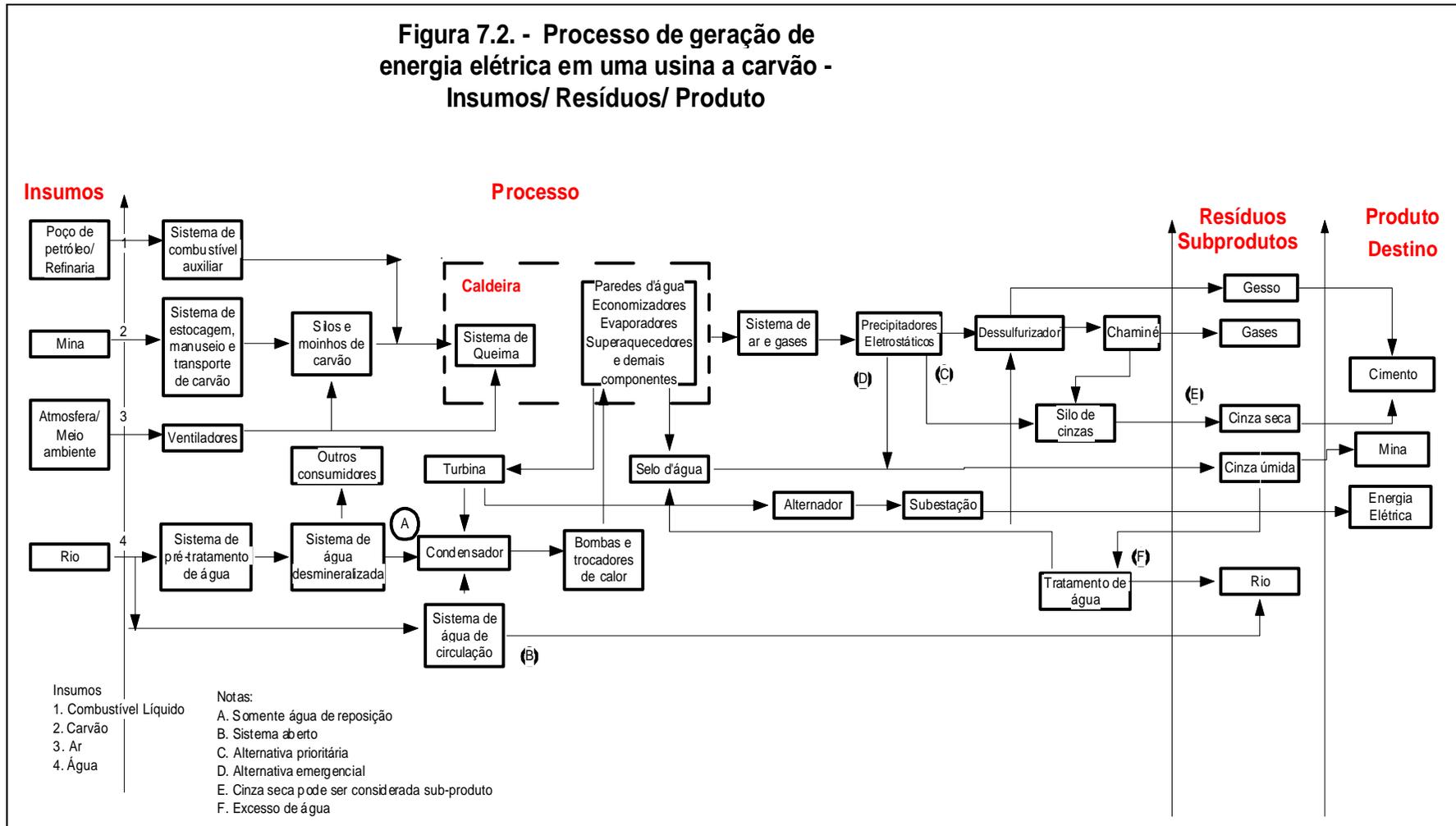
- o processo de licenciamento ambiental;
- a legislação ambiental pertinente a este tipo de empreendimento;
- os fatores envolvidos na usina termelétrica que podem causar danos ao meio ambiente;
- os impactos ambientais causados pela usina termelétrica;
- as medidas mitigadoras existentes para controlar a impacto ambiental e
- os tipos de monitoramento utilizados para a verificação do impacto ambiental.

5.2. Processo de geração de energia elétrica

No processo de geração de energia elétrica, através de usinas termelétricas a carvão, as matérias-primas envolvidas são: o combustível (carvão), o ar, a água e produtos químicos. Os produtos gerados são: a energia elétrica e alguns subprodutos que podem ocasionar poluição (cinzas e outros) (figura 5.2).

Em seguida cada sistema será descrito para melhor entendimento do processo de geração de energia elétrica.

Figura 7.2. - Processo de geração de energia elétrica em uma usina a carvão - Insumos/ Resíduos/ Produto



5.2.1. Sistema de combustível

O combustível utilizado na usina é o carvão mineral. Este combustível, de preferência, deverá ser produzido na própria região onde será instalada a usina. O carvão poderá ser transportado por caminhões ou barcaças até o local de estocagem. Do pátio de carvão, o combustível é transportado por correias transportadoras até os silos de carvão. Neste trajeto ele é selecionado e pesado. Dos silos, o carvão segue até os alimentadores de carvão que distribuem o combustível entre os diversos moinhos existentes. Nos moinhos de carvão, o combustível é moído e é transportado por ar, via tubulação especial, até os queimadores. A quantidade de carvão a ser transportada até os queimadores é função da carga da usina.

Durante o processo de partida de uma caldeira de grande porte, o processo de combustão é iniciado com a utilização de um combustível (auxiliar) mais leve. No caso da Usina Termelétrica de Jacuí, este combustível é o óleo combustível, o qual é injetado na partida e quando há necessidade de manter a chama de sustentação da caldeira, que está entre 25% a 45% da capacidade de geração de vapor da caldeira.

5.2.2. Sistema de queima

Nos queimadores, o combustível (carvão ou óleo) é misturado com ar previamente aquecido e é injetado na fornalha da caldeira. Na fornalha é que se desenvolve a combustão do combustível. O calor gerado na combustão é transferido para a água que se encontra nas paredes d'água da caldeira. Este fluido, dentro da caldeira (ou gerador de vapor), passa pelas fases de condensado, vapor saturado e vapor superaquecido.

5.2.3. Caldeira (gerador de vapor)

A caldeira é composta de diversas partes, estrategicamente dispostas, visando obter o máximo rendimento do processo de combustão. Entre as diversas partes componentes da caldeira estão: os economizadores, os superaquecedores, os reaquécedores, as paredes d'água, os sopradores de

fuligem, o tambor, os desuperaquecedores, os preaquecedores de ar e outros equipamentos.

Na parte inferior da caldeira existe o selo d'água. Este equipamento serve para manter a depressão interna da caldeira e retirar incombustos do processo de combustão. Estes incombustos são retirados via correia de fundo do selo d'água e transportados para o depósito de cinza (minas desativadas).

5.2.4. Sistema de cinza

Da fornalha (câmara de combustão), os gases são transportados via aquecedores de ar tubular e regenerativo (preaquecedor de ar), até os precipitadores eletrostáticos. Nos aquecedores de ar tubular e regenerativo, o ar a ser enviado para os queimadores e para os moinhos é aquecido pelos gases de combustão. Nos precipitadores eletrostáticos a cinza existente nos gases de combustão é captada e transportada, por via seca, até silos de cinza. Dos silos de cinza (seca), a cinza é retirada via caminhões especiais e enviada para as fábricas de cimento ou para a cava de mina.

Os gases que saem dos precipitadores eletrostáticos passam por um dessulfurizador (lavador de gases).

5.2.5. Sistema de dessulfurização dos gases

O objetivo do dessulfurizador é retirar o enxofre dos gases provenientes do sistema de combustão. No dessulfurizador, os gases são misturados com calcário e água. O subproduto obtido é o gesso.

O sistema é necessário quando as emissões de enxofre ultrapassam os valores permitidos na legislação ambiental. Este sistema é instalado apenas quando são esgotados todos os outros meios pois é extremamente caro na implantação e na operação da usina, podendo chegar a inviabilizá-la (ELETROSUL, v. 4, 1995 , p.45).

Segundo Eletrosul (v.4, 1995, p.32), o processo de dessulfurização para a Usina Termelétrica Jacuí é um processo úmido e irá utilizar como reagente o calcário. Este processo envolve quatro etapas: processamento dos reagentes,

absorção, precipitação dos sólidos, concentração e disposição dos resíduos sólidos.

- **Processamento:** o reagente recebido é moído (pulverizado) e estocado em silo. O uso requer que o pó seja pré-dissolvido com água em agitadores, formando uma mistura que deve ser mantida constantemente em agitação para evitar deposição.
- **Absorção:** o preparado é bombeado para um lavador de gases (torre de absorção), no qual os gases de combustão previamente limpos de material particulado entram em contato com a solução alcalina e reagem quimicamente. Após ser lavado, o gás passa por um eliminador de neblina para evitar corrosão do equipamento (pós-lavagem) e o aparecimento da pluma de vapor. Em seguida, os gases são aquecidos e enviados para a chaminé. Da reação do SO_2 dos gases com a solução de lavagem resulta um lodo residual (*slurry*), que cai por gravidade em um tanque de remoção na base do lavador.
- **Precipitação, concentração e disposição dos sólidos:** uma parte da solução contida no tanque de reação é purgada continuamente e enviada a um espessador e concentrador de lama. A solução de fundo do espessador é lançada em um tanque de sedimentação do qual são extraídos os rejeitos sólidos. O rejeito final é uma mistura de sulfitos e sulfatos de cálcio (sendo este último gesso). O local de estocagem final deste resíduo, caso o mesmo não seja comercializado, deverá ser licenciado ambientalmente.

5.2.6. Sistema de água e vapor

A água existente nas paredes d'água da câmara de combustão, após receber o calor gerado pela queima do combustível, vaporiza e passa para a fase de vapor saturado. Após passar por diversos equipamentos na caldeira (tambor e superaquecedores), este vapor saturado aumenta a sua pressão e temperatura passando a ser vapor superaquecido. Este vapor superaquecido deverá ser encaminhado para a turbina de vapor, parte de alta pressão, pelas tubulações de vapor principal. Após passar pela turbina de alta pressão o vapor

retorna novamente para a caldeira. Na caldeira este vapor é reaquecido e segue para a turbina a vapor de média pressão (ou pressão intermediária), pelas tubulações de vapor reaquecido quente. Da turbina de média pressão, este vapor passa por uma tubulação de grande diâmetro (*cross-over*) e é conduzido até a turbina de baixa pressão.

5.2.7. Turbina a vapor

A turbina a vapor recebe o vapor proveniente da caldeira e realiza trabalho. A turbina é composta das partes de alta, média e baixa pressão. Cada turbina tem uma parte fixa e outra móvel. A parte fixa é a carcaça e a móvel é o rotor. As partes alta e média têm uma carcaça e dois rotores e a baixa tem carcaça e rotor. A turbina recebe o vapor da caldeira e este gira o eixo da turbina que está acoplado ao eixo do alternador.

A turbina tem uma série de sistemas auxiliares, por exemplo: sistema de selagem, sistema de óleo de comando, sistema de *by-pass*, sistema de óleo de lubrificação, giro lento, etc.

O vapor reaquecido, após passar pela turbina de média pressão, segue via *cross over* para a turbina de baixa pressão. Da turbina de baixa pressão, o vapor é conduzido para o condensador.

5.2.8. Ciclo térmico

O ciclo térmico tem o objetivo de coletar o vapor proveniente da turbina e reenviá-lo até a caldeira, elevando a sua temperatura. O ciclo térmico é composto por uma série de equipamentos, a saber: condensador, sistema de tratamento do condensado, bombas de extração do condensado, ejetores, trocadores de calor, desaerador, tanque de água de alimentação, bombas de água de alimentação e outros equipamentos menores.

O vapor, no condensador, recebe água de fonte fria (sistema de água de circulação) e condensa. O condensador serve como um pulmão de água para a parte de baixa pressão do ciclo térmico, que compreende da bomba de extração do condensado até o desaerador. Do condensador, a água é captada

pelas bombas de extração do condensado e passa pelo sistema de tratamento do condensado, pelos ejetores e pelos trocadores de calor de baixa pressão.

O sistema de tratamento do condensado tem a função de tratar a água (desmineralizada) captando os íons (ânions e cátions) existentes e diminuindo o seu potencial corrosivo.

Os ejetores servem para manter o vácuo dentro do condensador.

Tanto nos ejetores quanto nos trocadores de calor, a água passa, refrigera outro fluido (vapor) e aumenta a sua temperatura.

No desaerador a água (condensado) passa por bandejas distribuídas no seu interior, misturando-se com vapor introduzido no sentido contrário ao fluxo da água, para remoção de gases incondensáveis (ELETROSUL, 1995, p.76).

Após o desaerador está localizado o tanque de água de alimentação, que é o reservatório de água para a parte de alta pressão do ciclo térmico.

Do tanque de água de alimentação, a água é enviada até o tambor da caldeira pelas bombas de água de alimentação. Esta água, antes de entrar na caldeira, passa pelos trocadores de calor de alta pressão. Estes equipamentos servem para elevar a temperatura da água antes de entrar na caldeira.

5.2.9. Alternador

O alternador é o equipamento responsável pela conversão da energia mecânica em energia elétrica.

O alternador é composto por: estator, rotor e sistemas periféricos (sistema de refrigeração das barras estáticas, sistema de gases, sistema de lubrificação, sistema de excitação e outros) (ELETROSUL, 1995, p.92).

Do alternador, a energia gerada segue para um transformador de unidade (ou principal) que tem a finalidade de adequar as tensões de saída do alternador. A energia passa pela subestação e entra no sistema interligado.

5.2.10. Sistemas auxiliares

Existe ainda uma série de sistemas auxiliares mecânicos, elétricos e de instrumentação e controle que compõem uma usina termelétrica.

O sistema de água de circulação é o responsável pelo resfriamento do vapor dentro do condensador. A água, no caso da Usina Termelétrica Jacuí, é captada no rio e é transportada até o condensador. Após passar pelo condensador é devolvida novamente ao rio. Este sistema é um sistema aberto de refrigeração.

O sistema de tratamento de água da usina é composto por um pré-tratamento e pela desmineralização da água. A água da caldeira e do ciclo térmico deve ser água desmineralizada devido aos rígidos parâmetros exigidos pelos equipamentos envolvidos, visando evitar ao máximo o aparecimento de corrosão.

Na área mecânica existem ainda os sistemas de: água de serviço, água de resfriamento em ciclo fechado, injeção química, ar comprimido, ar condicionado e outros sistemas menores.

Na área elétrica existem: o sistema de baterias, painéis elétricos, sistema de telefonia, sistema de iluminação de emergência, alimentação elétrica, sistemas de baixa e média tensão, etc.

Na parte de instrumentação e controle existem: sistema de controle da unidade, diversos sistemas de automação, sistema de controle da combustão, diversos sistemas de proteção, diversos sistemas de regulação, etc.

5.3. Legislação ambiental

Durante a fase de estudos da usina, deverá ser realizada uma avaliação detalhada da legislação ambiental para verificação das características técnicas viáveis para permitir a conceituação técnica e a elaboração de um orçamento da usina com seus respectivos sistemas de proteção ambiental.

A legislação ambiental tem por objetivo principal:

“(...) assegurar a todos o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, como um bem de uso comum do povo e essencial a sadia qualidade de vida, cabendo ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as gerações presente e futuras” (CONSTITUIÇÃO FEDERAL, Cap. IV, Art. 225).

A legislação deve buscar, através de seus instrumentos, a compatibilização do desenvolvimento econômico e social com a preservação da qualidade ambiental em níveis que garantam o equilíbrio ecológico, ou seja, um desenvolvimento sustentado.

A legislação ambiental vigente no Brasil compreende um capítulo específico na Constituição Federal, uma série de diplomas legais definidos em códigos (de Águas, Mineração e outros) e um conjunto de regulamentação promulgada pelos órgãos de meio ambiente.

A legislação ambiental nacional, como também a internacional, está em evolução, requerendo uma participação constante de todos os envolvidos, visando o fornecimento de informações e subsídios aos órgãos responsáveis pela elaboração da legislação ambiental.

O empreendimento deverá satisfazer as legislações federal e estadual, e às vezes até legislações estrangeiras, para obtenção de financiamento externo.

Pelas características deste tipo de empreendimento, merecem destaque as legislações sobre:

- licenciamento ambiental;
- água e efluentes líquidos;
- emissões aéreas;
- ruído e
- resíduos sólidos.

Na Constituição Federal é dado poder para os estados estabelecerem uma legislação ambiental de acordo com suas necessidades específicas. Ao órgão federal, caberá o estabelecimento de requerimentos gerais.

5.3.1. Licenciamento ambiental

No Brasil, o licenciamento das atividades poluidoras junto aos órgãos de controle ambiental foi regulamentado como instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente em 1983, pelo Decreto nº 88.351.

Posteriormente foram editadas a resolução CONAMA nº 001/86, que instituiu o Estudo de Impacto Ambiental – EIA e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, como documentos necessários à obtenção do

licenciamento ambiental em certos casos, entre eles as usinas geradoras de energia com mais de 10MW, e a Resolução CONAMA nº 006/87, que regulamentou os documentos a serem apresentados em cada fase do licenciamento ambiental das usinas de geração de energia elétrica.

No que se refere à implantação de qualquer empreendimento, um dos primeiros passos a serem dados na área ambiental é o da realização dos estudos ambientais preliminares, como condição para a sua viabilização. Não há licença ambiental formal correspondendo a esta fase de estudos, mas ela deve ser considerada fundamental para a implementação de um projeto de grande porte, por proporcionar uma visão abrangente e propiciar a formulação de uma estratégia preventiva que vai de encontro aos objetivos gerais do Programa Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico – PDMA (STAMM, 1997, p.2).

De posse dos estudos ambientais preliminares, o passo seguinte consiste do licenciamento ambiental da usina, junto ao órgão estadual de controle ambiental, o qual, de acordo com a legislação em vigor, é obtido em três etapas: a Licença Prévia (LP), a Licença de Instalação (LI) e a Licença de Operação (LO).

A Licença Prévia é obtida através de consulta ao órgão licenciador ambiental acompanhada do EIA/RIMA. Deverá ser realizada uma audiência pública com apresentação do empreendimento e dos estudos realizados e, após um prazo dado para discussões e esclarecimentos, a Licença Prévia do empreendimento poderá ser aprovada com restrições ou negada.

A Licença de Instalação requer a apresentação do projeto básico dos sistemas de controle ambiental da usina (Projeto Básico Ambiental), os quais deverão ser compatíveis com as informações do EIA/RIMA. O projeto básico será analisado e aprovado ou reprovado pelo órgão licenciador ambiental que irá usá-lo (em caso de aprovação) como parâmetro básico na fiscalização da implantação do empreendimento.

Por fim, há a necessidade de obtenção e renovação periódica da Licença de Operação, que será concedida mediante a apresentação de requerimento e vistoria dos diversos sistemas componentes da instalação, bem como das

condições operacionais da unidade e constatação do cumprimento dos limites impostos a cada um dos efluentes (STAMM, 1997, p.2).

Tabela 5.1 – Licenciamento ambiental – fases e documentos

Fase da Usina	Licença Ambiental	Documento Principal
Viabilidade	Prévia – LP	EIA/RIMA
Projeto Básico	de Instalação – LI	PBA
Comissionamento	de Operação – LO	Vistoria e testes
Operação Comercial	Renovação da LO	Vistoria e testes

Fonte: Resolução CONAMA nº 006/87, de 16.09.87.

A legislação básica para o licenciamento ambiental é:

- Resolução CONAMA nº 001/86 – estabelece critérios básicos e diretrizes gerais para o EIA/RIMA (alterada pelas Resoluções CONAMA nº 011/86, 237/97);
- Resolução CONAMA nº 006/86 – aprova os modelos de publicação e estabelece instruções para publicação de pedidos de licenciamento, da renovação e da concessão das licenças em periódicos e no Diário Oficial;
- Resolução CONAMA nº 006/87 – apresenta os requisitos para licenciamento ambiental de projetos de grande porte na área de geração elétrica;
- Resolução CONAMA nº 009/87 – define que a audiência pública tem por finalidade expor aos interessados o conteúdo do RIMA, dirimindo dúvidas e sofrendo críticas e sugestões que servirão como base para a análise e parecer do órgão licenciador;
- Resolução CONAMA nº 237/97 – altera a Resolução CONAMA nº 001/86 no que diz respeito ao licenciamento prévio, à lista dos empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental, às competências dos órgãos ambientais das esferas federativas e ao nível de competência do licenciamento.

Além das referências acima, existe uma legislação básica adicional, em nível federal, estadual e municipal, que deverá ser observada no momento da

solicitação do licenciamento ambiental: a Constituição Federal, as Leis Orgânicas Municipais, o Código de Águas, o Código Florestal, etc. (MMA, 1995, p.51).

5.3.2. Efluentes líquidos

A legislação sobre a poluição das águas esteve dispersa em diplomas como o Código de Águas, Normas de Saúde Pública e outros até a década de 1970, quando foram estabelecidos os primeiros padrões nacionais de controle da poluição hídrica.

A Resolução CONAMA nº 020/86 de 18.06.86 estabeleceu a classificação das águas nacionais (doce, salobra e salina) e fixou Padrões de Qualidade da Água para cada classe e os Padrões de Emissão para os efluentes líquidos.

Os Padrões de Qualidade das Águas são concentrações máximas permitidas para cada poluente nos corpos d'água e têm por objetivo preservar a qualidade das águas de modo que possam ser tratadas, por métodos convencionais, para produzir água potável e continuar a sustentar o ecossistema aquático.

Os Padrões de Emissão de Efluentes Líquidos são concentrações máximas de poluentes permitidas nos efluentes que saem das indústrias, antes de eles entrarem nos corpos d'água.

A Lei 9.433/97 instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Estabeleceu como objetivo assegurar a disponibilidade de água para as gerações atual e futuras.

5.3.3. Emissões aéreas

A legislação brasileira referente ao controle da poluição aérea está contida em três Resoluções do CONAMA. A Resolução nº 005/89 instituiu o PRONAR (Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar), a Resolução nº 003/90 estabeleceu os Padrões de Qualidade do Ar e a Resolução nº 008/90 estabeleceu os Padrões de Emissão de Poluentes do Ar, para novas fontes fixas de poluição aérea (ELETROSUL, 1994, v. 4, p.12).

O PRONAR é um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para a proteção da saúde e do bem-estar das populações e melhoria da qualidade de vida. O seu objetivo é de permitir o desenvolvimento econômico e social do país de forma ambientalmente segura, pela limitação dos níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica.

A Resolução CONAMA nº 003/90 estabeleceu os Padrões de Qualidade do Ar Primário e Secundário, para particulados totais e inaláveis, dióxido de enxofre (SO₂), fumaça, monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO₂) e ozônio, bem como níveis de atenção, alerta e emergência de poluição do ar para o dióxido de enxofre (SO₂), materiais particulados inaláveis e totais (MP), monóxido de carbono (CO) e oxidantes fotoquímicos.

Os padrões de qualidade do ar são as concentrações máximas de poluentes aéreos permitidos no ar a 1,50 metros de altura. A sua manutenção constitui-se no real objetivo da política de controle da poluição aérea.

Os padrões de qualidade do ar são classificados em primários (para proteção da saúde humana) e secundários (para o bem-estar da população), que deverão ser atendidos como limites máximos para certas classes de áreas definidas na respectiva Resolução.

A Resolução nº 008/90 estabeleceu os padrões de emissão para o dióxido de enxofre (SO₂) e material particulado (MP), para fontes fixas cuja combustão seja realizada nos seguintes equipamentos: caldeiras, centrais para geração de eletricidade, fornos, fornalhas, estufas, incineradores e gaseificadores.

Os padrões de emissão são as quantidades máximas de poluentes do ar que as indústrias podem lançar na atmosfera (ELETROSUL, 1994, v. 4, p.15).

Com relação às usinas termelétricas, na Resolução acima referida, os padrões de emissão foram estabelecidos em dois níveis, para potências até 70 MW e para potências superiores.

A fixação de padrões de emissão no âmbito nacional deve levar em conta a concentração industrial de modo a respeitar a qualidade do ar, deixando para os estados mais industrializados a prerrogativa de serem mais restritivos na fixação de padrões de emissão regionais.

5.3.4. Resíduos sólidos

Com relação aos resíduos sólidos, parte da legislação brasileira está em elaboração e parte já está estabelecida nas normas da ABNT.

Segue uma lista das normas ABNT relacionadas a resíduos sólidos, com seu respectivo número e o assunto que aborda:

- 10.004 – classifica os resíduos sólidos (exceto os radioativos) quanto aos seus riscos potenciais com relação ao meio ambiente e à saúde pública (ELETROSUL, 1994, v. 4, p.23);
- 10.005 – é sobre lixiviação dos resíduos e inclui um teste através da comparação dos teores de elementos tóxicos, que serve para avaliar a toxicidade dos resíduos;
- 10.006 – apresenta um teste de solubilização para classificação dos resíduos e
- 10.007 – é sobre a amostragem de resíduos para a realização dos testes necessários à sua classificação.

A legislação brasileira, ainda em elaboração, deve adotar a seguinte filosofia para cada tipo de resíduo: classificar os resíduos em categorias (inertes, não inertes e perigosos) e aplicar as medidas de controle em graus de rigor conforme à classificação do resíduo.

5.3.5. Poluição sonora

O planejamento, a implantação e a operação do empreendimento deverão levar em consideração a legislação ambiental relacionada à poluição sonora. A Resolução CONAMA nº 001/90 estabelece critérios e padrões para emissão de ruídos através de atividades industriais. Estabelece como níveis aceitáveis de ruídos os previstos pela norma NBR ABNT nº 10.152/87 e, para as áreas habitadas, visando atender ao nível de conforto da comunidade, a norma NBR ABNT nº 10.151/87.

5.4. Impacto ambiental de usinas termelétricas a carvão

Com relação ao impacto ambiental de uma usina termelétrica, devem ser considerados principalmente os causados pelos efluentes líquidos, pelas emissões gasosas, pelos resíduos sólidos e ruídos. Também deverão ser considerados os impactos socioeconômicos causados pela inserção da usina na região. O impacto ambiental causado pelo seu visual não será considerado neste estudo. Este tipo de impacto deverá ser avaliado durante a fase de localização e projeto do empreendimento.

A usina termelétrica a carvão, dentro do seu processo de geração de energia, tem uma série de resíduos, efluentes e emissões que devem ser analisados visando caracterizá-los ou não como agentes poluentes.

Estes resíduos, efluentes e emissões variam de usina para usina em função de uma série de fatores, a saber: tipo de tecnologia utilizada, tipo de combustão, tipo de composição química do carvão, equipamentos existentes na usina e outros.

Cabe ressaltar que os maiores impactos ambientais (negativos) deste processo ocorrem nas minas de carvão e afetam principalmente os recursos hídricos, o solo e o relevo das áreas circunvizinhas (ANEEL, 2002, p.87). O licenciamento ambiental da mina de carvão é um processo a parte, de responsabilidade da empresa proprietária e não é objeto desta descrição.

5.4.1. Formação dos poluentes e mecanismos de combustão

A formação dos poluentes de uma usina termelétrica que utiliza combustível fóssil envolve complexos processos que estão intimamente ligados à sua combustão.

A heterogeneidade do combustível e os diversos processos envolvidos tornam a previsão dos produtos resultantes uma tarefa difícil. A criação de modelos que descrevessem os processos de formação dos poluentes, de um modo geral ou por tipos específicos, seria extremamente complicado e de pouca praticidade.

Há algum tempo atrás, conforme bibliografia pesquisada, foi dado um tratamento diferenciado à cinza pesada (cinza + água), ao material particulado

(cinza leve) e a elementos traço, considerando-se todos os outros subprodutos (emissões gasosas, resíduos sólidos e efluentes líquido).

A formação das cinzas pesadas está relacionada com o tipo do combustível e com a tecnologia utilizada na queima do carvão.

Com relação às emissões aéreas, mais precisamente aos óxidos de enxofre e óxidos de nitrogênio, os mecanismos básicos de formação destes subprodutos podem ser tratados separadamente sem erros significativos.

Os demais subprodutos, apesar de serem pouco considerados até o momento, passaram a ser pesquisados mais cuidadosamente e tendem a ser controlados com a implantação de uma legislação ambiental mais restritiva no futuro.

As emissões líquidas também estão sendo estudadas e sua utilização está sendo otimizada. Os novos projetos de usinas termelétricas estão perseguindo como objetivo evitar a utilização da água como meio para transporte de resíduos sólidos. Outro cuidado tomado com os efluentes líquidos é a sua recirculação, mantendo somente uma vazão da água de reposição (*make-up*) para manter as perdas. O único efluente líquido que retorna à sua fonte, é a água de circulação, após a sua passagem pelo condensador. Somente quando é utilizado um sistema aberto.

A formação dos poluentes está intimamente ligada ao combustível e ao processo de combustão utilizado pelo gerador de vapor para a queima do carvão. Os principais métodos de combustão são: em leito fixo, em suspensão e em leito fluidizado.

A queima em leito fixo era utilizada em caldeiras antigas, tem baixa eficiência e longo tempo de residência das partículas na fornalha. Atualmente não é mais utilizada para queima de carvão em grande escala.

A queima em leito fluidizado vem sendo muito utilizada no exterior, pela sua versatilidade na queima de diversos tipos de combustíveis e devido ao controle da emissão de poluentes, principalmente os óxidos de enxofre, que é realizado durante o processo de combustão.

A queima em suspensão é o método mais utilizado no Brasil. É muito utilizado para grandes centrais termelétricas devido a sua eficiência de queima ser superior à queima em leito fixo.

5.4.2. Efluentes líquidos

Durante a operação de uma usina termelétrica uma série de efluentes líquidos são produzidos. O volume destes efluentes é função do projeto da usina e da potência da unidade geradora de energia elétrica. Como efluentes líquidos de usinas termelétricas a carvão podem ser citados (ELETROSUL, 1994, v. 4, p.39):

- a drenagem dos pátios de carvão, no sistema de recebimento, transporte e manuseio do combustível;
- a descarga de fundo do lodo do floccodcantador, no sistema de pré-tratamento d'água;
- a água de arraste das cinzas extraídas por via hidráulica, no sistema de transporte e disposição de cinzas;
- a purga das torres de resfriamento, caso seja utilizado um sistema de água de circulação em circuito fechado;
- a descarga do efluente da regeneração das resinas dos sistemas de água desmineralizada e tratamento do condensado;
- as diversas drenagens, esgotos sanitários, água de limpeza de pisos, água de limpeza da caldeira e dos preaquecedores regenerativos e água utilizada em laboratórios.

É necessário fazer um inventário de todas as possíveis fontes de efluentes líquidos, para conhecer as características físico-químicas de cada efluente, visando definir o tipo de tratamento adequado para o controle da sua poluição.

Atualmente todos os efluentes líquidos devem ser concentrados num certo local previamente definido, tratados e reaproveitados na própria usina. Teoricamente só deverá haver uma reposição de água para suprir perdas por evaporação e/ou durante o processo. Na realidade, a efetivação deste processo depende de um balanço de massa a ser realizado para cada usina. O

balanço somente torna-se problemático para usinas localizadas em áreas muito chuvosas ou qualquer usina durante um período de chuvas intensas. A solução para estes casos seria de tratar o excedente do efluente a ser dirigido para o curso d'água externo à usina.

5.4.2.1. *Impactos Ambientais*

O impacto ambiental dos efluentes líquidos é avaliado pela quantificação dos poluentes presentes nos cursos d'água e nos efluentes industriais das fontes poluidoras.

A partir dos padrões de qualidade (concentrações máximas permitidas para cada poluente) é que se verificam os efeitos nocivos dos poluentes hídricos (ELETROSUL, 1994, v.4, p.39).

Para estabelecer o impacto ambiental dos efluentes líquidos de uma usina termelétrica, é necessário inicialmente:

- avaliar todos os efluentes líquidos envolvidos na operação da usina;
- identificar os poluentes que interagem com estes efluentes e
- identificar aditivos ou produtos que alteram as concentrações dos efluentes líquidos.

Conhecidas as origens dos efluentes líquidos, deverão ser identificados os principais poluentes que causarão impactos ambientais.

Para usinas termelétricas a carvão, poderão ser consideradas, principalmente, as seguintes fontes de poluição:

- sistema de estocagem de carvão;
- sistema hidráulico de cinza;
- sistema de água de circulação;
- sistema de pré-tratamento de água e
- sistema da água desmineralizada e tratamento do condensado.

5.4.2.2. *Medidas Mitigadoras*

A seguir, são apresentados os processos mais utilizados no controle da poluição causada pelos efluentes líquidos das usinas termelétricas, os quais

incorporados ao projeto da usina, garantem a manutenção de padrões de qualidade ambiental. Os processos mais utilizados são:

- sedimentação;
- ajuste de pH e precipitação química e
- reuso dos efluentes.

Na concepção do projeto básico do sistema de tratamento, após a identificação dos fluxos efluentes, devem ser verificados os fluxos que podem ser reunidos para receber tratamento conjunto, inclusive com neutralização mútua. Um sistema integrado de tratamento de efluentes líquidos é mais seguro, de operação mais simples e de menor custo que vários sistemas individuais. Apenas os esgotos sanitários são tratados sempre em separado para evitar contaminação bacteriológica.

A seguir são apresentadas as medidas mitigadoras mais comumente utilizadas para os efluentes líquidos (ELETROSUL, 1994, v. 4, p.44):

- avaliação dos aspectos locacionais;
- tratamento do efluente do sistema de transporte e disposição de cinzas;
- tratamento do efluente do sistema de manuseio e transporte de carvão;
- tratamento do efluente do sistema de pré-tratamento de água;
- tratamento do efluente do sistema de desmineralização de água e do tratamento do condensado;
- tratamento do efluente das limpezas químicas (caldeiras, condensadores, tubulações, etc.);
- tratamento do efluente dos esgotos sanitários e
- tratamento do efluente da purga do sistema de água de circulação em ciclo fechado.

5.4.3. Emissões aéreas

São constituídas por gases, névoa, gotículas e material particulado. As emissões aéreas são aquelas geradas no processo de operação de uma termelétrica com possibilidade de descarga na atmosfera. A partir de certas concentrações, denominadas padrões de qualidade, é que se começa a observar os efeitos nocivos dos poluentes aéreos (SERRA, 1990, p.87).

É importante frisar que, mesmo mantidas as emissões, a qualidade do ar pode mudar em função basicamente das condições meteorológicas que determinam uma maior ou menor diluição dos poluentes.

A interação entre as fontes de poluição e a atmosfera vai definir o nível de qualidade do ar que, por sua vez determina o surgimento dos efeitos adversos da sua poluição sobre os receptores, que podem ser o homem, os animais, os materiais e as plantas.

5.4.3.1. *Impactos ambientais*

Nas usinas de geração termelétrica a carvão, a escolha dos poluentes aéreos mais significativos recai sempre sobre o grupo de poluentes que está diretamente relacionado ao uso deste combustível, a saber: material particulado (MP), dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂), monóxido de carbono (CO), oxidantes fotoquímicos e elementos menores.

5.4.3.2. *Medidas Mitigadoras*

Segundo Brundtland et al. (1991, p.193), à exceção do CO₂, os poluentes aéreos podem ser eliminados dos processos de queima de combustíveis fósseis a um custo geralmente inferior aos danos causados pela sua poluição.

Geralmente, cada poluente aéreo tem sua tecnologia de controle/redução específica, porém existem tecnologias que servem para tratar dois ou mais poluentes.

As tecnologias para controle dos impactos ambientais das emissões aéreas podem ser aplicadas antes, durante ou até depois do processo de geração de energia.

Atualmente, existem no mercado muitas tecnologias para controle/redução da poluição aérea, algumas de baixo custo, porém com eficiência insuficiente, outras com eficiência elevada e custos bastante elevados, outras inadequadas ou não testadas em instalações de geração termelétrica (EM POWER INFO, 1998, p.1).

Conforme anteriormente descrito, o tratamento das emissões começa com a especificação do combustível a ser utilizado na usina. Quanto melhor a

qualidade do combustível mais caro ele será, pois irá obrigar o minerador a fazer uma série de tratamentos, visando adequá-lo às especificações técnicas. O carvão brasileiro tem uma série de características específicas por causa da sua formação. O custo do combustível não pode ser tal que inviabilize a geração de energia devido ao seu custo. Portanto deverá ser feito um tratamento preliminar ainda na mina, visando retirar algumas impurezas do carvão.

A próxima medida mitigadora aplicada às emissões aéreas seria na definição do processo de combustão que envolve a utilização do processo de leito fluidizado ou queima com carvão pulverizado.

Em seguida viria a previsão para utilização de queimadores com baixa emissão de óxidos de nitrogênio.

No fluxo de gases, na direção da chaminé, ficariam os precipitadores eletrostáticos para controle dos particulados, e o processo de dessulfurização para controle dos óxidos de enxofre. O processo de dessulfurização poderá estar localizado na câmara de combustão, antes ou depois dos precipitadores eletrostáticos, conforme descrito anteriormente.

Para controle dos particulados existem os filtros de manga, que não são muito utilizados no Brasil devido ao elevado teor de cinzas do carvão nacional e a dificuldade em adquirir as partes de reposição do equipamento.

Finalmente na saída dos gases existem as chaminés, que são calculadas de maneira a otimizar a dispersão das emissões aéreas ainda remanescentes.

Os processos básicos de tratamento mais utilizados no controle das emissões aéreas das usinas termelétricas que, incorporados ao projeto da usina, garantem a manutenção de padrões de qualidade ambiental são:

- processos básicos de tratamento do material particulado;
- processos básicos de tratamento de óxidos de enxofre;
- processos básicos de tratamento para óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos, monóxido de carbono e oxidantes fotoquímicos e
- processos básicos de tratamento para elementos menores.

Os processos básicos de tratamento do material particulado separam os particulados de uma corrente gasosa. Pode ser efetuado por qualquer um dos quatro tipos de equipamentos abaixo (ELETROSUL, 1990, p.99):

- coletores mecânicos (ciclones);
- câmaras de sedimentação (lavadores);
- precipitadores eletrostáticos e
- filtros de manga.

Os processos básicos de tratamento de óxidos de enxofre podem ser: chaminés elevadas ou tecnologias de controle aplicadas antes (dessulfurização do carvão), durante (caldeira de leito fluidizado) ou após a combustão (dessulfurizadores) (ELETROSUL, 1994, v. 4, p.31).

Os processos básicos de tratamento para óxidos de nitrogênio podem ser realizados pela utilização de uma ou de um conjunto das seguintes técnicas: pela combustão em leito fluidizado, pela recirculação dos gases de combustão, pela umidificação do ar, pela injeção do ar em estágios e/ou por queimadores especiais. O tratamento dos óxidos de nitrogênio poderá ser realizado também após a combustão pela utilização de “SCR” – equipamento para redução catalítica seletiva ou “SNR” – equipamento para redução não catalítica seletiva. Com relação aos hidrocarbonetos e monóxido de carbono, o processo de tratamento será através da otimização da queima do combustível (controle contínuo do oxigênio e dióxido/monóxido de carbono). Finalmente, o processo de tratamento dos oxidantes fotoquímicos será através da redução da concentração dos seus precursores (óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos) (ELETROSUL 1990, p.107).

Os processos básicos de tratamento para elementos menores podem ser: beneficiamento do carvão, utilização de lavadores de gases e/ou chaminés elevadas (ELETROSUL, 1994, p.39).

5.4.4. Resíduos sólidos

São definidos como resíduos de usinas termelétricas a carvão nos estados sólido e semi-sólido:

- a cinza proveniente da combustão do carvão que é o principal resíduo sólido produzido.
- os lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água e gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição,
- determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água,
- podem ainda ser considerados como resíduos sólidos: sucata e borras oleosas.

5.4.4.1. *Impactos Ambientais*

Além dos efeitos no próprio solo em que é armazenado, o efeito ambiental dos resíduos sólidos, diante da imobilidade do solo – ao contrário da água e do ar –, manifesta-se pelo seu arraste pelo ar ou pela água, superficial ou subterrânea.

Com referência ao processo de geração termelétrica a carvão no Brasil, podemos salientar que a maior parte do carvão consumido atualmente em usinas termelétricas é queimado em caldeiras de carvão pulverizado.

Neste tipo de caldeira, mais de três quartos da cinza produzida é fina o bastante para deixar a caldeira, arrastada pelos gases de combustão (cinza leve ou cinza seca), sendo na sua maior parte coletada por equipamentos de retenção como precipitadores eletrostáticos ou filtros de manga. As cinzas remanescentes que não são arrastadas pelo fluxo dos gases fundem-se em partículas maiores e caem no fundo da caldeira (cinzas pesadas).

Visto que as termelétricas brasileiras queimam carvão com teor de cinzas na faixa dos 40 a 60%, a quantidade de cinza produzida é bastante significativa. A quantidade é função da qualidade do carvão, do tipo de queima e da potência da unidade.

Resíduos sólidos poderão resultar ainda dos próprios sistemas de controle de poluição hídrica e atmosférica, incorporando os poluentes removidos e/ou seus subprodutos. Por exemplo, uma unidade de dessulfurização de gases que usa cal ou calcário gera gesso como subproduto da remoção do dióxido de enxofre (SO₂).

A parcela de cinza seca gerada em relação ao total vai depender do processo utilizado para a combustão do carvão. No caso das caldeiras de carvão pulverizado, cerca de 80 a 85% da cinza gerada será emitida como cinza seca.

A parcela coletada nos equipamentos de retenção de particulados é enviada para um silo e pode ser retirada por via seca, quando comercializada, ou via úmida, a qual receberá o mesmo destino que a parcela retida nos aquecedores, na chaminé e no fundo da fornalha.

5.4.4.2. Medidas Mitigadoras

O primeiro esforço no sentido de mitigar os impactos ambientais decorrentes da disposição de resíduos sólidos no meio ambiente deve sempre ser dirigido no sentido de analisar suas potencialidades como matéria-prima para utilização em outros processos industriais.

No caso das cinzas de carvão, por exemplo, destacam-se cada vez mais seu uso na fabricação e incorporação ao cimento, por suas propriedades pozolânicas.

Estão sendo feitas pesquisas de utilização da cinza em blocos de construção, como base de estradas e misturada ao concreto asfáltico, no pavimento de estradas.

A par dos esforços para colocar no mercado uma parcela maior dos resíduos, sempre haverá, por outro lado, uma parcela de resíduos, demandando um local de disposição final, na qual seu potencial poluidor deve ser confinado através de medidas de controle ambiental. São os aterros industriais sanitários.

O que está sendo previsto atualmente nos novos projetos de usinas termelétricas é a separação dos resíduos secos e úmidos.

Os resíduos úmidos são encaminhados para bacias projetadas conforme as normas vigentes. O líquido existente deverá ser captado e recirculado novamente para o processo da usina termelétrica. Caso necessário, este líquido deverá ser tratado.

Quando as bacias estiverem cheias: ou elas serão esvaziadas para serem reaproveitadas, sendo os resíduos transportados para uma outra área devidamente licenciada, ou elas serão cobertas e revegetadas.

No projeto da área das bacias de cinza, deverão ser tomadas as seguintes providencias:

- seleção criteriosa do local;
- projeto do aterro conforme as melhores técnicas da engenharia;
- controle do lixiviado;
- controle da drenagem pluvial e
- tratamento paisagístico (após a utilização da bacia).

5.4.5. Impactos sociais

A usina termelétrica também causará impactos sociais e econômicos na região aonde será implantada. Estes impactos poderão ser positivos ou negativos. O cenário socioeconômico no qual o empreendimento será inserido poderá ser analisado através de diversos aspectos. O objetivo destas análises é obter um diagnóstico socioeconômico da região onde será inserido o empreendimento, para posteriormente detalhar quais os impactos negativos e positivos oriundos da sua implementação.

São apresentados a seguir alguns dos itens que deverão ser analisados nesta etapa (AMA, 2000, p.13):

Dinâmica populacional

- demografia, distribuição e mapeamento da população, localização das aglomerações urbanas e rurais e hierarquização dos núcleos (AGRAR, 2002, p.67) e
- fluxos migratórios, identificando: origem, tempo de permanência e causas da migração.

Caracterização das comunidades afetadas

- estrutura ocupacional: população economicamente ativa (PEA) urbana e rural; PEA por setor econômico; contribuição de cada setor, geração de emprego e nível tecnológico por setor, abordando, inclusive, aspectos da economia informal; relação de troca entre a

economia local, regional, nacional e internacional, incluindo destinação da produção local e importância relativa; índices de desemprego (AGRAR, 2002, p.89);

- educação: caracterização do sistema formal e informal de ensino rural e urbano (recursos físicos e humanos); índice de alfabetização; cursos profissionalizantes existentes;
- saúde: coeficiente de mortalidade geral e proporcional; coeficiente de mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias (reduzíveis por saneamento básico, reduzíveis por imunização e por programas especiais); caracterização da estrutura institucional e infra-estrutura correspondente. Programas de saúde no âmbito governamental e privado; susceptibilidade do meio físico, biológico e socioeconômico à instalação e/ou expansão de doenças em geral; estudo da potencialidade de introdução de novas endemias;
- lazer, turismo e cultura: manifestações culturais relacionadas ao meio ambiente natural e socioreligioso; principais atividades de lazer da população; áreas de lazer mais utilizadas; equipamentos de lazer urbanos e rurais;
- as condições habitacionais nas cidades, nos povoados e na zona rural e
- estrutura de segurança.

Organização social

- forças e tensões sociais, grupos e movimentos comunitários, lideranças, forças políticas e sindicais atuantes, associações;
- levantamento do contingente operário a ser estabelecido nos locais das obras e infra-estrutura para sua manutenção e conseqüente avaliação dos impactos sociais decorrentes do novo agrupamento populacional;
- levantamento da situação periférica do acampamento das obras, instalação de pequenos comércios etc.;
- novas relações culturais/comerciais entre as cidades e suas conseqüências e

- identificação e caracterização das reservas existentes na área de influência do empreendimento.

Infra-estrutura básica

- caracterização e mapeamento da infra-estrutura regional: transporte, energia elétrica (especificação das formas de geração), comunicação, captação e abastecimento de água potável, saneamento (AGRAR, 2002, p.6.72).

Uso e ocupação territorial

- caracterização da paisagem (topografia, geomorfologia, vegetação e modificações humanas) (MRS, 2000, v. 9, p. 23);
- análise descritiva e histórica da evolução e ocupação humana na região e
- estrutura fundiária.

Patrimônio arqueológico (Engevix, 2000, p.4-12)

Uma atividade muito importante nesta etapa dos trabalhos é o início do envolvimento da população, através de informações sobre o futuro empreendimento e pesquisa sobre o que a população estaria esperando e quais suas expectativas.

5.5. Monitoramento ambiental

Alguns dos objetivos do monitoramento ambiental são (MORGAN, 1998, p.216):

- obter o maior número de dados possíveis sobre as variáveis ambientais em uma certa região, com diferentes condições de operação da usina, para avaliar os impactos positivos e negativos de qualquer inserção do homem nesta região;
- avaliar o desempenho dos equipamentos com vistas à obtenção dos resultados previstos, manutenção preventiva ou corretiva;
- prever concentrações de poluentes fora dos parâmetros acordados ou da legislação ambiental e

- verificar o sucesso das medidas de mitigação e dos planos de gestão (SADLER, 1996, p.5-19).

Estes dados fornecem um diagnóstico da situação da região num determinado momento. Para o caso de usinas termelétricas, o ideal é que estes dados estejam disponíveis antes do início da construção da usina. À medida que o empreendimento for desenvolvendo, através das suas diversas fases, o diagnóstico será atualizado, visando manter a qualidade ambiental da região e detectando efeitos inesperados a tempo de corrigi-los.

O sistema de monitoramento ambiental exige baixo investimento e as informações obtidas podem ser utilizadas em negociações com órgãos ambientais, em ações judiciais e como fator de *marketing* para a companhia.

Após a entrada da usina em operação são monitorados as fontes poluidoras e o ambiente receptor dos poluentes.

A eficácia de um programa de monitoramento é função dos locais de amostragem, das variáveis escolhidas para serem medidas, dos métodos empregados para medição e dos métodos de análise das informações.

É através do monitoramento ambiental que será verificada a eficiência das medidas mitigadoras propostas para a usina e o cumprimento das condições da licença ambiental, se for o caso.

5.5.1. Emissões aéreas

Os métodos de monitoramento das emissões aéreas podem ser (ELETROSUL, 1994, v. 4, p.53):

- medição do material particulado em dutos e na chaminé;
- medição da concentração de dióxido de enxofre;
- medição da concentração de óxidos de nitrogênio;
- medição da concentração de monóxido de carbono e hidrocarbonetos;
- e outros.

A utilização de todos os métodos de medição ou de apenas alguns deles depende, entre outros fatores, da companhia que é responsável pelo empreendimento, do local da usina, das exigências do órgão ambiental responsável e dos estudos ambientais realizados.

A medição da concentração de poeira nos gases é realizada pelo opacímetro. Ele mede a densidade calorimétrica dos gases da combustão, permitindo otimizar o controle da relação ar/combustível, mantendo o nível de particulados sob controle contínuo. A grande vantagem deste método de medição é que opera continuamente. Os opacímetros geralmente são instalados nos dutos de gases, após os precipitadores eletrostáticos.

A medição do material particulado em dutos e na chaminé é realizada através da amostragem das emissões gasosas (ELETROSUL, 1994, v. 4, p.53). O material é coletado, pesado e definido o seu volume para obter-se a concentração de material particulado. Esta medição determina a eficiência dos precipitadores eletrostáticos.

A medição da concentração de dióxido de enxofre é realizada pelos analisadores contínuos da chaminé. Estes equipamentos trabalham continuamente.

A medição da concentração de óxidos de nitrogênio é realizada através de analisadores de emissões. O funcionamento destes equipamentos é baseado na capacidade de absorção da radiação infravermelha destes gases. Este monitoramento tem por objetivo um maior controle da combustão e das emissões dos óxidos de nitrogênio. As emissões destes poluentes dependem da temperatura da chama e da razão ar/combustível.

A medição da concentração do monóxido de carbono e hidrocarbonetos é realizada pelos analisadores de emissões (CO e hidrocarbonetos). O princípio de funcionamento é similar ao do equipamento acima descrito. Estas emissões são resultado da combustão incompleta dos combustíveis. As emissões destes poluentes dependem da razão ar/combustível, da temperatura da chama e do controle da combustão.

5.5.2. Efluentes líquidos

O método de monitoramento adotado para os efluentes líquidos é através de amostragem. As amostragens devem ser tomadas nos efluentes e a montante e jusante do corpo receptor (curso d'água). O critério para a definição dos poluentes é através da determinação dos principais parâmetros físico-

químicos, como por exemplo: pH, temperatura, acidez, alcalinidade, turbidez, sulfatos, sólidos totais, sólidos dissolvidos, etc.

Os efluentes líquidos gerados em usinas termelétricas são os mais variados possíveis no que diz respeito à vazão, frequência e qualidade.

No que diz respeito aos esgotos sanitários, a metodologia utilizada para sua coleta é através de fossas sépticas e filtros anaeróbios. O monitoramento sempre é realizado na entrada e saída de cada elemento (fossas e filtros). Os parâmetros analisados são: pH, sólidos totais, sólidos suspensos, sólidos sedimentáveis, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) (ELETROSUL, 1994, v. 4, p.56).

5.5.3. Resíduos sólidos

Os resíduos sólidos podem causar poluição da água, do ar, do solo e/ou do subsolo.

O grau de periculosidade de um resíduo sólido pode ser medido através dos compostos tóxicos que fazem parte da sua composição, como por exemplo: mercúrio, chumbo, arsênio, bário, selênio, cianetos, compostos organo-clorados, etc.

O impacto ambiental poderá ocorrer pela contaminação do local onde será armazenado ou através dos agentes externos (vento, chuvas, etc.) sobre os depósitos de resíduos sólidos. A ação do vento pode poluir o ar atmosférico próximo à usina. Daí a necessidade do monitoramento do terreno onde será depositado o resíduo, do lençol freático e do ar.

A definição do tipo de monitoramento, dos pontos de amostragem e dos parâmetros a serem analisados serão definidos em função do resíduo e através de acordos com o órgão ambiental local em função das características do empreendimento.

5.6. Conclusão

Este capítulo apresentou de forma resumida o processo de geração de energia elétrica, a legislação ambiental, o processo de licenciamento de empreendimentos, os impactos ambientais causados por uma usina

termelétrica, as medidas mitigadoras para cada tipo de impacto e o objetivo e os tipos de monitoramento ambiental utilizados por usinas termelétricas.

O objetivo deste capítulo era de apresentar a usina termelétrica e sua interface com o meio ambiente, visando situar os impactos ambientais dentro do processo de geração de energia elétrica.

Capítulo 6

Usina Termelétrica Jacuí

6.1. Considerações iniciais

Este capítulo tem o objetivo de apresentar as características gerais do empreendimento, um resumo do EIA/RIMA (atualização), o histórico do licenciamento ambiental, os aspectos condicionantes da licença de instalação fornecida pela FEPAM e a situação atual da Usina Termelétrica Jacuí.

Para a obtenção das informações constantes neste capítulo, foram consultados os seguintes documentos:

- Contratos 61-501 e 61-502 para fornecimento de equipamentos e sistemas dos Consórcios Estrangeiro e Nacional;
- Usina Termelétrica Jacuí – Caracterização do Empreendimento – Volumes 1, 2 e 3;
- EIA/RIMA (atualização) e
- Licença de Instalação – LI nº 0821/2001-DL. FEPAM.

A Usina Termelétrica Jacuí servirá como objeto para o estudo de caso, visando analisar o método de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) proposto neste trabalho.

6.2. Histórico do projeto

O projeto da Usina Termelétrica Jacuí teve início na década de 1980, portanto antes da aprovação da Resolução CONAMA 001/86. A usina está

localizada no município de Charqueadas, no estado do Rio Grande do Sul, com 350 MW de potência e utiliza carvão mineral pulverizado como combustível.

Na sua especificação técnica original não estava previsto o licenciamento ambiental. Em meados da década de 1980 foram iniciadas as tratativas para o licenciamento da usina. Com o desenvolvimento tecnológico voltado para a área ambiental e o advento da legislação ambiental no âmbito nacional e internacional, foram acrescentados cuidados mais específicos, visando atender não somente à legislação ambiental, mas também incluindo equipamentos que representavam o “estado da arte” no momento, como por exemplo os queimadores com baixa emissão de NO_x.

Um dos primeiros EIA/RIMA para usina termelétrica a carvão no Brasil, elaborado em meados da década de 1980 e apresentado ao órgão ambiental estadual responsável pelo seu licenciamento, foi o da Usina Termelétrica Jacuí, que está paralisada desde 1991 por motivos econômicos, políticos e ambientais.

Entre 1991 e 1997 foram feitas diversas tratativas e acordos na justiça, visando viabilizar ambientalmente o empreendimento.

Esta usina começou a ser construída pela Eletrosul, empresa estatal geradora de energia para a região Sul do país. A Eletrosul teve seus ativos de geração desmembrados dos ativos de transmissão em 1997. Passou a chamar-se Gerasul, e foi privatizada em 1998. A partir de então, o término da obra ficou a cargo da empresa que adquiriu a Gerasul, atual Tractebel Energia.

6.3. Informações gerais sobre o empreendimento

A Usina Termelétrica de Jacuí está localizada entre a margem direita do rio Jacuí e a estrada RS-401, no local denominado Granja Carola, no município de Charqueadas, estado do Rio Grande do Sul, distante 50km da cidade de Porto Alegre. Situada em ponto estratégico junto à bacia carbonífera e próxima a importante centro de carga da região, ver figura 8.1.

Estado do Rio Grande do Sul

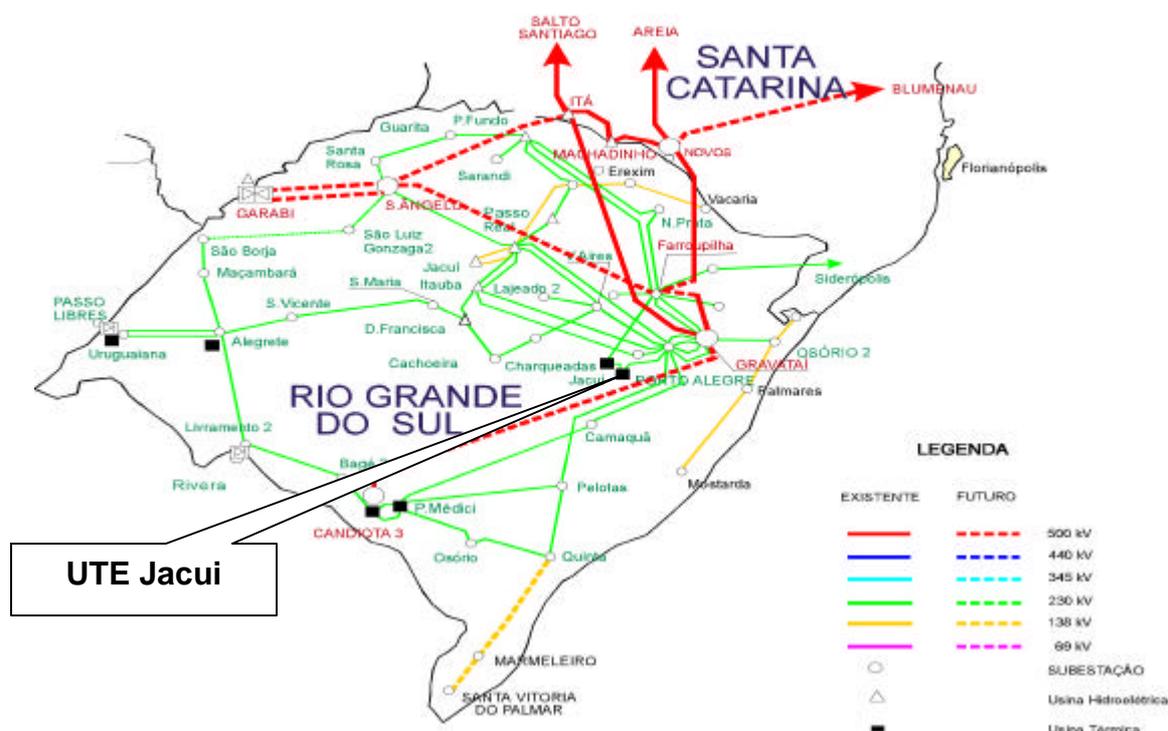


Figura 6.1. Mapa do estado do Rio Grande do Sul, com a localização da usina.

A usina é constituída por uma caldeira instalada ao tempo, tipo torre, uma turbina instalada no interior da casa de máquinas, alternador síncrono acoplado diretamente à turbina e dois transformadores elevadores trifásicos.

Os equipamentos principais (caldeira, turbina e equipamentos auxiliares) foram adquiridos de um consórcio britânico composto pelas empresas NEI ICL, NEI PARSONS e KLOCKNER INA. Todos os equipamentos importados já foram fornecidos e encontram-se no canteiro de obras, parcialmente montados e/ou estocados.

O restante do fornecimento dos equipamentos ficou sob a responsabilidade de um consórcio de empresas brasileiras, formado por COBRASMA, SADE VIGESA, COEMSA e outros fornecedores menores. Estes equipamentos foram parcialmente fornecidos.

As obras civis foram executadas pelo consórcio CBPO/GAÚCHA, tendo

sido paralisadas em 1989. A montagem eletromecânica, paralisada desde 1991, foi executada pelo consórcio AASA/IESA.

O projeto executivo foi elaborado pela empresa BRASCEP Engenharia, até sua paralisação.

6.4. EIA/RIMA da UTE Jacuí

Este item irá descrever de maneira resumida a revisão do EIA/RIMA apresentado a FEPAM e nas audiências públicas.

O EIA abrange seis volumes e o RIMA mais dois volumes. A estruturação do trabalho é a seguinte:

1. Introdução;
2. Identificação do empreendedor;
3. Equipe técnica;
4. Dados do empreendimento;
5. Sondagem seletiva de opinião;
6. Áreas de influência;
7. Diagnóstico ambiental;
8. Avaliação dos impactos;
9. Prognóstico ambiental e
10. Programas e projetos mitigadores, compensatórios e de monitoramento.

Os itens “Introdução”, “Identificação do empreendedor”, “Equipe técnica” e “Dados do empreendimento” servem como apresentação do que será avaliado. O item “Dados do empreendimento” descreve um resumo do que será instalado no local.

6.4.1. Sondagem seletiva de opinião

O item 5 “Sondagem seletiva de opinião” foi uma pesquisa realizada pela empresa de consultoria junto à população local, sobre o grau de informação, avaliação da construção da usina e aspectos relacionados aos impactos ambientais do empreendimento (MRS, 2000, v.8, p.49). Esta pesquisa concluiu que a população está mal informada sobre as tratativas para continuação das

obras e que gostaria de um debate mais amplo e de melhores informações sobre o assunto. A população está preocupada com o fornecimento de energia no estado e vê como um fator importante a utilização de um insumo (carvão) local para geração de energia. Como aspectos positivos foram enfatizados o impacto econômico e a geração de empregos que surgirão com o reinício das obras e a futura operação da usina.

O empreendedor utilizou a audiência pública para apresentação e discussão do EIA/RIMA com o objetivo de melhor informar a sociedade local sobre o estágio do projeto.

6.4.2. Áreas de influência

As áreas de influência direta e indireta foram definidas em função dos meios e do tipo de impacto a ser analisado. Para o meio físico, foram definidas áreas de influência direta e indireta para: a qualidade do ar, ruídos, solos e recursos hídricos. Para o meio biótico, foi considerada somente uma área de influência direta e uma indireta. Para o meio antrópico, foi definida uma área de influência para o diagnóstico socioeconômico e outra para o paisagismo.

6.4.3. Diagnóstico ambiental

O diagnóstico ambiental analisa os três meios considerados (físico, biótico e socioeconômico). Para o meio físico, é dada especial atenção para a qualidade do ar. Neste item foram listados os principais poluentes atmosféricos e suas fontes (MRS, 2000, v.8, p.58). Em função da legislação que envolve as emissões aéreas, foram verificados os padrões primário e secundário vigentes, bem como o tempo de amostragem e o método de medição para cada tipo de poluente. No estudo são apresentados os principais poluentes e os impactos causados por cada um. A seguir são apresentadas as estações de medição da qualidade do ar existentes nas áreas de influência direta e indireta, e quais as medições realizadas por cada uma. Com base nos resultados destas estações, é feita uma análise para servir como diagnóstico da qualidade do ar.

Para o meio biótico são consideradas a fauna e a vegetação. Para o meio socioeconômico são consideradas as áreas de influência direta e indireta, as

condições de oferta de energia elétrica, o perfil da demanda de energia elétrica, o cenário socioeconômico e o paisagismo.

6.4.4. Avaliação dos impactos

O método para avaliação dos impactos ambientais da usina termelétrica seguiu as seguintes etapas (MRS, 2000, p. 31):

- descrição dos impactos ambientais decorrentes do empreendimento;
- elaboração da matriz de impacto quanti-qualitativa, segundo método Fischer e Davies, desenvolvido em 1972, visando dar uma visão geral dos impactos e sua caracterização;
- redes de interação dos impactos e
- síntese dos impactos.

6.4.4.1. Descrição dos impactos decorrentes do empreendimento

Meio físico – qualidade do ar

Inicialmente é analisado o meio físico e a qualidade do ar. Neste caso são analisadas duas fases: a implantação do empreendimento e durante a sua operação. Os impactos relativos à qualidade do ar decorrentes das fases acima descritas dependem dos seguintes fatores: qualidade do ar atual, meteorologia da região e emissões dos poluentes.

Com base nos fatores envolvidos e nos cenários definidos foi realizada uma modelagem da dispersão dos poluentes na atmosfera para a valoração dos impactos decorrentes do empreendimento e foram apresentados os resultados, considerando a valoração dos impactos isolados da Usina Termelétrica Jacuí e o impacto ambiental conjunto das fontes de emissão da região, sobre a qualidade do ar na área de influência.

Este item finaliza com um balanço dos impactos sobre a qualidade do ar, alguns comentários sobre os resultados da modelagem e a apresentação das medidas mitigadoras e de monitoramento para a qualidade do ar.

Meio físico – ruídos

Conforme MRS (2000, v.8, p.98), a avaliação dos impactos relativos à poluição sonora, na área de influência, está associada ao grau de exposição de pressão sonora dos receptores compreendidos pelos seres humanos e a fauna, resultante do processo de emissão, dispersão e recepção.

São considerados nesta avaliação os ruídos decorrentes das fases de implantação e operação. Neste item são analisados as emissões de ruídos e os incrementos dos ruídos, concluindo com o seu enquadramento dentro das normas e as respectivas medidas mitigadoras para seu controle.

Meio físico – geologia, morfologia e solos

Com relação a este aspecto, foram analisados os seguintes trabalhos que são os causadores dos maiores impactos: terraplenagem para a obra civil, atividades de escavação e retirada e transporte de solo e rocha.

Meio físico – recursos hídricos

Para análise dos impactos ambientais causados nos recursos hídricos, foram pesquisadas as vazões mínimas dos rios Jacuí e Taquari (próximos à área do empreendimento) para verificar a viabilidade de suprimento de água. É apresentado o balanço de água, com as respectivas vazões envolvidas nos diferentes processos, quanto será tratada e quanto será necessário de água de reposição para manter a usina em funcionamento.

Com relação ao sistema de água de circulação, foi modelada a dispersão dos efluentes líquidos para verificar qual será o impacto do retorno da água em temperatura superior à do rio Jacuí.

Para todos os casos, inclusive a vazão de esgotos, são apresentadas medidas mitigadoras, visando controlar os impactos nos recursos hídricos.

Meio biótico – vegetação

Para o meio biótico é considerada apenas a área de influência direta, na qual se concentram os efeitos impactantes gerados pela usina em todas as suas fases. Estes efeitos repercutem de maneira direta e indireta, variando em magnitude e intensidade sobre a vegetação e a fauna.

Com relação à vegetação, foram analisados os impactos ambientais que ocorrerão nas duas fases de implantação do empreendimento: conclusão das obras e operação da usina.

Meio biótico – fauna

Foram analisados os impactos ambientais que ocorrerão nas duas fases de implantação do empreendimento e como medidas mitigadoras são incluídas melhorias no projeto, principalmente na tomada d'água, visando diminuir os impactos ambientais futuros, durante a fase de operação da usina.

Meio socioeconômico – avaliação geral da interferência do empreendimento

O meio socioeconômico analisa os aspectos relativos à demografia, economia e infra-estrutura dos municípios mais próximos (área de influência direta). Em seguida apresenta as medidas mitigadoras, tendo em vista que apesar dos impactos socioeconômicos serem na sua maioria positivos, a experiência indica que o efeito positivo destes impactos é muitas vezes desperdiçado devido à falta de gerenciamento e planejamento para que as medidas implantadas venham a ser absorvidas pela região e mantidas após a finalização das obras em benefício da comunidade local.

Meio socioeconômico – patrimônio arqueológico e cultural

Descreve o que foi achado na região durante pesquisas arqueológicas da área.

Meio socioeconômico – paisagem

Neste item são descritos os principais impactos visuais do empreendimento que deverão receber projetos paisagísticos para sua mitigação.

6.4.4.2. Matriz de avaliação quali-quantitativa

Com o objetivo de proporcionar uma análise mais aprofundada foi elaborada uma matriz de avaliação quali-quantitativa, conforme o método Fischer e Davies, desenvolvido em 1972 (*apud* MRS, 2000, v.8, p.136), na qual os impactos foram avaliados de acordo com critérios predefinidos.

Na figura 6.2 é apresentado um modelo da matriz conforme consta do EIA/RIMA da Usina Termelétrica Jacuí, bem como os critérios para avaliação dos impactos ambientais.

Meio	Impacto	Atributos					Mensuração			Medidas mitigadoras		Grau de Rel. ¹¹	
		Nat. ¹	Ocorrência			F de I ⁵	Dur. ⁶	Ind. ⁷	Nº a. ⁸	Mag. ⁹	Descrição		Grau Resol. ¹⁰
			Prob. ²	Prazo ³	Esp. ⁴								

Notas:

1. Natureza – (+) positiva ou (-) negativa;
2. Probabilidade – © certa ou (P) provável;
3. Prazo – curto, médio ou longo;
4. Espacialidade – (L) localizado ou (D) disperso;
5. Forma de Interferência – (O) ocasiona ou (A) aumenta;
6. Duração – (T) temporário ou (P) permanente;
7. Indicador;
8. Nº absoluto;
9. Magnitude – pequena, média, grande;
10. Grau de Resolução – (A) alto, (M) médio ou (B) baixo;
11. Grau de Relevância – (A) alto, (M) médio ou (B) baixo.

Figura 6.2. UTE Jacuí – Matriz quanti-qualitativa – Área de influência (direta ou indireta) – Fase do empreendimento (Fonte: MRS, 2000, v.8, p.136)

6.4.4.3. *Redes de interação*

São apresentadas as redes de interação entre os diversos impactos para permitir a análise de causa e efeito em função das ações do empreendimento. Os diferentes impactos são classificados em: primários, secundários e terciários. Não existe caráter hierárquico para os impactos. Esta análise deve ser realizada considerando a dinâmica temporal devido à precedência entre os diversos fenômenos.

Através das redes de interação podem ser identificados os impactos mais interativos (junto aos nós), destacando-se a geração de poeira suspensa e emissão de gases, que impactam a qualidade do ar.

6.4.4.4. *Síntese dos impactos*

A localização da Usina Termelétrica Jacuí, definida há quase vinte anos, caracteriza-se pela proximidade à área mais densamente urbanizada da região metropolitana de Porto Alegre, à áreas de preservação ambiental, como o Parque do Delta do Jacuí, à áreas industriais cujas emissões se somam às da usina proposta, aspectos que colocam em destaque os impactos relacionados com a qualidade do ar.

A primeira conclusão é de que o empreendimento, conforme apresentado, irá atender a todas as legislações ambientais vigentes e ao Compromisso de Ajustamento firmado em 1996, tanto na fase de construção como na fase de operação.

Como impactos negativos mais importantes são comentados:

- Recursos hídricos – fase de construção – impacto devido à carga orgânica (1.400 trabalhadores no “pico” da obra), deverá ser atenuado pelo sistema de tratamento dos efluentes sanitários implantado (fossas e filtros anaeróbios) com a adição de um tratamento final através de uma bacia de polimento.
- Recursos hídricos – fase de operação – aquecimento da água do rio Jacuí causado pela água utilizada no processo, será mitigado pela grande vazão e capacidade de depuração deste.

- Obras do porto – fase de construção – impacto devido à supressão da vegetação e terraplenagem, ocorrerá perda de *habitat* e afugentamento de algumas espécies da fauna em matas próximas.
- Durante a vida útil do empreendimento – impacto na ictiofauna e no plâncton em decorrência da operação do sistema de captação da água e lançamento dos efluentes líquidos, deverá ser mitigado mediante a adoção de estruturas de proteção à ictiofauna junto à tomada d'água.
- Emissões aéreas – poderão trazer efeitos negativos para a vegetação, que serão reduzidos através dos sistemas e equipamentos de controle de emissões previstos no projeto.

Como impactos positivos importantes são comentados:

- Aumento da oferta de energia elétrica e dinamização da economia da região através da utilização de um insumo nacional e regional, diversificando a matriz energética nacional.
- Criação de empregos de forma direta (empregos na construção e operação da usina) e de forma indireta (empregos nas minas e no comércio local).
- Acréscimo na demanda por serviços devido ao aumento do volume de trabalhadores, principalmente na área de saúde, com programas de vacinação e prevenção de doenças.

6.4.5. Prognóstico ambiental

O prognóstico ambiental analisa três alternativas:

- finalização do empreendimento;
- não finalização do empreendimento e
- desativação do empreendimento.

Na análise da alternativa de finalização do empreendimento, conforme o próprio título declara, é analisada a alternativa de concluir a construção da Usina Termelétrica Jacuí. São considerados os meios físico (qualidade do ar, níveis de ruído e recursos hídricos), biótico e socioeconômico. São verificadas as conseqüências dos impactos negativos e positivos sobre os diversos meios avaliados.

Na alternativa de não finalização do empreendimento, são analisadas as conseqüências de não ser construída a usina termelétrica. Neste caso, de acordo com o EIA/RIMA, os maiores impactos seriam de natureza socioeconômica. Estes impactos seriam relacionados com o problema de déficit de energia elétrica no estado, com a não-utilização da exploração do carvão para dinamização da economia da região, com o ônus que representaria para a economia gaúcha haja vista os grandes investimentos já realizados na região, com a perda da possibilidade de arrecadação de impostos nas minas e na usina, entre outros. As atuais condições locais seriam mantidas, sendo que o meio biótico não irá se beneficiar da recuperação prevista das áreas degradadas pela movimentação de terra já realizada.

A terceira alternativa avaliada foi a de desativar as construções e as montagens já realizadas no sentido de minimizar os impactos socioambientais negativos. Para o caso de desativação das obras da usina, deverão ser buscadas soluções que viabilizem o aproveitamento dos equipamentos com vida útil residual e a adaptação das obras civis, para serem utilizadas para outros fins.

6.4.6. Programas e projetos mitigadores, compensatórios e de monitoramento

Os programas e projetos mitigadores, compensatórios e de monitoramento, foram estruturados em função dos impactos ambientais gerados pela conclusão das obras e operação da Usina Termelétrica Jacuí.

Nos casos em que os efeitos impactantes não possam ser mitigados, são propostos programas de monitoramento para o controle dos níveis de poluição sobre os meios no transcorrer das diversas fases do empreendimento. Os programas compensatórios também são aplicados nestas situações.

Neste item são propostas medidas mitigadoras e de monitoramento para: recursos atmosféricos, recursos hídricos, ruídos, resíduos sólidos, saúde e segurança.

São também listados alguns programas sociais que poderão ser implantados, como por exemplo: programa de comunicação social, programa de educação ambiental, programa de saúde pública e outros.

Com relação ao paisagismo, são apresentados seus objetivos, as espécies que serão utilizadas e os padrões de plantio.

Concluindo, são apresentadas sugestões de parques e reservas como alternativas de projetos para atendimento à Resolução CONAMA nº 02/96, como medida compensatória para os impactos gerados pelo empreendimento.

6.5. Licenciamento Ambiental

O órgão responsável pelo processo de licenciamento ambiental da UTE Jacuí foi a Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM.

No processo original de Licenciamento Ambiental da usina houve divergência quanto aos padrões para as emissões atmosféricas estabelecidas para dióxido de enxofre (SO₂) e material particulado (MP), que resultou na abertura, em agosto de 1988, de uma Ação Civil Pública contra a ELETROSUL, solicitando que a UTE Jacuí atendesse aos padrões estabelecidos em 1986, pelo Departamento de Meio Ambiente – DMA (atual FEPAM).

Esta Ação Civil Pública foi solicitada pela Associação Canoense de Proteção ao Ambiente Natural – ASCAPAN e DMA, tendo como autor o Ministério Público da Comarca de Guaíba

Com o objetivo de um acordo (na Ação Civil Pública), foi assinado em dezembro de 1996, um compromisso de ajustamento com os Ministérios público federal e estadual, Procuradoria do estado e federal, tendo como intervenientes a Companhia Estadual de Energia Elétrica – CEEE e FEPAM, onde foram acordados os padrões de controle ambiental para a UTE Jacuí .

Este compromisso de ajustamento foi homologado pela Justiça Federal do RS, em julho de 1997.

Em novembro de 1997, a Eletrosul requereu junto à FEPAM a Licença de Instalação – LI, apresentando o Projeto Básico Ambiental – PBA para a UTE Jacuí, em atendimento ao compromisso de ajustamento, executado dentro do

modelo então em vigência para a conclusão das obras, com a participação da iniciativa privada em licitação internacional.

Em resposta ao requerimento da Eletrosul, a FEPAM, em dezembro de 1997, solicitou uma série de complementações a este Projeto Básico Ambiental – PBA.

Em dezembro de 1997, a Eletrosul foi cindida em duas empresas: a Gerasul que assumia os ativos de geração de energia elétrica e a Eletrosul que ficava com os ativos de transmissão.

Em setembro de 1998 a Gerasul foi privatizada. O vencedor do leilão foi a empresa belga Tractebel.

Em janeiro de 1999 a Gerasul entrou em contato com a FEPAM para informar sobre o processo de privatização da empresa e discutiu os compromissos assumidos perante o Edital de privatização e o compromisso de ajustamento anteriormente firmado na Justiça Federal.

Em junho de 1999, durante reunião técnica para analisar as condições de continuidade do processo de licenciamento ambiental da usina termelétrica Jacuí, a FEPAM solicitou um novo EIA/RIMA, inclusive com uma nova audiência pública.

Foi realizado um novo EIA/RIMA. Este novo EIA/RIMA apresentou modificações relativas ao projeto original, com melhorias ambientais, tendo como a principal delas a inclusão de um dessulfurizador.

Para apresentação e discussão deste novo documento foram realizadas duas novas audiências públicas que foram realizadas em dezembro de 2000, em Charqueadas, e março de 2001, em Porto Alegre.

A FEPAM emitiu a Licença de Instalação em 20 de dezembro de 2001, permitindo assim que o empreendimento, sob o ponto de vista ambiental, estivesse legalizado.

6.6. Condições e restrições da Licença Ambiental de Instalação da UTE Jacuí (FEPAM, 2001, p. 1-7)

Atualmente, para a Tractebel Energia concluir a Usina Termelétrica Jacuí, deverá atender aos parâmetros de controle ambiental conforme expedido pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) do Estado do Rio Grande do Sul.

As principais condições e restrições da Licença de Instalação (LI nº 0821/2001-DL) são:

1. Capacidade instalada da usina será de 350 MW.
2. A empresa deverá apresentar em 60 dias proposta de atendimento à Lei Federal nº 9.988, de 18.07.2000 (SNUC) e Resolução CONSEMA nº 02/96. A proposta deverá ser aprovada pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente.
3. A empresa deverá apresentar em 60 dias o Plano Diretor da área.
4. A empresa deverá apresentar em 60 dias o programa de acompanhamento da dispersão da avifauna e distribuição da ictiofauna, na área de abrangência do empreendimento.
5. A empresa deverá utilizar carvão proveniente de minas localizadas na bacia carbonífera da região do Baixo Jacuí, fornecido por empresa com minas previamente licenciadas pela FEPAM.
6. A operação da usina ficará vinculada a melhorias na Usina Termelétrica de Charqueadas.
7. A empresa deverá divulgar os resultados do monitoramento dos efluentes líquidos e emissões atmosféricas da usina através da *Internet*.
8. Quanto aos efluentes líquidos:
 - deverá ser implantado um sistema de tratamento de efluentes líquidos industriais (provenientes do processo e da drenagem pluvial de áreas contaminadas) para uma vazão máxima de 237,8m³/h, assim como o sistema de tratamento de efluentes líquidos sanitários para uma vazão máxima de 160m³/dia, ambos conforme projetos apresentados à FEPAM;

- as vazões máximas permitidas para o lançamento dos efluentes líquidos tratados são: 96,9m³/h, para o efluente industrial, 112m³/h para o efluente sanitário (durante o período de construção da usina).
- o corpo receptor será o rio Jacuí;
- os efluentes industriais, após o sistema de tratamento, conforme projeto apresentado à FEPAM, deverão ser recirculados numa vazão máxima de 140,9m³/h, sendo que a vazão excedente (96,9m³/h) deverá atender aos padrões de emissão da Portaria nº 05/89-SSMA/RS, para o lançamento em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;
- o sistema de tratamento dos efluentes líquidos sanitários deverá ter uma eficiência mínima de 90% de redução, relativamente aos parâmetros de coliforme fecais, devendo ainda atender aos padrões de emissão conforme Portaria nº 05/89-SSMA/RS, para o lançamento em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;
- as águas de resfriamento, numa vazão máxima de 50.000m³/h, deverão atender ao padrão de emissão determinado para o parâmetro temperatura, ou seja inferior a 40°C, conforme Portaria nº 05/89-SSMA/RS;
- deverão ser instalados medidores de vazão, no mínimo nos seguintes pontos: na entrada dos sistemas de tratamento dos efluentes líquidos industriais e sanitários, na saída do referido sistema, antes da junção destes com a água de resfriamento, na linha de recirculação do efluente líquido industrial tratado, nos pontos de lançamento dos efluentes líquidos industriais e sanitários, no corpo receptor e, ainda, no ponto de saída das águas de resfriamento, devendo este conter medidor contínuo de temperatura;
- a empresa deverá apresentar em 60 dias o programa de monitoramento da qualidade físico-química e biológica das águas dos cursos hídricos abrangidos pela área de influência do empreendimento, indicando o método e a periodicidade do monitoramento, observando o controle dos locais de lançamento das

cargas efluentes orgânicas e inorgânicas, e ainda, o controle da temperatura dos efluentes lançados no rio Jacuí, após o processamento.

9. Quanto às emissões atmosféricas:

- quanto ao controle das fontes da usina operando com 100% da sua capacidade nominal, sendo os padrões fixados em base seca e para um teor de oxigênio de 6% nos gases amostrados:

- deverá atender ao padrão de emissão de, no máximo, 80 mg/Nm³ para o material particulado;
- deverá atender ao padrão de emissão de, no máximo, 1.250mg/Nm³ para o SO₂;
- deverá atender a uma taxa de emissão de NO_x máxima de 2,95g/kg de carvão queimado;
- a opacidade não poderá exceder ao limite de 20% para períodos superiores a seis minutos em uma hora e nunca exceder a 27%;
- o teor de enxofre contido no *diesel* a ser utilizado em situações emergenciais e para a sustentação da chama na caldeira será de no máximo 0,5% em peso;
- a empresa deverá implantar um sistema de captação e abate de material particulado gerado nas operações que envolvam carga, descarga, pontos de transferência e transporte interno de material fragmentado com base na melhor tecnologia disponível;
- o padrão de qualidade do ar a ser atendido é, no mínimo, o padrão secundário, segundo o Código Estadual do Meio Ambiente, art. 149;
- a empresa deverá implementar a pavimentação adequada das vias de acesso internas e externas à usina, ou adotar medidas equivalentes para supressão de poeiras decorrentes do tráfego de veículos pesados;

- a empresa deverá implantar um Programa de Inspeção e Manutenção dos veículos que transportarão matérias-primas, insumos e subprodutos da usina e
- a empresa deverá instalar atenuadores, defletores e silenciadores de ruídos junto às fontes emissoras de modo que os ruídos a serem gerados pela atividade da usina não ultrapassem ao disposto na Resolução CONAMA, nº 001 de 80.03.90.
- Quanto ao monitoramento das fontes:
 - a empresa deverá enviar à FEPAM os resultados dos monitoramentos que forem realizados à medida que forem gerados;
 - a empresa deverá instalar, calibrar, manter e operar sistemas de monitoramento e registro contínuo de emissões de SO₂ (entrada e saída do dessulfurizador), NO_x, CO₂, O₂ e opacidade, no duto de saída da chaminé;
 - a empresa deverá tomar as devidas providências para possibilitar a realização de campanhas de amostragem no duto da chaminé de saída dos gases de combustão, após o dessulfurizador, para a verificação dos níveis de poluentes emitidos, contemplando: amostragem do material particulado, SO₂ e NO_x para a usina a plena carga (até o 30º dia de operação do período de comissionamento), amostragem de material particulado, SO₂, NO_x, dioxinas e furanos, vapores de ácido clorídrico, vapores de ácido fluorídrico, mercúrio e metais associados a particulados (no primeiro ano de operação, no mínimo quatro campanhas de amostragem, sendo a primeira a plena carga) e
 - a empresa deverá apresentar o plano de emissões atmosféricas em um prazo máximo de 180 dias.
- Quanto ao monitoramento da qualidade do ar:

- a empresa deverá apresentar um plano de implantação das estações de monitoramento contínuo e automático da qualidade do ar para os seguintes parâmetros: SO₂, NO_x/NO/NO₂, PM₁₀, O₃, CO, contemplando uma rede com no mínimo três estações automáticas em tempo real e em locais distintos, dentro da área de influência da usina. O início de operação destas instalações deverá ser, no mínimo, seis meses antes da partida da usina. Deverão ser incluídos mais três amostradores de particulados de grande volume PM₁₀ para a determinação de compostos inorgânicos (metais, Ni, Cu, Pb, Cd, Zn, Co, Mn, Fe, etc.) e compostos orgânicos (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos – HPA) associados e
- a empresa deverá apresentar um programa de acompanhamento das condições de dispersão de poluentes atmosféricos, através da análise de dados meteorológicos, devendo a torre meteorológica medir, no mínimo, os parâmetros: pressão atmosférica, temperatura do ar, velocidade e direção do vento e radiação solar.
- Quanto à precipitação (chuva ácida):
 - a empresa deverá apresentar proposta de monitoramento de precipitação úmida (cátions maiores: Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Fe³⁺, e Mg⁺ e ânions maiores: F⁻, Cl⁻, SO₄²⁻, NO₂⁻ e metais: Ni, Cu, Pb, Cd, Mn, Fe, Al, Zn), a amostragem deverá ser realizada de modo a cobrir toda a área de abrangência, contemplando todos os locais de medição da qualidade do ar e outros que se mostrarem necessários num raio de até 50km, devendo ainda ser determinado por evento pH/conductividade/alcalinidade, cátions e anions maiores e
 - a empresa deverá apresentar o detalhamento do programa de biomonitoramento relativo ao SO₂, contendo: a metodologia aplicada, o levantamento fitosociológico da

flora liquênica, o mapeamento das espécies indicadoras da poluição do ar, com a localização dos pontos de biomonitoramento, com as respectivas coordenadas geográficas e cronograma das atividades a serem desenvolvidas.

10. Quanto aos resíduos sólidos industriais, a empresa deverá:

- Segregar, identificar, classificar e acondicionar os resíduos sólidos gerados para a armazenagem/disposição provisória na área da empresa, observando as NBR 12.235 e NBR 11.174, da ABNT, em conformidade com o tipo do resíduo, até a destinação final destes resíduos.
- Dar destinação final adequada à totalidade dos resíduos a serem gerados e verificar o licenciamento ambiental das empresas para as quais seus resíduos serão encaminhados bem como atentar para o seu cumprimento, pois a responsabilidade pela sua destinação adequada é da fonte geradora, independentemente da contratação de terceiros.
- Encaminhar as cinzas que não forem comercializadas para a disposição final na mina de carvão.
- Caso venha a enviar resíduos CLASSE I, para outros estados, a empresa deverá solicitar autorização para remessa de resíduos junto a FEPAM, devendo protocolar processo administrativo a esta fundação, incluindo a devida documentação.

11. Quanto à implantação do porto, a empresa deverá apresentar:

- Projeto executivo do porto contendo ao menos: plano de manejo do carvão na área do porto; descrição dos procedimentos utilizados para o embarque e desembarque, equipamentos e tipos de transporte a serem utilizados, as medidas de controle a serem adotadas no manuseio, transbordo e transporte do carvão e, ainda, plano de emergência de acordo com a Lei Federal nº 9.966 de 28.04.2000.

- Autorização da Superintendência de Portos e Hidrovias referente à implantação do porto.
- A empresa não poderá realizar corte de vegetação nativa na área de implantação do empreendimento até receber o respectivo Alvará para Licenciamento de Serviços Florestais, junto ao Departamento de Florestas e Áreas Protegidas – DEFAP, conforme prevê a Licença Prévia de Exame e Avaliação de Projeto Abrangendo a Área Florestal nº 031/2001 – DEFAP/DLF, datada de 03.09.2001.
- Enviar à FEPAM cópia do referido Alvará.

A LI (Licença de Instalação) é válida pelo período de um ano. Caso a atividade não venha a ser implantada neste período, o empreendedor deverá solicitar a renovação desta licença.

Para o início da atividade, o empreendedor deverá obter junto à FEPAM a LO (Licença de Operação).

6.7. Conclusão

Para concluir este capítulo será apresentada a situação atual do empreendimento.

O grupo Tractebel, após assumir os ativos da Gerasul (atual Tractebel Energia), tomou a decisão de concluir o empreendimento sob determinadas condições. A Tractebel Energia está atuando nas diversas áreas (comercial, fornecimento, institucional, legal, ambiental, etc.), visando solucionar as pendências existentes.

Após contatos com a ANEEL, a empresa já regularizou a situação do empreendimento junto à agência reguladora responsável.

Com relação ao combustível foram feitas várias negociações e foram selecionados futuros fornecedores para o combustível a ser utilizado na usina.

No que diz respeito à complementação do projeto, fornecimento e montagem, a Tractebel Energia está negociando um contrato EPC – *Engineering, procurement and construction* com uma das empresas líder mundial no fornecimento de equipamentos para usinas termelétricas. Este

contrato está em fase final de ajustes técnicos. Paralelamente foram feitas negociações com os antigos fornecedores nacionais dos equipamentos e sistemas da usina para evitar futuros transtornos.

Com respeito à área de meio ambiente, a Tractebel Energia reavaliou, a pedido do órgão responsável pelo licenciamento ambiental estadual, o EIA/RIMA da usina e apresentou-o em audiências públicas, tanto para a população envolvida no projeto do município de Charqueadas como para os interessados na cidade de Porto Alegre.

A Licença de Instalação já foi emitida pela FEPAM com uma série de condicionantes (vide item anterior) que deverão ser implementadas no projeto e outras que deverão ser obedecidas quando da entrada em operação da usina.

Atualmente a Tractebel Energia está negociando a energia a ser gerada pela usina através de PPAs – *Power Purchase Agreement*, que são os contratos de compra e venda de energia, que servirão como garantia aos futuros financiamentos para alavancar a construção da usina.

Portanto, para o reinício das obras, falta apenas a assinatura do contrato EPC e dos contratos de PPA.

Capítulo 7

Estudo de caso: implementação do modelo proposto para a Usina Termelétrica Jacuí

7.1. Considerações iniciais

Este capítulo visa descrever a implementação do método de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), conforme proposto no capítulo 4, utilizando o empreendimento da Usina Termelétrica Jacuí, como estudo de caso.

Tendo em vista que a usina termelétrica em questão já está com a sua localização definida, a parte que analisa e define a melhor localização não será considerada.

Outros complementos descritos no capítulo 4, como por exemplo, planejamento ambiental, diretrizes gerais para a implantação do projeto e a elaboração do relatório (EIA/RIMA) não são objetos deste estudo de caso.

O estudo de caso irá limitar-se à Avaliação de Impacto Ambiental para os três meios considerados: físico, biótico e socioeconômico.

O desenvolvimento do método também preconiza, como um de seus suportes, o envolvimento público, ou seja, a participação da comunidade envolvida no projeto e seus impactos. A comunidade deve participar ativamente para entender e conhecer o que está sendo proposto pelo empreendedor. Este item não poderá ser realizado, pois necessitaria de um longo, exaustivo e dispendioso trabalho de campo.

Este trabalho foi elaborado com a colaboração de uma equipe técnica envolvida no aspecto de mensuração dos índices a serem colocados nas diversas matrizes do modelo proposto.

Estas restrições estão sendo definidas antecipadamente tendo em vista que o estudo de caso da Usina Termelétrica Jacuí não segue todas as atividades descritas do método proposto no capítulo 4.

7.2. Forma de implementação do modelo

O estudo de caso será elaborado para um projeto que iniciou em meados da década de 1980, foi paralisado no início da década de 1990 e encontra-se atualmente legalizado do ponto de vista ambiental, com a licença prévia e de instalação, aguardando apenas negociações finais para o seu reinício. O projeto, objeto do estudo de caso é a Usina Termelétrica Jacuí.

O método proposto para este caso envolve a definição dos cenários (atual, natural, futuro irreal e alvo) e o preenchimento, por parte de uma equipe técnica, das matrizes para cada cenário, conforme a teoria de Leopold.

Os cenários, para efeito do estudo de caso, serão definidos da seguinte maneira:

- Cenário atual – considerar o local como está hoje. Com a terraplenagem realizada, com os canais em fase de conclusão, com as construções civis e as obras de montagem já iniciadas.
- Cenário natural – caso for decidido a não-implementação da usina termelétrica, a alternativa escolhida será pela manutenção do local da forma como está hoje: com a terraplenagem executada, mas sem prevenção contra erosão, com os canais ainda em fase de conclusão, com as obras civis em fase de construção e com a montagem dos equipamentos mecânicos parcialmente realizada. Não será considerado o aproveitamento do local para futura indústria por que a região não tem potencial industrial específico. A desmontagem das obras mecânicas já realizadas não será considerada, pois não se sabe se o custo da sucata compensa os custos do desmanche. Os equipamentos que estão estocados no almoxarifado poderão ser vendidos a terceiros. Estes equipamentos são específicos para instalações similares. As construções civis existentes são de difícil aproveitamento. A casa de máquinas tem elevado pé direito e um vão de cobertura de quarenta metros, além de

uma série de fundações para equipamentos específicos de geração de energia elétrica.

- Cenário futuro irreal – a usina será construída sem os sistemas e equipamentos responsáveis pelo controle ambiental. Todas as medidas de contenção, mitigação e compensação ambiental também não serão implementadas. Este cenário será o mais crítico possível do ponto de vista ambiental. Dificilmente algum empreendimento poderá ser viabilizado com um cenário deste tipo.
- Cenário alvo – a usina será construída com todos os cuidados ambientais possíveis, visando tornar o empreendimento viável ambientalmente. As empresas responsáveis pelo empreendimento sabem quais sistemas e equipamentos devem ser incluídos no fornecimento para atender às legislações ambientais vigentes. Visando diminuir as emissões aéreas para valores viáveis, deverão ser previstos: queimadores com baixa emissão de NO_x (na caldeira), precipitadores eletrostáticos e dessulfurizadores. Deverá ser diminuída ao máximo a captação das cinzas úmidas. A água utilizada no processo deverá ser recirculada e posteriormente tratada. Não poderá haver nenhum retorno de água para o rio sem que esteja dentro dos padrões exigidos. Todo o resíduo sólido deverá ser comercializado ou estocado em locais licenciados, de preferência com retorno às minas de carvão.

Para a quantificação dos impactos ambientais destes cenários será necessário construir as matrizes cruzamento para os meios físico, biótico e socioeconômico. Como temos quinze matrizes para cada tipo de cenário, serão obtidas sessenta matrizes cruzamento, para os quatro cenários.

Obtidas as matrizes cruzamento, serão montadas as tabelas somatório dos fatores ambientais e as matrizes resumo. Estas tabelas e as matrizes resumo serão uma para cada cenário, englobando os três meios analisados.

Portanto, para a elaboração do estudo de caso, serão necessárias sessenta e oito matrizes.

Para a definição das ações propostas e dos fatores ambientais foi utilizada, sempre que possível, a nomenclatura definida no trabalho original de Leopold (anexo 2).

Visando tornar o trabalho mais didático, no apêndice 1 estão descritas as ações propostas e os fatores ambientais, conforme utilizados no trabalho, e o seu respectivo significado para o estudo de caso da usina termelétrica. Os fatores ambientais dos meios físico e biótico seguem a mesma nomenclatura apresentada na teoria de Leopold. Para o meio socioeconômico, foram feitas algumas modificações, visando complementar melhor os fatores ambientais a serem impactados com a implementação da usina termelétrica.

Definidas as ações propostas e os fatores ambientais, são montadas as matrizes cruzamento, conforme definido no capítulo 4.

7.3. Elaboração das matrizes

Para cada meio, serão elaboradas as matrizes cruzamento e, para cada cruzamento de uma ação proposta *versus* fator ambiental, deverão ser mensurados a magnitude e a importância do impacto em questão. Desta maneira, deverão ser elaboradas as matrizes para os meios físico, biótico e socioeconômico. Sempre com a presença de toda a equipe técnica, visando nivelar a avaliação e minimizar subjetividades.

Definidas as matrizes cruzamento para cada meio e para cada cenário, a seqüência do trabalho independe da participação desta equipe. As matrizes somatório e resumo são consequência das avaliações realizadas nas matrizes cruzamento.

Para a elaboração das matrizes cruzamento deste estudo de caso, foram reunidos três técnicos da área de meio ambiente que participaram dos estudos ambientais da Usina Termelétrica Jacuí. Os técnicos que se dispuseram a participar já conheciam o projeto. Um trabalhou no local da obra durante a sua construção e os outros trabalharam no gerenciamento do EIA/RIMA realizado para a Avaliação de Impacto Ambiental da usina.

As matrizes cruzamento obtidas para o estudo de caso da Usina Termelétrica Jacuí, estão apresentadas nos apêndices 2, 3 e 4 para os meios físico, biótico e socioeconômico respectivamente.

No apêndice 5 estão apresentadas as tabelas somatório e no apêndice 6, as matrizes resumo.

7.4. Comparação entre cenários obtidos

Antes da comparação entre cenários, será analisado cada um dos cenários obtidos. A análise dos cenários é baseada nas matrizes e tabelas elaboradas e servirá como suporte para a comparação entre cenários. Esta análise deverá ser elaborada em ordem inversa, ou seja, da última matriz para a primeira (das matrizes resumo, tabela somatório e finalmente as matrizes cruzamento – do geral para o específico).

7.4.1 Cenário atual

Considerando o cenário atual, conforme definido anteriormente, o meio mais impactado (apêndice 6 - tabela 65) foi o meio biótico, em magnitude e importância. As classes das ações propostas que mais impactaram este meio foram a “Alteração do terreno e tráfegos”, em magnitude e importância, e “Território e processos” somente em importância.

Verificando na tabela somatório dos fatores ambientais, para o cenário atual (apêndice 5 - tabela 61), concluímos que os fatores ambientais que mais sofreram impactos foram, com relação à magnitude: a microfauna, a fauna terrestre (meio biótico) e a terra – solos (meio físico); com relação à importância: a microfauna, a microflora e a fauna terrestre (meio biótico).

Analisando as matrizes cruzamento para o cenário atual, meio biótico (tabelas 1, 2 e 3 do apêndice 2, para o meio físico e 13, 14 e 15 do apêndice 3, para o meio biótico), concluímos que as ações que causaram mais impacto, em magnitude, nos fatores ambientais terra – solos, microfauna e fauna terrestre foram, em ordem decrescente: “Movimentação de terra e aterros” e a “Alteração da hidrologia”.

Para a importância, considerando os fatores ambientais microfauna, microflora e fauna terrestre, foram: “A construção da usina”, “A construção da

linha de transmissão” (início da montagem dos equipamentos mecânicos da usina e da subestação) e a “Movimentação de terra e aterros”.

O meio socioeconômico não sofreu impacto considerável, pois as obras realizadas até o momento utilizaram, na sua grande maioria, pessoal morador da região e proximidades. Todos os serviços realizados foram feitos num espaço de tempo razoável, não sendo necessários grandes contingentes de mão-de-obra adicional ou de outras localidades (mão-de-obra nômade).

O resumo geral dos resultados encontra-se na tabela 7.1.

7.4.2 Cenário natural

Para o cenário natural, os valores da matriz resumo (apêndice 6 - tabela 66) partem do princípio de que a área onde está prevista a usina termelétrica não será utilizada para nenhuma outra forma de indústria ou agricultura nos próximos vinte anos (período de vida útil do empreendimento). Portanto foi assumido que o local permanecerá conforme está hoje.

Para o cenário natural (apêndice 6 - tabela 66), caso seja esta a opção adotada, os meios mais impactados serão, principalmente, o meio biótico e em seguida o meio físico. No primeiro, as classes das ações propostas mais prejudiciais, tanto em magnitude como em importância, é a “Alteração do terreno e tráfegos” e a “Território e processos” somente em importância. Com relação ao meio físico, o item magnitude é o mais impactado, o item importância sofre impacto, mas é pequeno. As classes das ações propostas mais impactantes (relativas à magnitude) são: “Alteração do terreno e tráfegos”, “Território e processos” e “Tratamento de resíduos”.

Verificando a tabela do somatório dos fatores ambientais, para o cenário natural (apêndice 5 - tabela 62), temos que os fatores ambientais mais impactados, em magnitude, foram: a terra – solos (meio físico), a microfauna e a microflora (meio biótico); em importância: a microfauna, a fauna terrestre e a microflora (meio biótico).

Analisando as matrizes cruzamento para o cenário natural, meio físico (apêndice 2 - tabelas 4, 5 e 6), concluímos que, para a magnitude do fator ambiental terra – solos, a ação mais impactante foi a “Construção da usina”.

Tabela 7.1 - Resumo

Tabela 7.1 - Resumo geral da análise dos resultados - Cenário atual									
Fonte	Matriz resumo					Matriz somatório		Matriz cruzamento	
Tipo de impacto	Meio	V (1)	Característica do impacto	V (1)	Classe da ação proposta	V (2)	Fator ambiental	V (3)	Ação proposta
Impactos negativos	Biótico	-5,8	Importância	-7,17	Território e processos	-24,0	Microfauna	-5	Construção da usina
						-24,0	Microfauna	-5	Construção da linha de transmissão
						-21,0	Microflora	-4	Construção da usina
						-21,0	Microflora	-4	Construção da linha de transmissão
						-20,0	Fauna terrestre	-5	Construção da usina
						-20,0	Fauna terrestre	-5	Construção da linha de transmissão
	Físico	-3,5	Magnitude	-5,83	Alteração do terreno e tráfegos	-19,0	Microfauna	-6	Movimentação de terra e aterros
						-21,0	Microflora	-5	Movimentação de terra e aterros
						-20,0	Fauna terrestre		
						-19,0	Microfauna	-5	Movimentação de terra e aterros
						-19,0	Microfauna	-4	Alteração da hidrologia
						-13,0	Fauna terrestre	-4	Movimentação de terra e aterros
						-14,0	Terra – solos	-5	Movimentação de terra e aterros
Impactos positivos	Não foram verificados								
Notas:									
1. Matriz resumo – considerados valores menores que -3 para impactos negativos.									
2. Tabela somatório dos fatores ambientais (73) – considerados somente os três valores principais para cada tipo de impacto.									
3. Matriz cruzamento – considerados apenas valores iguais ou menores que -4 (para impactos negativos).									
4. O impacto físico (terra-solos) considerado é proveniente da tabela (73) somatório dos fatores ambientais.									
5. Dados da matriz resumo.									
6. Dados da tabela somatório dos fatores ambientais.									
7. Dados das matrizes cruzamento.									

Considerando as matrizes cruzamento para o cenário natural, meio biótico (apêndice 3 - tabelas 16, 17 e 18), no que diz respeito à magnitude dos impactos, a ação mais prejudicial foi a “Movimentação de terra e aterros” e posteriormente a “Alteração da hidrologia”. Com relação à importância dos impactos nos fatores ambientais do meio biótico, as ações mais impactantes, foram: a “Movimentação de terra e aterros”, a “Construção da usina” e a “Construção da linha de transmissão”.

No meio socioeconômico, os impactos permanecem iguais aos resultantes do cenário atual.

O resumo geral dos resultados encontra-se na tabela 7.2.

7.4.3 Cenário futuro irreal

O cenário futuro irreal considera a usina construída sem os equipamentos e as medidas de proteção ambientais. A matriz resumo (apêndice 6 - tabela 67), para o cenário futuro irreal, apresenta impactos negativos e positivos. Negativos, para os meios físico e biótico, e positivos e negativos, para o meio socioeconômico. O meio mais impactado, para este cenário, continua sendo o meio biótico, seguido do meio físico. Para os meios biótico e físico, todas as classes das ações propostas causam impactos consideráveis, tanto em magnitude quanto em importância.

Para o cenário futuro irreal, nos meios físico e biótico, as médias dos totais em magnitude e importância assumem valores menores que -10. Portanto o empreendimento, nestas condições, é inviável ambientalmente (tabela 4.6). A adoção/inclusão de medidas, equipamentos e sistemas que atenuem os impactos ambientais, principalmente nos meios físico e biótico é necessária para viabilização do empreendimento. Estas melhorias a serem implementadas no projeto deverão atender à legislação ambiental vigente.

Na matriz resumo (apêndice 6 - tabela 67), considerando inicialmente o meio biótico, as classes das ações propostas que causam mais impactos relativos à importância são, em ordem decrescente: “Tratamento de resíduos”, “Alteração do terreno e tráfegos” e “Território e processos”.

Tabela 7.2 (continuação) - Resumo

Tabela 7.2 (continuação) - Resumo geral da análise dos resultados - Cenário natural									
Fonte	Matriz resumo					Matriz somatório		Matriz cruzamento	
Tipo de impacto	Meio	V (1)	Característica do impacto	V (1)	Classe da ação proposta	V (2)	Fator ambiental	V (3)	Ação proposta
Impactos positivos	Não foram verificados								
Notas:									
1. Matriz resumo – considerados valores menores que -3 para impactos negativos.									
2. Tabela somatório dos fatores ambientais (74) – considerados somente os três valores principais para cada tipo de impacto.									
3. Matriz cruzamento – considerados apenas valores iguais ou menores que -4 (para impactos negativos).									
4. Dados da matriz resumo.									
5. Dados da tabela somatório dos fatores ambientais.									
6. Dados das matrizes cruzamento.									

Com relação à magnitude, no meio biótico, são: “Tratamento de resíduos”, “Alteração do terreno e tráfegos” e “Território e processos”. Sobre o meio físico, as classes das ações propostas que mais impactaram com relação à importância, são: “Tratamento dos resíduos”, “Alteração do terreno e tráfegos” e “Território e processos”. Com relação à magnitude: “Tratamento de resíduos”, “Alteração do terreno e tráfegos” e “Território e processos”.

Reportando-se à tabela somatório dos fatores ambientais (apêndice 5 - tabela 63), para o quesito magnitude, temos a seguinte ordem decrescente de impactos negativos: terra – solos (meio físico), microflora (meio biótico) e processos (meio físico). Para a importância, temos também em ordem decrescente: microfauna, microflora (meio biótico) e água – qualidade (meio físico).

Verificando as matrizes cruzamento para impactos negativos do cenário futuro irreal, meio físico (apêndice 2 - tabelas 7, 8 e 9), temos que as ações propostas mais impactantes, considerando a magnitude, em ordem decrescente, são: “Construção da usina”, “Depósitos de rejeito” e “Emissões de gases residuais”. Quanto à importância, no meio físico, as ações propostas mais impactantes, em ordem decrescente, são: “Construção da usina”, “Emissões de gases residuais” e “Movimentação de terra e aterros”.

Com relação ao meio biótico, nas matrizes cruzamento para impactos negativos do cenário futuro irreal (apêndice 3 - tabelas 19, 20 e 21), temos que as ações propostas mais impactantes, em ordem decrescente, para a magnitude são: “Movimentação de terra e aterros”, “Alteração da hidrologia”, “Emissões de gases residuais”, “Depósitos de rejeito” e “Esgotos”. Quanto à importância, as ações propostas mais impactantes, em ordem decrescente, são: “Movimentação de terra e aterros”, “Construção da usina”, “Construção da linha de transmissão” e “Depósitos de rejeito”.

O resumo geral destes resultados encontra-se na tabela 7.3.

Tabela 7.3 - Resumo

Tabela 7.3 - Resumo geral da análise dos resultados - Cenário futuro irreal

Fonte	Matriz resumo				Matriz somatório		Matriz cruzamento		
Tipo de impacto	Meio	V (1)	Característica do impacto	V (1)	Classe da ação proposta	V (2)	Fator ambiental	V (3)	Ação proposta
Impactos negativos	Biótico	-17,6	Importância	-21,83	Tratamento de resíduos	-68,0	Microfauna	-8	Depósitos de rejeitos
								-5	Descargas de água quente
								-6	Esgotos
						-65,0	Microflora	-7	Emissões de gases residuais
								-7	Depósitos de rejeitos
								-5	Descargas de água quente
		-17,5	Alteração do terreno e tráfegos	-68,0	Microfauna	-5	Esgotos		
						-5	Emissões de gases residuais		
						-9	Movimentação de terra e aterros		
				-65,0	Microflora	-6	Alteração da hidrologia		
						-4	Tráfego fluvial		
						-9	Movimentação de terra e aterros		
	-13,33	Território e processos	-68,0	Microfauna	-6	Alteração da hidrologia			
					-9	Construção da usina			
			-65,0	Microflora	-8	Construção da linha de transmissão			
					-7	Construção da usina			
	-15,6	Magnitude	-20,51	Tratamento de resíduos	-62,0	Microflora	-7	Construção da linha de transmissão	
							-6	Depósitos de rejeitos	
							-4	Descargas de água quente	
							-4	Tanques de estabilização	
-16,83			Alteração do terreno e tráfegos	-62,0	Microflora	-62,0	Microflora	-6	Esgotos
								-7	Emissões de gases residuais
								-4	Geração de poeira suspensa
								-8	Movimentação de terra e aterros
-9,33	Território e processos	-62,0	Microflora	-62,0	Microflora	-7	Alteração da hidrologia		
						-5	Construção da usina		
								-5	Construção da linha de transmissão

Tabela 7.3 (continuação) - Resumo

Tabela 7.3 (continuação) - Resumo geral da análise dos resultados - Cenário futuro irreal

Fonte	Matriz resumo				Matriz somatório		Matriz cruzamento			
Tipo de impacto	Meio	V (1)	Característica do impacto	V (1)	Classe da ação proposta	V (2)	Fator ambiental	V (3)	Ação proposta	
Impactos negativos	Físico	-14,5	Importância	-20,5	Tratamento de Resíduos	-61,0	Água - qualidade	-8	Emissões de gases residuais	
								-6	Esgotos	
								-5	Descargas de água quente	
									-5	Depósitos de rejeito
									-6	Movimentação de terra e aterros
									-4	Alteração da hidrologia
									-4	Controle da erosão
									-8	Construção da usina
									-8	Depósitos de rejeito
								-5	Emissões de gases residuais	
								-4	Tanques de estabilização	
								-5	Depósitos de rejeito	
								-5	Emissões de gases residuais	
								-5	Esgotos	
								-4	Descargas de água quente	
								-4	Geração de poeira suspensa	
								-8	Controle da erosão	
								-4	Movimentação de terra e aterros	
							-4	Controle da erosão		
							-4	Movimentação de terra e aterros		
							-9	Construção da usina		
							-9	Construção da linha de transmissão		
							-9	Construção da usina		

Tabela 7.3 (continuação) - Resumo

Tabela 7.3 (continuação) - Resumo geral da análise dos resultados - Cenário futuro irreal									
Fonte	Matriz resumo					Matriz somatório		Matriz cruzamento	
Tipo de impacto	Meio	V (1)	Característica do impacto	V (1)	Classe da ação proposta	V (2)	Fator ambiental	V (3)	Ação proposta
Impactos positivos	Não foram verificados impactos positivos com média dos totais maior que 2.								
Notas:									
1. Matriz resumo – considerados valores menores que -3 para impactos negativos.									
2. Matriz somatório – considerados somente os três valores principais para cada tipo de impacto.									
3. Matriz cruzamento – considerados apenas valores iguais ou menores que -4 (para impactos negativos).									
4. Dados da matriz resumo.									
5. Dados da tabela somatório dos fatores ambientais.									
6. Dados das matrizes cruzamento.									

Para o meio socioeconômico, apesar de nenhum valor das médias dos totais em magnitude e importância ser significativo, é importante fazer uma análise pontual dos valores apresentados na tabela 67 (apêndice 6). Para os fatores ambientais das classes “Fatores culturais – Usos do território” e “Fatores culturais – Nível cultural”, existem valores elevados em importância e magnitude para impactos negativos na classe de ação proposta “Tratamento de resíduos”. Considerando os impactos positivos, existem valores elevados nas classes “Fatores culturais – Usos do território” e “Fatores culturais – Nível cultural” e na classe de ação proposta “Território e processos” para as características magnitude e importância.

Considerando a tabela 63 (apêndice 5), do somatório dos fatores ambientais, para o meio socioeconômico, temos que: com relação aos impactos negativos nenhum deles é de razoável valor, quando considerados todos os fatores ambientais deste cenário e, para os impactos positivos, temos que considera-los nas duas categorias, em magnitude e importância. Para a magnitude, em ordem decrescente de valor temos: zona industrial, emprego, rede de serviços e tributos. Para a importância temos, em ordem decrescente de valor: tributos, emprego, economia local, rede de serviços e zona industrial.

Analisando os impactos positivos, nas matrizes cruzamento do cenário futuro irreal, para o meio socioeconômico (apêndice 4 - tabelas 43 a 51), temos que, para a classe de ação proposta “Território e processos” e as classes de fatores ambientais “Fatores culturais – Usos do território” e “Fatores culturais – Nível cultural”, as ações propostas mais impactantes positivamente são, em ordem decrescente, a “Construção da usina” e a “Construção da linha de transmissão”, tanto para a magnitude como para a importância.

7.4.4 Cenário alvo

O cenário alvo, conforme mostrado na tabela 68 (apêndice 6), após a adoção/inclusão de equipamentos, sistemas e medidas de contenção, mitigação e compensação que atenuem os impactos ambientais negativos, tem

todas as médias dos totais dentro dos parâmetros viáveis para o empreendimento em questão (maior que -5), conforme a tabela 4.6.

No cenário alvo, o meio mais impactado será o meio biótico, em importância e magnitude, respectivamente. Na seqüência vem o meio físico, em importância. O valor da média dos totais para o meio físico – magnitude é pequeno (maior que -3) e, portanto, não será analisado.

Todas as três classes de ações propostas impactam consideravelmente o meio biótico, tanto em magnitude como em importância, exceto a classe “Território e processos” em magnitude.

Para o meio físico, considerando a característica importância, apenas a classe das ações propostas de “Tratamento de resíduos” impacta num nível condizente a ser mencionada.

Analisando inicialmente os impactos negativos na tabela do somatório dos fatores ambientais (apêndice 5 - tabela 64), temos que o meio mais impactado com a construção e operação da usina será o meio biótico, mesmo com todos os cuidados e medidas ambientais adotadas para minimização ou compensação dos impactos ambientais. Os fatores mais impactados, para a magnitude, são, em ordem decrescente de valor: microfauna, microflora e fauna terrestre. Para a importância, os fatores mais impactados são: microflora, flora terrestre e microfauna.

Analisando as matrizes cruzamento para o meio biótico (apêndice 3 - tabelas 22, 23 e 24), temos que as ações que mais impactam os fatores ambientais acima descritos em magnitude são: “Alteração da hidrologia” e “Movimentação de terra e aterros”. Em importância, somente a “Construção da usina” tem um valor a ser considerado.

Com relação ao meio socioeconômico, as medidas de contenção, compensação ou mitigação dos impactos ambientais têm suas médias dos totais aumentadas (melhoradas) devido à adoção das medidas acima referidas, comparativamente, ao cenário futuro irreal.

Com relação aos impactos positivos, na matriz resumo (apêndice 6 - tabela 68), todas as médias dos totais estão num nível baixo para serem analisadas. Mas, se forem considerados os valores pontuais da referida matriz,

podem ser constatados valores positivos elevados, em magnitude e importância, para a classe de ação proposta “Território e processos” nas três classes dos fatores ambientais: “Fatores culturais – Usos do território”, “Nível cultural” e “ Serviços de infra-estrutura”.

Analisando a tabela somatório (apêndice 5 - tabela 64) para a verificação dos fatores ambientais mais impactados positivamente, temos, com relação à magnitude e importância, em ordem decrescente: zona industrial, emprego, tributos, rede de serviços, zona comercial e economia local.

Sobre os impactos positivos, conforme anteriormente informado, todos são relativos ao meio socioeconômico. Verificando nas matrizes cruzamento relativa a este meio (apêndice 4 - tabelas 52 a 60), pode-se concluir que a ação proposta que mais irá impactar, tanto em magnitude como em importância, todos estes fatores ambientais é a “Construção da usina” e a “Construção da linha de transmissão” (montagem dos equipamentos, testes, comissionamento e operação da usina e respectiva subestação). Isto é plenamente compreensível, pois a ação proposta de maior impacto econômico é aquela que envolve maior número de pessoas, a que irá pagar mais tributos para o município e a que irá necessitar de maior infra-estrutura para mantê-la funcionando.

O resultado geral para o cenário alvo está resumido na tabela 7.4.

7.4.5 Comparação entre cenários natural e futuro irreal

A comparação entre os cenários natural e futuro irreal serve para avaliar os impactos ambientais do empreendimento sem considerar os equipamentos e sistemas de controle ambiental e as medidas de proteção, compensação e mitigação ambiental.

Comparando as matrizes resumo dos cenários natural e futuro irreal, verificamos que os meios mais impactados foram o biótico e o físico.

Tanto no meio biótico como no meio físico, do cenário natural para o cenário futuro irreal, todas as classes das ações propostas em magnitude e importância aumentaram o impacto ambiental.

Tabela 7.4 - Resumo

Tabela 7.4 - Resumo geral da análise dos resultados - Cenário alvo

Fonte	Matriz resumo					Matriz somatório		Matriz cruzamento		
Tipo de impacto	Meio	V (1) (2)	Característica do impacto	V (1) (2)	Classe da ação proposta	V (3)	Fator ambiental	V (4)	Ação proposta	
Impactos negativos	Biótico	-4,9	Importância	-5,50	Alteração do terreno e tráfegos	-18,0	Microflora			
							-16,0	Flora terrestre		
							-16,0	Microfauna		
				-4,83	Território e processos	-18,0	Microfauna			
							-16,0	Flora terrestre		
							-16,0	Microfauna	-4	Construção da usina
			-4,50	Tratamento de resíduos	-16,0	Microfauna				
	Biótico	-4,1	Magnitude	-6,00	Alteração do terreno e tráfegos	-18,0	Microfauna	-4	Movimentação de terra e aterros	
							-18,0	Microfauna	-4	Alteração da hidrologia
							-16,0	Microflora	-4	Alteração da hidrologia
				-3,50	Tratamento de resíduos					
			-3	Território e processos	-15,0	Fauna terrestre				
Físico	-3,1	Importância	-3,50	Tratamento de resíduos						

Tabela 7.4 (continuação) - Resumo

Tabela 7.4 (continuação) - Resumo geral da análise dos resultados - Cenário alvo									
Fonte	Matriz resumo					Matriz somatório		Matriz cruzamento	
Tipo de impacto	Meio	V (1) (2)	Característica do impacto	V (1) (2)	Classe da ação proposta	V (3)	Fator ambiental	V (4)	Ação proposta
Impactos positivos	Socioeconômico – Fatores culturais – Usos do território		Magnitude	5,5	Território e processos	16,0	Zona industrial	9	Construção da usina
						16,0	Emprego	8	Construção da usina
						13,0	Tributos	8	Construção da usina
			Importância	5,33	Território e processos	16,0	Zona industrial	8	Construção da usina
						16,0	Emprego	7	Construção da usina
						13,0	Tributos	7	Construção da usina

Notas:

1. Matriz resumo – para impactos negativos foram considerados valores menores ou iguais a -3.
2. Matriz resumo – para impactos positivos foram considerados valores maiores que 2.
3. Matriz somatório – considerados somente os três valores principais para cada tipo de impacto.
4. Matriz cruzamento – considerados apenas valores iguais ou menores que -4 (para impactos negativos).
5. Matriz cruzamento – para os impactos positivos foram considerados apenas valores maiores ou iguais a 7.
6. Dados da matriz resumo.
7. Dados da tabela somatório dos fatores ambientais.
8. Dados das matrizes cruzamento.

No cenário natural, a ordem decrescente dos impactos ambientais das classes das ações propostas é: “Alteração do terreno e tráfegos”, “Território e processos” e “Tratamento de resíduos”. No cenário futuro irreal, a ordem é: “Tratamento de resíduos”, “Alteração do terreno e tráfegos” e “Território e processos”. Esta inversão na ordem das classes dos impactos ambientais negativos, entre os cenários natural e futuro irreal, é justificada pelas emissões aéreas emitidas pela usina, pela descarga de água quente, pelos depósitos de rejeitos (cinza), pela geração de poeira suspensa e pelos esgotos produzidos.

Com relação aos fatores ambientais mais impactados, para o meio físico, no cenário natural, temos somente o fator terra – solos. Para o cenário futuro irreal, além do fator terra – solos, temos ainda os fatores processos e água-qualidade. O acima exposto serve também para justificar a inclusão destes dois fatores ambientais a mais entre os impactos do meio físico para o cenário futuro irreal.

Para o meio biótico, no cenário natural, temos os seguintes fatores: microfauna, fauna terrestre e microflora. Para o cenário futuro irreal temos: microflora e microfauna.

Sobre as ações propostas que mais impactam estes cenários, independente do meio analisado e da característica do impacto, temos, para o cenário natural, em ordem decrescente de impacto: “Movimentação de terra e aterros”, “Construção da usina” e “Construção da linha de transmissão”. Para o cenário futuro irreal, em ordem decrescente de impacto, temos: “Construção da usina”, “Movimentação de terra e aterros” e “Depósitos de rejeito”. A ação “Depósitos de rejeito” foi incluída no cenário futuro irreal devido às cinzas produzidas pelo processo de geração de energia elétrica.

Na comparação entre estes dois cenários não existem impactos ambientais positivos que sejam representativos.

7.4.6 Comparação entre os cenários futuro irreal e alvo

Comparando os cenários futuro irreal e alvo, como era de esperar, todas as classes das ações propostas diminuem de valor, tanto em magnitude como

em importância, pois a diferença entre ambos os cenários é justamente a inclusão dos equipamentos e sistemas de controle ambiental e medidas de proteção e mitigação dos impactos ambientais.

Os meios impactados diminuem o seu valor, mas mantêm a sua ordem de classificação. Primeiro o meio biótico e em seguida o meio físico, e em ambos a importância é maior que a magnitude.

Os fatores mais impactados no meio biótico do cenário futuro irreal são: microflora (em magnitude e importância) e microfauna (em importância). E no cenário alvo: microflora, microfauna (em magnitude e importância), flora terrestre (em importância) e fauna terrestre (em magnitude). Apesar de o cenário alvo ter mais fatores impactados, os valores dos fatores do cenário futuro irreal são bem superiores.

No meio físico, os fatores mais impactados do cenário futuro irreal são: terra – solos e processos (em magnitude) e água – qualidade (em importância). E, no meio físico do cenário alvo, nenhum fator ambiental teve indicador ambiental com valor elevado.

As classes das ações propostas mais impactadas, para o cenário futuro irreal em magnitude e importância, em ordem decrescente, são: “Tratamento de resíduos”, “Alteração do terreno e tráfegos” e “Território e processos”. Para o cenário alvo, em importância, as classes mais impactadas em ordem decrescente são: “Alteração do terreno e tráfegos”, “Território e processos” e “Tratamento de resíduos”. Em magnitude são: “Alteração do terreno e tráfegos”, “Tratamento de resíduos” e “Território e processos”. A primeira posição da classe (falta de) “Tratamento de resíduos”, no cenário futuro irreal, é plenamente compreensível devido: às emissões dos gases produzidos; aos depósitos de rejeito (cinza); à descarga de água quente e à geração de poeira suspensa na usina termelétrica durante a sua operação. Quando do cenário alvo, esta classe diminui o seu impacto devido à inclusão: dos queimadores com baixo NO_x ; dos precipitadores eletrostáticos; do dessulfurizador; do controle de disposição da cinza; do controle da temperatura da água de descarga e de medidas que evitam a geração de poeira suspensa.

No cenário futuro irreal, para o meio biótico, quase todas as ações propostas impactam consideravelmente, a saber: “Construção da usina”, “Construção da linha de transmissão”, “Movimentação de terra e aterros”, “Alteração da hidrologia”, “Depósito de rejeitos”, “Descarga de água quente”, “Tanques de estabilização”, “Esgotos”, “Emissões de gases residuais” e “Geração de poeira suspensa”. No cenário alvo, apenas as ações propostas “Movimentação de terra e aterro”, “Alteração da hidrologia” e “Construção da usina” têm valores consideráveis para os indicadores ambientais.

No meio físico fica difícil comparar as ações mais impactantes entre estes dois cenários, pois, para o cenário alvo, no meio físico, nenhuma ação proposta tem valor de indicador ambiental elevado para ser mencionada e comparada.

7.4.7 Comparação entre cenários natural e alvo

A comparação entre os cenários natural e alvo serve para avaliar os impactos ambientais do empreendimento considerando os equipamentos e sistemas de controle ambiental e as medidas de proteção e mitigação ambiental. Os impactos remanescentes somente poderão ser compensados. Estes impactos ambientais são os que efetivamente ocorrerão caso o empreendimento venha a ser implementado.

O meio biótico é o meio mais impactado, considerando estes dois cenários. Comparando os cenários natural e alvo, temos que no meio biótico a média dos totais em magnitude aumenta e em importância diminui. Para a magnitude, as classes de ações propostas “Tratamento de resíduos” e “Alteração do terreno e tráfegos” diminuem e a classe “Território e processos” permanece constante. Com relação à importância, as classes de ações propostas “Tratamento de resíduos”, “Alteração do terreno e tráfegos” e “Território e processos” aumentam o valor do impacto ambiental.

Do cenário natural para o cenário alvo, com relação ao meio físico, a média dos totais em magnitude aumentou e em importância diminuiu. Para a magnitude, as classes de ações propostas “Tratamento de resíduos” e “Alteração do terreno e tráfegos” diminuem e a classe “Território e processos” permanece constante. Com relação à importância, as classes de ações

propostas “Tratamento de resíduos”, “Alteração do terreno e tráfegos” e “Território e processos” aumentam o valor do impacto ambiental. Com relação à magnitude do impacto, as classes que diminuíram deve ser em função de medidas adotadas do tipo: recomposição da mata ciliar, drenagem da área, cuidados para evitar erosão do terreno e outros que impediram o aumento de impactos ambientais causados pelo início dos trabalhos na área. Sobre o aumento dos impactos ambientais do item importância, é devido à operação da usina termelétrica.

Os fatores ambientais do meio biótico, microfauna, microflora e fauna terrestre sofrem impactos significativos nos dois cenários. No cenário alvo aparece como fator ambiental impactado, além dos anteriormente informados, a flora terrestre (em importância). Os valores dos fatores ambientais no cenário natural são superiores aos valores dos fatores ambientais do cenário alvo.

No cenário natural o fator ambiental do meio físico mais impactado foi o terra – solos, em magnitude. No cenário alvo, o meio físico não tem fator ambiental com impacto ambiental considerável.

As ações propostas mais impactantes para o cenário natural, independente do meio analisado e da característica do impacto e em ordem decrescente de valor, são: “Movimentação de terra e aterros”, “Construção da usina” (início da montagem dos equipamentos) e “Construção da linha de transmissão” (início da terraplenagem da área). Para o cenário alvo, seguindo a mesma filosofia de classificação, as ações propostas mais impactantes são: “Movimentação de terra e aterros” e “Alteração da hidrologia”. As ações “Construção da usina” e “Construção da linha de transmissão” causam impacto ambiental devido à sua não-conclusão, se for considerado o cenário natural.

7.4.8 Conclusão da análise dos cenários

Com base na análise das matrizes apresentadas para os diversos cenários e ao atendimento dos valores definidos na tabela 4.6, podemos concluir que o empreendimento em questão é viável ambientalmente, desde que sejam incluídos todos os equipamentos e sistemas de controle de poluição e adotadas todas as medidas de controle, mitigação e compensação ambiental.

Deve ser enfatizado que, com a inclusão destas melhorias, o empreendimento deve também atender às legislações ambientais vigentes, no que diz respeito a limites de emissão, efluentes e resíduos oriundos do empreendimento.

7.5. Análise qualitativa dos resultados

Alguns dos itens mais importantes dos EIAs/RIMAs são: o diagnóstico, o prognóstico e a análise da hipótese de não efetivação do empreendimento. Com base nas análises dos diferentes cenários, realizadas até o momento, devem ser avaliados estes três itens.

7.5.1 Diagnóstico

No trabalho proposto, o diagnóstico é dado pelo “cenário atual”. Portanto, para efeito de diagnóstico, não foi considerada a região intocada, mas sim o local com a obra já iniciada.

Partindo deste pressuposto, podemos avaliar que grande parte dos impactos ambientais já foram feitos quando do início dos serviços para tornar o local apto para o começo das obras civis e da montagem mecânica. Esta situação é espelhada pelas matrizes cruzamento e resumo do cenário atual. Os meios mais impactados foram o biótico, seguido do físico. O meio socioeconômico praticamente não teve impacto negativo.

As ações propostas que mais impactaram a área foram, principalmente:

- a retirada da vegetação existente e a movimentação de terra para os aterros, visando tornar o terreno apto para a construção da usina;
- a retirada da mata ciliar e a confecção de canais (ainda incompletos) para o sistema de água de circulação;
- o início da montagem dos equipamentos da usina e
- o início da construção (bases civis) da subestação e linha de transmissão.

Os impactos do meio socioeconômico se apresentam muito pouco impactados devido à política adotada pela empresa, que desenvolveu os trabalhos até a sua paralisação. Conforme anteriormente apresentado, a mão-de-obra utilizada foi contratada na região da obra. Não existia dormitório no

canteiro de obras, portanto não era incentivada a contratação de mão-de-obra itinerante. O cronograma dos serviços permitiu que as atividades desenvolvidas não necessitassem de grandes oscilações de contingente de empregados. A curva de desenvolvimento da obra para arregimentação de empregados, bem como para a sua demissão foi suave, permitindo a absorção dos demitidos pelo mercado, evitando assim grandes impactos sociais.

Existe desemprego na região, mas fruto do crescimento populacional sem o devido incremento das atividades econômicas regionais. No período entre a desativação da obra até os dias atuais, houve uma desaceleração econômica na região, tornando este fenômeno mais acentuado.

7.5.2 Não efetivação do empreendimento

A análise da hipótese de não efetivação do empreendimento é fornecida pelo “cenário natural”, o que é obtido pela análise do tipo de desenvolvimento a ser instalado no local, no caso da não-efetivação do empreendimento. Neste caso, já considerando o “cenário atual”, deverão ser feitas análises e estudos para verificar qual seria a outra utilização do terreno, afora a proposta em pauta pelo investidor. A alternativa escolhida foi a da manutenção do terreno como está atualmente, sem a usina termelétrica ou outro empreendimento qualquer.

Neste caso, o terreno já está com algum impacto ambiental fruto do início dos trabalhos e serviços de desenvolvimento do projeto. Caso o empreendimento não se concretize, dificilmente outro empreendimento irá ser construído naquele local. A região não tem vocação para outro tipo de indústria. Existem várias minas de carvão na região, e o desenvolvimento realizado até o momento foi sempre baseado neste insumo. Portanto, no caso de não construção da usina, deverão ser analisados os impactos ambientais decorrentes da degeneração dos impactos já realizados no local. Neste sentido, ganham importância as ações já realizadas e mencionadas no item anterior (diagnóstico).

Deve ser ressaltado que a análise da não-efetivação deste empreendimento é diferente da de outros empreendimentos, pois grande parte do impacto ambiental nos meios físico e biótico já foi causada.

Como impactos positivos para os meios biótico e físico, no caso da não construção da usina poderão ser consideradas as negativas dos impactos causados pelas ações propostas para a construção da usina. Por exemplo, podem ser citadas as seguintes ações: baixa movimentação de caminhões e barcaças, não existirão emissões de gases residuais e nem o acréscimo do volume de esgotos e o nível da poeira suspensa tende a manter-se constante. Estas ações beneficiariam de forma direta ou indireta, todos os fatores ambientais dos meios físico e biótico.

Da mesma forma poderão ser analisados os impactos negativos do meio socioeconômico. Considerando a não-efetivação do empreendimento, haverá também o aumento do impacto negativo no meio socioeconômico da região, fruto da não-construção do empreendimento. A ação proposta que iria mais impactar este meio seria a não-construção da usina, porque todas as outras ações dependem dela. Outros impactos negativos que podem ser citados são: a falta de empregos, perda potencial de arrecadação de tributos, queda nos índices da economia local, perda do desenvolvimento das redes de serviço e transportes, perda de melhoria do estilo de vida da região, subdesenvolvimento da zona comercial das cidades próximas e da zona industrial, entre outros.

7.5.3 Prognóstico

Para obtermos o prognóstico do referido empreendimento será analisada a sua implementação com os sistemas e equipamentos de proteção ambiental, bem como as medidas de controle, mitigação e compensação incluídas.

Analisando as matrizes resultado antes e depois da implementação do projeto (“cenários atual e alvo”), vemos que os meios físico e biótico tendem a perder qualidade ambiental (se degradar), exceto a importância do meio biótico. Já o meio socioeconômico terá ganhos ambientais (sociais e econômicos) com a implementação do empreendimento.

Comparando as matrizes resumo para os cenários atual e alvo, para o meio físico, podemos concluir que todas as ações propostas aumentarão o impacto ambiental do local, exceto a classe de ações propostas relativas ao tráfego de veículos, para a magnitude. Certamente com a construção da usina,

as vias de acesso serão asfaltadas e terão drenagem. Isto diminuirá os impactos provenientes da erosão do terreno e da poeira levantada, caso as estradas não fossem asfaltadas.

Sobre o meio físico, a ação proposta que irá trazer benefícios com a construção da usina será a finalização dos aterros e o fator ambiental que será beneficiado é o terra-solos. Certamente o benefício será em função das melhorias que deverão ser implementadas nas áreas de aterro (canaletas, asfalto, drenagens, mata ciliar, etc.), visando criar ruas (estradas) para suportar os caminhões necessários para a obra e evitar a erosão das margens do rio e dos canais.

Para o meio biótico, em alguns itens, a média dos totais para a importância é menor para o cenário alvo comparativamente ao cenário atual. Isto significa que o meio biótico melhora com a implantação da usina (no item importância dos impactos). As ações propostas que melhoram a qualidade (diminuem o impacto negativo) ambiental são devido a medidas que serão implementadas quando do desenvolvimento dos serviços que melhorem as condições futuras destes fatores ambientais comparativamente à situação atual.

O benefício destas ações propostas sobre os fatores ambientais acima mencionados certamente deverá estar ligado a melhorias que serão implementadas pelo empreendedor quando da finalização da construção da usina. Talvez sejam medidas técnicas ou de mitigação de impactos que direta ou indiretamente atinjam os fatores ambientais impactados. Por exemplo: recomposição da mata ciliar, controle da erosão do terreno, término dos canais e proteção da tomada d'água, etc.

No meio socioeconômico algumas das ações propostas com a implementação da usina irão melhorar ou piorar a condição ambiental da região.

Analisando as ações propostas, podem ser consideradas como exemplo que trazem impactos negativos para o meio socioeconômico as seguintes: depósitos de rejeito, emissões de gases residuais, geração de poeira suspensa, rodovias de tráfego pesado, esgotos, ruídos e vibrações, etc.

Os fatores ambientais que são impactados negativamente por estas ações propostas, no meio socioeconômico, podem ser: agricultura, saúde, rede de transportes, saneamento, eliminação de resíduos sólidos, entre outros.

As principais ações propostas que influenciam os impactos positivos são principalmente a “Construção da usina” e a “Construção da linha de transmissão”.

Os fatores ambientais que são mais afetados por estas ações são: o emprego, tributos, economia local, rede de serviços, zona industrial e zona comercial.

Deve ser considerado que a situação econômica atual dos municípios da região é crítica, muitos deles regrediram, perderam receitas e postos de trabalho, necessitando de novos empreendimentos que revitalizem suas economias.

7.6. Diferenças entre o método tradicional de Avaliação de Impacto Ambiental e o modelo proposto

Os modelos tradicionais geralmente utilizam um tipo de método de avaliação (somente cenários, matrizes, ou listas de controle) e analisam os meios e os impactos ambientais isoladamente. Geralmente o objetivo é o atendimento à legislação vigente. Nenhum deles hierarquiza os impactos de uma maneira geral, englobando os três meios. Este tipo de abordagem dá uma visão geral sobre todos os impactos ambientais ocasionados pelo empreendimento, apresenta quais os meios e os fatores ambientais mais impactados e quais as ações propostas serão as mais impactantes. Esta visão geral permite hierarquizar os fatores ambientais e as ações propostas relativamente aos impactos ambientais.

Os resultados do modelo proposto poderão ser modelados para mais de uma referência, a saber: sob o ponto de vista das ações propostas mais impactantes ou dos fatores ambientais mais impactados.

O banco de dados obtido com a avaliação quantitativa (matrizes) permite análises e comparações das mais variadas e para diversas situações.

Na teoria original das matrizes de Leopold, os impactos são mensurados numa escala de 0 a 10 (LEOPOLD et al., 1971, p. 5 e ROCHA, 1997, p. 272), sendo que dez é o mais crítico e zero é o menos crítico. Não comenta os impactos positivos. No modelo proposto, os impactos negativos são mensurados de -1 a -10 (em ordem crescente de impacto negativo) e, os positivos de +1 a +10 (em ordem crescente de impacto positivo).

A teoria de Leopold não define quando um projeto é inviável ambientalmente. O modelo proposto apresenta uma tabela de viabilização do empreendimento conforme os resultados obtidos (tabela 4.6).

7.7. Conclusões

A equipe que participou dos trabalhos era composta por técnicos da área de ciências exatas, não atendendo ao aspecto de nivelamento do percentual das disciplinas, para os participantes da equipe. Os técnicos das áreas da ciência da saúde e social que participaram da análise dos impactos da usina não fazem parte do corpo técnico da empresa e nem residem no estado, portanto, a valoração dos impactos (positivos e negativos) do meio socioeconômico foi prejudicada quando da mensuração dos seus impactos nas matrizes cruzamento.

Para certos tipos de cruzamentos foram identificadas algumas incoerências e houve dificuldade de quantificar os impactos ambientais, por exemplo:

- ruídos e vibrações x água – qualidade;
- ruídos e vibrações x água – temperatura;
- ruídos e vibrações x atmosfera – qualidade
- ruídos e vibrações x atmosfera – temperatura;
- ruídos e vibrações x emprego;
- esgotos x tributos;
- entre outros.

Quando da definição das ações propostas, deverão ser verificadas aquelas que tenham impacto ambiental considerável em alguns cenários. No modelo proposto houve algumas ações propostas que pouco contribuíram para

a Avaliação de Impacto Ambiental do projeto (ruídos e vibrações, por exemplo) ou que só apresentaram impactos em determinado cenário.

Certamente o resultado do estudo de caso não espelha na realidade a situação dos impactos ambientais do empreendimento. Os fatores que faltaram para tornar o trabalho mais próximo da realidade seriam: a inclusão de consultores da área socioeconômica (sociólogos, médicos, arqueólogos, etc.), a dedicação exclusiva ao trabalho em caráter permanente da equipe de consultores e a participação de outras vertentes envolvidas, como ONGs, classe política, lideranças locais e pessoas da comunidade.

Capítulo 8

Conclusões e recomendações

8.1. Comentários

As conclusões e recomendações apresentadas baseiam-se no modelo proposto e no estudo de caso sobre a usina termelétrica.

8.2. Conclusões do trabalho

Este item é dividido em duas etapas, a primeira relaciona o método proposto com os objetivos apresentados no capítulo 1. A segunda apresenta algumas conclusões obtidas quando do desenvolvimento do modelo e durante o estudo de caso.

8.2.1. Com relação aos objetivos do trabalho

Os objetivos do trabalho, conforme apresentados no capítulo 1, estavam divididos em objetivos geral e específico.

O objetivo geral que era o de propor um método para a Avaliação de Impacto Ambiental em usinas termelétricas a carvão mostrou-se eficaz, pois, através do estudo de caso, foi analisada a implementação do modelo em um projeto de uma usina termelétrica em fase de desenvolvimento. A Usina Termelétrica Jacuí já foi avaliada duas vezes por EIAs/ RIMAs, em períodos diferentes, com legislações ambientais diferentes e, nas duas vezes, foi considerado um projeto viável.

Com relação aos objetivos específicos podemos enfatizar que eles foram atendidos quando do desenvolvimento dos trabalhos. Alguns deles não foram

atendidos especificamente pelo método proposto, mas, para se chegar ao resultado final, eles foram verificados.

Os sistemas e processos e a análise do processo de geração de energia elétrica de uma usina termelétrica foram descritos no capítulo 5. Para cada Avaliação de Impacto Ambiental de um empreendimento, um dos primeiros passos a serem realizados é o entendimento do processo como um todo. Em suma: “Como funciona o projeto que será construído”.

Conhecidos os sistemas e todo o processo, deverão ser avaliadas as suas interfaces com o meio ambiente. Todo o processo utiliza: matéria-prima, combustível, produtos químicos e insumos (água, ar, eletricidade, etc.). Estas “entradas” serão manipuladas, modificadas, utilizadas, processadas e se agregarão ao produto final e/ou parte retornará ao meio ambiente. Com base neste raciocínio foi estabelecida a interface entre a atividade produtiva; neste caso, a usina termelétrica e o meio ambiente. Verificando todos os retornos do processo (visual, auditivo, líquido, sólido e gasoso) e analisando seus produtos e os subprodutos, poderá ser avaliado o nível de impacto deste processo (ou desta indústria). Este objetivo foi atendido também no capítulo 5.

Sem estes conhecimentos não poderão ser definidas quais serão as “ações propostas” para a construção do empreendimento e quais serão os “fatores ambientais” impactados por ele.

A análise da legislação ambiental referente às usinas termelétricas se faz necessária para avaliar quais são os parâmetros permitidos para cada elemento de interface do empreendimento que impacta o meio ambiente. Atualmente, como a maioria das usinas são financiadas por organismos estrangeiros (Eximbank, Banco Mundial, BID, ECAs, etc.), os projetos deverão atender também às exigências dos órgãos financiadores.

Para o atendimento da legislação ambiental deverão ser incluídos uma série de sistemas, equipamentos e medidas de controle ambiental, para que se possa chegar até o cenário alvo. Em suma, a aplicação destes sistemas, equipamentos e medidas é que viabilizou o projeto.

Finalmente, a comparação entre o método proposto e o processo tradicional está apresentado no capítulo 7.

8.2.2. Conclusões gerais do modelo

O modelo proposto é extenso, trabalhoso e de aplicação dispendiosa. Portanto, este modelo é indicado para projetos de grande escala, com elevados investimentos e com complexidade tecnológica.

O modelo apresenta-se flexível, a própria equipe que irá implementá-lo poderá escolher, definir e dividir as matrizes cruzamento, bem como podem escolher as ações propostas e os fatores ambientais a serem analisados. A escolha das ações propostas e fatores ambientais deverá ser discutida e definida pela equipe que irá desenvolver o trabalho.

Quanto mais afeitas ao empreendimento forem as ações propostas e os fatores ambientais, mais transparentes e de fácil compreensão serão os resultados obtidos.

A terminologia existente, original do trabalho de Leopold, não precisa necessariamente ser adotada, pois cada tipo de projeto tem suas características específicas.

O método proposto aplicado ao projeto deverá fornecer subsídios para que os órgãos ambientais, responsáveis pelo licenciamento ambiental, priorizarem, com base no impacto ambiental resultante, as restrições solicitadas nas licenças expedidas.

8.3. Contribuições desta Tese

O modelo proposto relaciona os três meios (físico, biótico e socioeconômico) em matrizes separadas. A interface existente entre estes três meios deixa de existir quando a tabela com o somatório das médias e dos totais dos fatores ambientais é montada e são apresentados os resultados em forma ordenada de seus impactos ambientais (vide apêndice 5). Nos outros modelos da Avaliação de Impacto Ambiental em geral, os três meios e seus impactos ambientais são considerados isoladamente.

A forma de apresentação hierarquiza os maiores impactos, aumentando a sensibilidade dos técnicos para os diferentes tipos de impacto,

independentemente do meio em que eles atuam. Desta forma, facilita a visualização das ações propostas mais impactantes e dos fatores ambientais mais impactados. Esse resultado ajuda os técnicos a definirem prioridades ambientais, onde serão necessários maiores cuidados e onde serão necessários maiores investimentos para a melhoria ambiental do empreendimento como um todo, tendo em vista a sua viabilização.

As análises para verificação dos impactos ambientais podem ser feitas pontualmente (cruzamento ação ambiental *versus* fator ambiental) por classe de ações propostas, por meios, por cenários ou por todo o empreendimento.

O empreendimento pode ser modelado conforme suas diferentes fases: estudo e projeto, construção, comissionamento e operação. A desvantagem será o aumento no número de matrizes a serem avaliadas, no tempo a ser gasto e no custo dos trabalhos.

O modelo fornece uma avaliação ambiental antes (cenário atual) e depois da implantação do projeto (cenários futuro irreal e alvo). Analisa também a não-construção do empreendimento (cenário natural).

Pode também selecionar locais para estudos de localização de empreendimentos e fixar prioridades.

Uma das vantagens da utilização das matrizes de Leopold é a união entre ação proposta e fator ambiental, considerando a magnitude e a importância de cada impacto. Nas matrizes deverão estar listados todos os fatores ambientais e as ações propostas e a sua análise deverá ser sistemática.

8.4. Limitações do modelo

Apesar do modelo ser extenso e trabalhoso, ele não dispensa uma avaliação geral sobre o empreendimento no que diz respeito ao atendimento da legislação ambiental vigente. O empreendimento só poderá ser viável se, antes da obtenção dos resultados do modelo proposto, ele for viável em relação ao atendimento da legislação ambiental existente, quer seja ela municipal, estadual, nacional ou até internacional.

O modelo não identifica as características espaciais dos impactos ambientais e seus efeitos. Também não distingue impactos indiretos e cumulativos.

As matrizes de Leopold não consideram o comportamento e a técnica de previsão de cada tipo de impacto e também não fornecem informações sobre a definição dos tipos de mitigação e monitoramento necessários para alguns dos impactos ambientais.

8.5. Tempo para desenvolvimento do modelo

O tempo necessário para as discussões dos valores a ser imputado para a magnitude ou importância de um impacto ambiental, para cada cruzamento ação proposta *versus* fator ambiental, deverá ser função da experiência da equipe de trabalho, da complexidade do projeto e seus impactos ambientais.

Como exemplo, o modelo apresentado no capítulo 7, em que foram utilizados três técnicos que trabalham na área de meio ambiente, que conhecem o processo de geração de energia elétrica e que têm experiência na área de Avaliação de Impacto Ambiental, o tempo necessário para a mensuração dos indicadores ambientais, foi de doze horas, em quatro sessões distintas.

Deve ser complementado que estes três técnicos trabalham há muitos anos juntos, que têm um elevado grau de especialidade na área, que conheciam o empreendimento e que não houve muitas discordâncias sobre os valores estimados para os indicadores ambientais.

Caso fosse uma equipe multidisciplinar, com técnicos de diversas especialidades e representantes da comunidade, a estimativa para a valoração das matrizes conforme o estudo de caso apresentado seria consideravelmente maior.

8.6. Recomendações para futuros trabalhos

Considerando os estudos desenvolvidos e os resultados obtidos seguem abaixo algumas sugestões para futuros trabalhos:

- Utilizar a técnica de sobreposição de mapas em conjunto com a técnica das matrizes e cenários, conforme proposto neste trabalho, para obter as características espaciais dos impactos ambientais;
- Acrescentar ao modelo proposto uma Avaliação de Impacto Ambiental com base na técnica de simulação de impactos para obter as características temporais mais detalhadas dos impactos ambientais;
- Incluir no modelo uma complementação de tal maneira que forneça o tipo de monitoramento necessário para o empreendimento;
- Poderia também ser incluído outro método, como lista de verificação ou o método de simulação de impactos ambientais, de maneira que fossem obtidos os impactos indiretos e cumulativos do empreendimento.
- Colocar os valores numéricos do modelo num gráfico (ação proposta *versus* fatores ambientais), visando visualizar melhor os resultados do trabalho para poder comparar graficamente os diversos cenários.

8.7. Considerações finais

A adoção da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) em grandes projetos é um assunto recente e tem se tornado um desafio no sentido da escolha de um método ideal que forneça o melhor resultado possível. Esta precisão deve considerar: as diversas fases do empreendimento, os diferentes tipos de impactos, sua forma de externar este impacto (direto, indireto ou cumulativo), a área em que este impacto atua, o tempo que ele incide e suas conseqüências nos diversos meios.

O objetivo é desenvolver um método que avalie todos os aspectos acima mencionados.

Esta tese propôs um método que aborda alguns destes conceitos. Mas o método apresentado não esgota o assunto e nem tem esta pretensão, mas visa acrescentar alguma novidade para o longo trajeto do desenvolvimento sustentável.

A principal dificuldade da tese foi à construção da base de dados. Este é um dos itens mais importantes do método apresentado.

Seria interessante também que todos os projetos que já apresentaram Avaliação de Impacto Ambiental para os órgãos de proteção ambiental dos estados, tivessem um acompanhamento dos seus resultados através do monitoramento ambiental realizado pelos empreendedores, com o objetivo de verificar a validade do método utilizado no EIA/RIMA para a avaliação dos seus impactos ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- _____, **Avaliação de Impacto Ambiental – AIA**. Disponível em <<http://www.cprh.pe.gov.br/sec-lincenc/secund-licenc-avaliacao.html>>. Acesso em 19.07.02.
- _____, **Impacto Ambiental**. Disponível em <http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/impacto.htm>. Acesso em 19.07.02.
- AGRAR. **UTE Resende – Estudo de Impacto Ambiental – EIA/ RIMA**. Gerasul, Rio de Janeiro, fev.2002, 309 p.
- ALMEIDA, Fernando. **O bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira, 2002, 191 p..
- AMA – Assessoria de Meio Ambiente. **Termo de Referência: Usina de Ciclo Combinado**. Gerasul, maio.2000, 73 p..
- AMBIENTE BRASIL. **Glossário**. Disponível em <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php.3?base=/educacao/index.php3&contendo=/glossario/m.html>. Acesso em 22.08.02.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. Disponível em <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em 15.07.2002.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.asp>. Acesso em 18.02.2003.
- AVANÇA BRASIL. **Programa Abastecimento de Energia Elétrica**. Disponível em <http://www.abrasil.gov.br/nivel3/index.asp?id=308&cod=BUSCA>. Acesso em 22.02.2002.

- BELTRÃO, Myriam Matsuo Afonso. **Pesquisa qualitativa e quantitativa: as duas metades de uma maçã.** Disponível em <http://www.unicamp.br/ifch/hs611a/Resenhas/concepcao_de_pesquisa_myriam.htm>. Acesso em 06.06.2001.
- BISSET, R.. **Training Resource Manual - EIA: Issues, Trends and Practice,** Training Manual. Disponível em <<http://www.environment.gov.au/epg/eianet/manual/bisset/chapter1.html>>. Acesso em 03.07.2000.
- BRUNDTLAND, G. H. et all. **Nosso Futuro Comum: Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.** Rio de Janeiro : 2ª. Edição, Editora Fundação Getúlio Vargas, 1991, 429 p.
- CAPORALI, Renato. **Do Desenvolvimento Econômico ao Desenvolvimento Sustentável.** Belo Horizonte, 1997. Disponível em <http://www.bsi.com.br/ûnilivre/centro/textos/Forum/decosus.htm>. Acesso em 10.03.2000.
- CARNEIRO, Shelley. **O meio ambiente no contexto econômico.** Disponível em < <http://www.techoje.com.br/ab9505-1.htm> > . Acesso em 28.08.1998.
- CEEA - CANADIAN ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AGENCY. **Canadian Environmental Assessment Act.** Disponível em http://www.ceaa.gc.ca/comps/comps_e.htm . Acesso em 24.07.2001.
- CEMIG - Centrais Energéticas de Minas Gerais. **Projeto Usina Hidrelétrica Capim Branco, Estudos de Viabilidade - Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.** Minas Gerais, março. 1999, 117 p.
- CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA n° 001/86.** Brasília, IBAMA. Disponível em <http://www.mma.gov.br>.; Acesso em 17.08.2002.

- CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA n° 237/97**. Brasília, IBAMA. Disponível em <http://www.mma.gov.br>; Acesso em 17.08.2002.
- CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Agenda 21**. São Paulo: Senado Federal, Brasília: 1997. Disponível em <http://www.mec.gov.br>. Acesso em 27.10.97
- CPRH – Cia. Pernambucana do Meio Ambiente. **Avaliação de Impacto Ambiental**. Disponível em <http://www.cprh.pe.gov.br/sec-licenc/secund-licenc-avaliacao.html>. Acesso em 19.07.02.
- ELECTO E. S. LORA. **Prevenção e Controle da poluição nos Setores Energético, Industrial e de Transporte**. ANEEL, Brasília, 2000, 503 p.
- ELETROSUL. **Diretrizes ambientais para Usinas Termelétricas a carvão mineral nacional**. Versão Preliminar, Florianópolis, 1990, 314 p.
- ELETROSUL. **Empreendimentos Termelétricos – Diretrizes para condução de estudos e projetos**. Volumes 3 e 4 – Projeto Básico e Gerenciamento Ambiental, Versão Preliminar, Florianópolis, mar.1995, 143 p. e 67 p.
- ELETROSUL. **Usinas Termelétricas a ciclo vapor**. Curso CESP, São Paulo, nov. 1994, 56 p.
- ELETROSUL/ BRASCEP. **Contrato 61.501 – UTE Jacui**. Eletrosul, Florianópolis, 1982, 340 p.
- ELETROSUL/ BRASCEP. **Contrato 61.502 – UTE Jacui**. Eletrosul, Florianópolis, 1982, 427 p.
- EM POWER INFO. **Air Quality Controls: Thermal Power Mitigative Measures**. Disponível em <http://www.virtualglobe.com/html/fpd/em/power/EA/mitigatn/thermair.htm>. Acesso em 15.09.1998.

- ENERGIA BRASIL. **Privatização e novo modelo de Regulamentação.** Disponível em http://www.energiabrasil.gov.br/setframe.asp?Mercado=energia&Pagina=energiabrasil_historico01.asp . Acesso em 15.07.2002.
- ENERGIA BRASIL. **O Setor Elétrico.** Disponível em http://www.energiabrasil.gov.br/setframe.asp?Mercado=energia&Pagina=setor_elet.asp. Acesso em 15.07.2002.
- ENGEVIX S. A.. **Estudo de Impacto Ambiental – Usina Hidrelétrica de Itaocara.** V.2, Rio de Janeiro, jul.2000, 143 p.
- ENVIRONMENT AUSTRALIA. **An outline of the Commonwealth Environmental Impact Assessment process.** Disponível em <http://www.ea.gov.au/assessments/epip/epipbrochure.html>. Acesso em 07.08.02.
- ENVIRONMENT AUSTRALIA. **International Study of the Effectiveness of Environmental Assessment – Environmental Permit System, Brazil.** Disponível em <http://www.ea.gov.au/assessments/eianet/eastudy/casestudies/studies/cs60.html>. Acesso em 08.08.02.
- FEPAM. **Licença de Instalação – LI nº 0821/2001-DL.** FEPAM, Porto Alegre, dez.2001, 7 p.
- GERASUL. **Usina Termelétrica Jacui – Caracterização do Empreendimento – Volume 3.** Florianópolis, fev. 1999, 270 p.
- GOTHE, Carlos A. de V., ARANTES, Christianne C., STAMM, Hugo R., CAMPESATO, Enio C., BARCELLOS, Eduardo O., et al. **Usina Termelétrica Jacui – Projetos Ambientais.** Florianópolis, jul. 1993, 173 p.

- IAIA – International Association for Impact Assessment. **Principles of Environmental Impact Assessment Best Practice**. Disponível em <http://www.ea.gov.au/assessments/eianet/>. Acesso em 08.08.02.
- IIE – Institute of International Education. **Tecnologias de controle de poluição ambiental aérea**. Florianópolis, maio.1997, 216 p.
- JACKSON, Suzan L.. **The ISO 14.000 Implementation Guide**. 2a. edição, New York, John Wiley & Sons Inc., 1997, 280 p.
- LEOPOLD, Luna B. CLARKE, Frank E., HANSHAW, Bruce B. e BAISLEY, James R.. **A procedure for Evaluating Environmental Impact**. Washington: U. S. Geological Survey , 1971, 13 p (Circular 645).
- MINAYO, Maria Cecília de S., **Quantitativo – Qualitativo: oposição ou Complementaridade? Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, p. 239 – 248, jul./set., 1993.
- MMA – Ministério de Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Avaliação de Impacto Ambiental: Agentes Sociais, Procedimentos e Ferramentas**. IBAMA, Brasília, 1995, 134 p.
- MORGAN, Richard K.. **Environmental Impact Assessment**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998. 307 p.
- MORRIS, Peter e THERIVEL, Riki. **Methods of Environmental Impact Assessment: the natural and built environmental series 2**. Londres:UCL Press Limited, 1995. 378 p.
- MRS ESTUDOS AMBIENTAIS LTDA. **Estudos Ambientais Complementares e Atualização do EIA/ RIMA da Usina Termelétrica Jacui**. Rio Grande do Sul, abril.2000, 970 p.
- MUNN, R. E..**Lecture 10 – What is environmental assessment?** Conecticut, Conservation of Natural Resources, 1979. Disponível em

<http://www.strath.ac.uk/Departments/Geography/course_materials/cnr/lectu.../cnr lec 10.htm>. Acesso em 18.05.2001.

- ODUM, Eugene P.. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A., 1988. 434 p.
- PEDROZO, Eugenio A. e SILVA, Tânia N.. **O desenvolvimento sustentável, a abordagem sistêmica e as organizações**. Disponível em <http://read.adm.ufrgs.br/read18/artigo/artigo3.htm>. Acesso em 18.10.2001.
- ROCHA, José S. Mariano e Rocha, Maria A. A. M.. **Evaluación de Impacto Ambiental para atender la “Ley de inversiones para bosques cultivados y su reglamentación”**. Santa Maria: Pallotti, 2000. 170 p.
- ROCHA, José S. Mariano. **Manual de Projetos Ambientais**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997. 445 p.
- RODRIGUES, Geraldo Stachetti. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisas: fundamentos, princípios e introdução a metodologia**. Jaguariaúna: Embrapa, 1998. 66 p.
- SADLER, Barry. **International Study of the Effectiveness of Environmental Assessment – Environmental Assessment in a changing world. Final Report, United Nations Environment Protection, 1996**. Disponível em <http://www.erin.gov.au/portfolio/epg/eianet/eastudy/final/main.html>>. Acesso em 11.06.1999.
- SERRA, Maria T. F., Gothe, Carlos A. de V., Ramos, Renato da S., Rossato, Antônio C., Arantes, Christianne C., et al. **Diretrizes Ambientais para Usinas Termelétricas a carvão mineral nacional**. Florianópolis, jan. 1990, 314 p.
- SOUSA, Wanderley Lemgruber de. **Impacto Ambiental de Hidrelétricas: uma análise comparativa de duas abordagens**. Rio de Janeiro, 2000, 115 p..

Dissertação (Mestre em Ciências em Planejamento Energético) – Programa de Pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, 2000.

- SOUZA, Tania Maria de. Meio Ambiente e participação no setor elétrico brasileiro. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, IV, 1997. p. 318-333.
- STAMM, Hugo R. e GOTHE, Carlos A. de Verney. **Licenciamento Ambiental de Usinas Termelétricas no Brasil**. Florianópolis, 1997, 9 p.
- SUREHMA/ GTZ. **Manual de Avaliação de Impactos Ambientais (MAIA)**. Secretaria Especial do Meio Ambiente, Curitiba: 1992. 281 p.
- TRACTEBEL – AMA. **Termo de Referência: Usina de ciclo combinado**. Gerasul, maio.2000, 23 p.
- UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Environmental Impact Assessment Training Resource – Manual UNEP EIA, Training Resource Manual**. Disponível em <<http://www.environment.gov.au/epg/eianet/manual/title.htm>>. Acesso em 04.05.2000.
- UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Review of Environmental Impact Assessment and Environmental Management Techniques. Annex 1**. Disponível em <http://www.undp.org/seed/guide/hanbook/part3a.htm>. Acesso em 27.06.02.
- VIEIRA, Roberto dos S.. **Avaliação de Impacto Ambiental: Luxo ou necessidade**. Manaus, dez.1988, 25 p.

BIBLIOGRAFIA

- _____, **IMPACT MATRICES**. Disponível em <http://agen521.www.ecn.purdue.edu/AGEN521/epadir/earg/impact_an.../impact_matrices.htm>. Acesso em 02.05.2001.
- _____, **Matrix**. Disponível em <http://pasture.ecn.purdue.edu/v1/agen521/epadir/earg/impact_identification/matrix.html>. Acesso em 02.05.2001.
- BACKER, Paul de. **Gestão Ambiental: a administração verde**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1995. 179 p.
- BANDEIRA, Eliana de Menezes. **Benefícios Ambientais e Derivados de Programas de Conservação de Energia Elétrica**. Florianópolis, 2000, 99 p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2000.
- BEZERRA, Arnaldo M. **Energia e Meio Ambiente**. Disponível em <http://www.jpacom.br/arnaldo/Intger.htm>. Acesso em 19.07.2002.
- CALLENBACH, E. et al.. **Gerenciamento Ecológico**. São Paulo: Cultrix, 1993. 203 p.
- COIMBRA, Mário Lúcio. O escudo protetor está cada vez mais frágil. **Ciclo Vital**, São Paulo, p. 14 – 18, jun.1998.
- COOPERATIVA DOS TRABALHADORES DE SANTA MARIA – DEPARTAMENTO DE PROJETOS AMBIENTAIS. **Plano de Controle Ambiental (PCA) da área de influência do barramento construído pela UTAL no rio Ibirapuitã**. Rio Grande do Sul, 2.000, 140 p.
- DIREÇÃO GERAL DO AMBIENTE. **Avaliação de impactes ambientais (AIA) de projectos públicos e privados**. Disponível em <<http://www.dga.min-amb.pt/aia/index.html>>. Acesso em 05.12.2000.

- DOBEREIMER, Christian. **Gerenciamento Ambiental**. Disponível em <<http://www.techoje.com.br/ab9502-1.htm>> . Acesso em 28.08.1998.
- EDITORIAL, Carvão na boca da mina. **Revista Minérios e Minerais**, São Paulo, edição 226, p. 30-34, março.1998.
- EIA NEWSLETTER 12. **The international study of EA effectiveness: an overview**. Disponível em <<http://www.art.man.ac.uk/eia/nl12efft.htm>>. Acesso em 09.08.2000.
- EIA NEWSLETTER 18. **Guidelines for the assessment of indirect and cumulative impacts as well as impact interactions**. Disponível em <<http://www.art.man.ac.uk/eia/nl18hyde.htm>>. Acesso em 09.08.2000.
- EM POWER INFO. **Environmental Performance: Pulverised Fuel Fired Boiler Plant**. Disponível em <<http://www.virtualglobe.com/html/fpd/em/power/EA/mitigatn/pul6.htm>>. Acesso em 15.09.1998.
- EM POWER INFO. **Environmental Standards and Guidelines**. Disponível em <<http://www.virtualglobe.com/html/fpd/em/power/standards/stadards.html>>. Acesso em 15.09.1998.
- EM POWER INFO. **Thermal Efficiency: Pulverised Fuel Fired Boiler Plant**. Disponível em <<http://www.virtualglobe.com/html/fpd/em/power/EA/mitigatn/pul4.htm>>. Acesso em 15.09.1998.
- ENGEA. **Estudo de Impacto Ambiental – EIA, UHE Ourinhos**. São Paulo: CESP, jun.1995, 98 p.
- ERM ALPHA LTDA. **Relatório Ambiental Preliminar – Usina de Geração de Energia – UGE Carióba II**. São Paulo: Consórcio CPFL/ Intergen/ Shell, 2000. 176p.

- EUROPEAN COMMISSION, DIRECTORATE GENERAL FOR ENVIRONMENT, NUCLEAR SAFETY AND CIVIL PROTECTION. **Environmental Impact Assessment: Guidance on Screening.** Disponível em <<http://europa.eu.int/comm/environment/eia/eia-guidelines/g-review-full-text.pdf>>.
- EUROPEAN COMMISSION, DIRECTORATE GENERAL FOR ENVIRONMENT, NUCLEAR SAFETY AND CIVIL PROTECTION. **Review Check List.** Disponível em <<http://europa.eu.int/comm/environment/eia/eia-guidelines/g-review-full-text.pdf>>.
- FEDRA, Kurt. **Decision support for natural resources management: Models, GIS and Expert Systems,** Austria. Disponível em <<http://www.iiasa.ac.at/Research/ACA/papers/toronto.html>> . Acesso em 25.05.2000.
- GAIA, Consulting. **Environmental Management Systems: a practical guide for industry and commerce.** Disponível em <<http://indigo.ie/~gaia/book/bookcont.html>>. Acesso em 15.04.1998.
- GILBERT, Michael. **BS 7750 Sistema de Gerenciamento Ambiental.** São Paulo: IMAM, 1995. 257 p.
- KOSTOFF, Ronald N.. **The handbook of research impact assessment.** Disponível em <<http://www.dtic.mil/kostoff/Handweb71.html>>. Acesso em 14.12.1998.
- LIBANORI, Aurélio. **Incentivos econômicos para controlar a poluição.** Revista CETESB Ambiente. **São Paulo, v. 5, n. 1, p. 21-25, 1991.**
- MCT. **Indicadores de desempenho do sistema energético brasileiro sob o ponto de vista das emissões de CO2.** Disponível em <<http://www.met.gov.br/gabin/cpmg/climate/programa/port/energi16.htm>> . Acesso em 19.05.1999.

- NORTHERN TERRITORY GOVERNMENT. **Environment Impact Assessment Process.** Disponível em <http://www.lpe.nt.gov.au/dlpe/enviro/POLDOC/eiaguide/page4.htm>. Acesso em 10.08.2000.
- PIRES, Marçal J.R., **Caracterização e modelamento das emissões atmosféricas da usinas termelétrica Jacui I**, Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e dos Materiais, Dissertação de Mestrado, UFRGS, Porto Alegre, 1990.
- PRIME ENGENHARIA E PETROBRÁS. **Avaliação Ambiental Estratégica do Projeto – Gasoduto Brasil-Bolívia.** relatório final, Rio de Janeiro, v 1 e 2, jul.1997, 320 p.
- TEIXEIRA, Ivandi Silva. **Um modelo de evidências sobre riscos ambientais para a gestão pública em Belém do Pará fundamentado na auditoria interna e ambiental.** Florianópolis, 1998, 212 p. Tese (Doutor em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 1998.
- TOLMASQUIM, Maurício T. et al.. **Metodologias para valoração de danos ambientais causados pelo setor elétrico.** Rio de Janeiro: UFRJ: Coppe, 2000. 260 p.
- UTE URUGUAIANA. **BR-0257.pdf.** Disponível em <http://www.iadb.org/search.97cgi/s97is.dll>. Acesso em 17.04.2001.
- WORLD BANK. **Pollution prevention and abatement handbook:** Cap. Economic Analysis of Environmental - Externalities. Washington: World Bank Group, 1998. 9 p.
- WORLD BANK. **Pollution prevention and abatement handbook:** Cap. General Environmental Guidelines. Washington: World Bank Group, 1998. 5 p.

- WORLD BANK. **Pollution prevention and abatement handbook: Cap.** The Environmental Assessment Process. Washington: World Bank Group, 1998. 5 p.
- WORLD BANK. **Pollution prevention and abatement handbook: Cap.** Thermal Power: Guidelines for new plants. Washington: World Bank Group, 1998. 14 p.

SITES PESQUISADOS

- BT Sustainable Development., search site, “<http://search.bt.com/>”, ou “<http://www.bt.co.uk/world/environment/doc.htm>”;
- The environmental council – business and environment program, “<http://www.greenchannel.com/tec>”;
- Australian Agency for International Development – AusAid – Environment Assessment, “<http://www.ausaid.gov.au/publications/policy/envguide.pdf>”;
- Global Environment Outlook – United Nations Environment Programme, “http://www.grida.no/prog/global/geo1/ch/ch1_1.htm”;
- National Library of Energy Science and Technology, “<http://apollo.osti.gov/html/osti/nlest.html>”;
- Environmental Protection Agency, Implementation Guide for the Code of Environmental Management Principles for Federal Agencies (CEMP), “<http://es.epa.gov/oeca/cemp/>”;
- Environmental Protection Agency, “<http://www.epa.gov/epahome/search.html>”;
- EPA – Region 8 – Technical Library, “<http://www.epa.gov/unix0008/lib/env>”;
- United States Department of Energy – Office of Fossil Energy. “<http://www.fe.doe.gov/>”;
- Electric Power Research Institute, “<http://www.epri.com>”;
- Georgia AirKeepers Campaign Homepage, “<http://www.airkeeper.org/>”;

- US – EPA – Design for Environment, [“http://wwwmcc.com/env/epa.html”](http://wwwmcc.com/env/epa.html);
- EPA – Environment Assessment Resource Guide, [“http://www.epa.gov/grtlakes/seahome/”](http://www.epa.gov/grtlakes/seahome/);
- ISO 14.000 Infocenter – Capaccio Environmental Engineering Inc., [“http://www.iso14000.com/”](http://www.iso14000.com/);
- National Science Foundation, <http://www.nsf.gov>;
- Quality Network, [“http://www.quality.co.uk/iso14000.htm”](http://www.quality.co.uk/iso14000.htm);
- University of Central Florida, [“http://www.bus.ucf.edu”](http://www.bus.ucf.edu);
- Eldis Project, Institute of Development Studies, University of Sussex, [“http://nt1.ids.ac.uk/eldis/”](http://nt1.ids.ac.uk/eldis/);
- Environment by Kenneth Friedman, [“http://www.suite101.com/article.cfm/environment/5626”](http://www.suite101.com/article.cfm/environment/5626);
- The Colorado Internet Center for Environmental Problem Solving, [“http://www.colorado.edu/UCB/AcademicAffairs/conflict/environment”](http://www.colorado.edu/UCB/AcademicAffairs/conflict/environment);
- Global Environmental Management Initiative, [“http://www.gemi.org/”](http://www.gemi.org/);
- United Nations Environment Programme, [“http://www.unep.org/”](http://www.unep.org/);
- United States Department of Energy, [“http://www.doe.gov/EnergyFiles/”](http://www.doe.gov/EnergyFiles/);
- United States Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov/glnpo/seahome/>.

ANEXOS

ANEXO 1

Exemplos dos diversos métodos para
avaliação de impacto ambiental

Exemplo: Lista de controle simples

Avaliação de impacto ambiental devido a projeto de usina termelétrica

Categoria: Fator ambiental	Fases de projeto		
	Planejamento	Construção	Operação
1. Ruído			
a. Alteração do nível local		X	X
2. Relevo			
a. Alteração do relevo		X	
3. Recursos hídricos			
a. Alteração dos níveis de turbidez		X	X
b. Carreamento de sólidos para o rio		X	X
c. Alteração da qualidade da água		X	X
d. Redução da oferta hídrica a jusante			X
4. Qualidade do ar			
a. Alteração da qualidade do ar			X
5. Resíduos sólidos			
a. Disposição de resíduos sólidos			X
6. Relevo/ fauna			
a. Supressão da cobertura vegetal		X	
b. Alteração da fauna		X	X
c. Perturbação de habitats		X	X
d. Alteração da bióta aquática		X	X
7. Impactos socioeconomicos			
a. Expectativa social	X		
b. Insegurança da população atingida	X		
c. Geração de empregos		X	X
d. Dinamização da economia local		X	X
e. Aumento das demandas sociais (1)		X	
f. Desvalorização de propriedades		X	
g. Aumento do tráfego das cidades		X	
h. Interferência com patrimônio (2)		X	
i. Alteração da paisagem			X
j. restrição do uso do solo			X

Notas:

1. Lazer, saúde e habitação.
2. Histórico, cultural e arqueológico.

Fonte: Adaptado de Rodrigues, Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisas: fundamentos, princípios e introdução a metodologia, 1998, p.30.

Exemplo: Lista de controle descritiva

Avaliação de impacto ambiental para usina termelétrica.

Categoria: Fator ambiental	Critério para avaliação
1. Ruído a. Alteração do nível local	Obras de terraplenagem, montagem dos equipamentos e ruído de equipamentos em operação.
2. Relevo a. Alteração do relevo	Movimentação de terra
3. Recursos hídricos a. Alteração dos níveis de turbidez b. Carreamento de sólidos para o rio c. Alteração da qualidade da água d. Redução da oferta hídrica a jusante	Movimentação de terra Movimentação de terra Geração de efluentes líquidos Captações hídricas da usina.
4. Qualidade do ar a. Alteração da qualidade do ar	Geração de emissões atmosféricas.
5. Resíduos sólidos a. Disposição de resíduos sólidos	Sólidos decorrentes da operação da usina (cinza) e do tratamento de água.
6. Relevo/ fauna a. Supressão da cobertura vegetal b. Alteração da fauna c. Perturbação de habitats d. Alteração da biota aquática	Desmatamento para construção da usina e linha de transmissão e infraestrutura de acesso. Emissão de poluentes atmosféricos. Instalação da usina e abertura da faixa de servidão. Movimentação de terra, instalação de acessos, torres de transmissão e infraestrutura. e
7. Impactos socioeconômicos a. Expectativa social b. Insegurança da população atingida c. Geração de empregos d. Dinamização da economia local e. Aumento das demandas sociais (1) f. Desvalorização de propriedades g. Aumento do tráfego das cidades h. Interferência com patrimônio (2) i. Alteração da paisagem j. Restrição do uso do solo	Divulgação da construção de empreendimento. Potencialização da alteração da qualidade ambiental Contratação de mão de obra para construção, montagem e operação da usina. Mão de obra indireta. Disponibilidade de energia. Atração de mão de obra para trabalhar no empreendimento. Desapropriação de terras e restrição de uso da faixa de servidão. Transporte de equipamentos, materiais, combustível e mão de obra. Implantação do empreendimento (construção, montagem, terraplenagem, etc). Construção e operação da usina termelétrica. Faixa de servidão da linha de transmissão.

Notas:

1. Lazer, saúde e habitação.

2. Histórico, cultural e arqueológico.

Fonte: Adaptado de Rodrigues, Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisas: fundamentos, princípios e introdução a metodologia, 1998, p.32.

o: Lista de controle escalar

e comparação das alternativas - Método "Threshold of concern"
(UREHMA/ GTZ, 1992)

Elementos	Critérios	Limites de interesse	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
			Impactos e duração	Impacto > TOC	Impactos e duração	Impacto > TOC	Impactos e duração	Impacto > TOC
Qualidade do ar	Padrões estaduais	3	4 c	sim	4 c	sim	4 c	sim
Economia	Eficiência (custo)	01:01	03:01	não	04:01	não	4,5:1	não
Emprego	Empregos no setor privado	nível atual	9.000 c	não	9.500 c	não	10.000 c	não
	Demandas do setor industrial	nível atual + 10%	400 c	não	440 c	não	500 c	sim
Pastagens	Nº de animais atendidos por mês	nível atual	5.000 c	não	5.000 c	não	3.000 c	sim
Recreação	Nº de locais de acampamento	5.000	2.800 c	sim	5.000 c	não	6.000 c	não
	Esporte de inverno (nº de visitantes/ dia)	1.000.000	700.000 c	não	1.000.000. c	não	2.000.000. c	não
Espécies ameaçadas de extinção	Nº de casais de corujas	35	50 d	não	35 d	não	25 d	sim
Qualidade da água	Padrões estaduais	3	3 c	não	3 c	não	4 c	sim
Vida selvagem	Observação de veados e alces	25% de redução na população	10% c	não	10% c	não	30% c	sim

Exemplo: Lista de controle - Questionário

Avaliação de impacto ambiental - implantação de instalação industrial

1. Solo
 - a. A geologia da área é favorável a fundações de grande porte?
 - b. Deverá haver grandes movimentações de terra para aterro?
 - c. A fonte de obtenção da terra está licenciada?

2. Flora e fauna
 - a. Existirá grande retirada de árvores (mata natural)?
 - b. Existe alguma espécie de fauna com risco de extinção na região?
 - c. A mata ciliar será prejudicada com as obras do empreendimento?

3. Água
 - a. Existe fonte de água abundante na região?
 - b. A fonte de água recebe algum tipo de poluente a montante? Qual?
 - c. Qual a composição química da água no local de captação?
 - d. Existe algum tipo de captação a jusante do empreendimento?
 - e. Qual a vazão máxima e mínima da fonte de água?

4. Clima
 - b. Há algum fator climático que possa influenciar a dispersão das emissões aéreas do empreendimento?
 - a. Há algum fator climático ou índice de poluente aéreo que possa restringir o empreendimento?

Exemplo: Lista de controle - multiatributos

Avaliação de impacto ambiental na qualidade da água em área intensivamente cultivada

x_i = mérito para o respectivo parâmetro indicador

U_i = função utilidade (obtida de gráfico com % saturação)

Parâmetros Indicadores	Situação Importância relativa (k)	Montante	Jusante	Montante	Jusante
		x_i máx	x_i máx	U_i	U_i
Condutividade elétrica	0,2	47,5	66,6	1	1
Nitrato (mg/l)	0,1	0,16	0,82	1	1
Amônia (mg/l)	0,1	0,12	0,46	1	1
Sódio (mg/l)	0,1	2,16	5,28	0,8	0,2
Sólidos em suspensão (mg/l)	0,2	21,6	29,5	0,8	0,5
Porcentagem de saturação O_2	0,3	64	26	0,5	0,1
? k =		1			

Índice de qualidade ambiental	IQA = ? $K_i U_i (x_i)$
-------------------------------	-------------------------

Índice de qualidade ambiental a montante	IQA= 22,8%
--	------------

Índice de qualidade ambiental a jusante	IQA= 17,3%
---	------------

Quanto maior o IQA melhor será a alternativa estudada. Situação ótima IQA = 1.

Fonte: Adaptado de Rodrigues, Avaliação de impactos ambientais em projetos ambientais de pesquisa: fundamentos, princípios e introdução a metodologia, 1998, p.38.

Exemplo: Matriz para avaliação de impacto ambiental

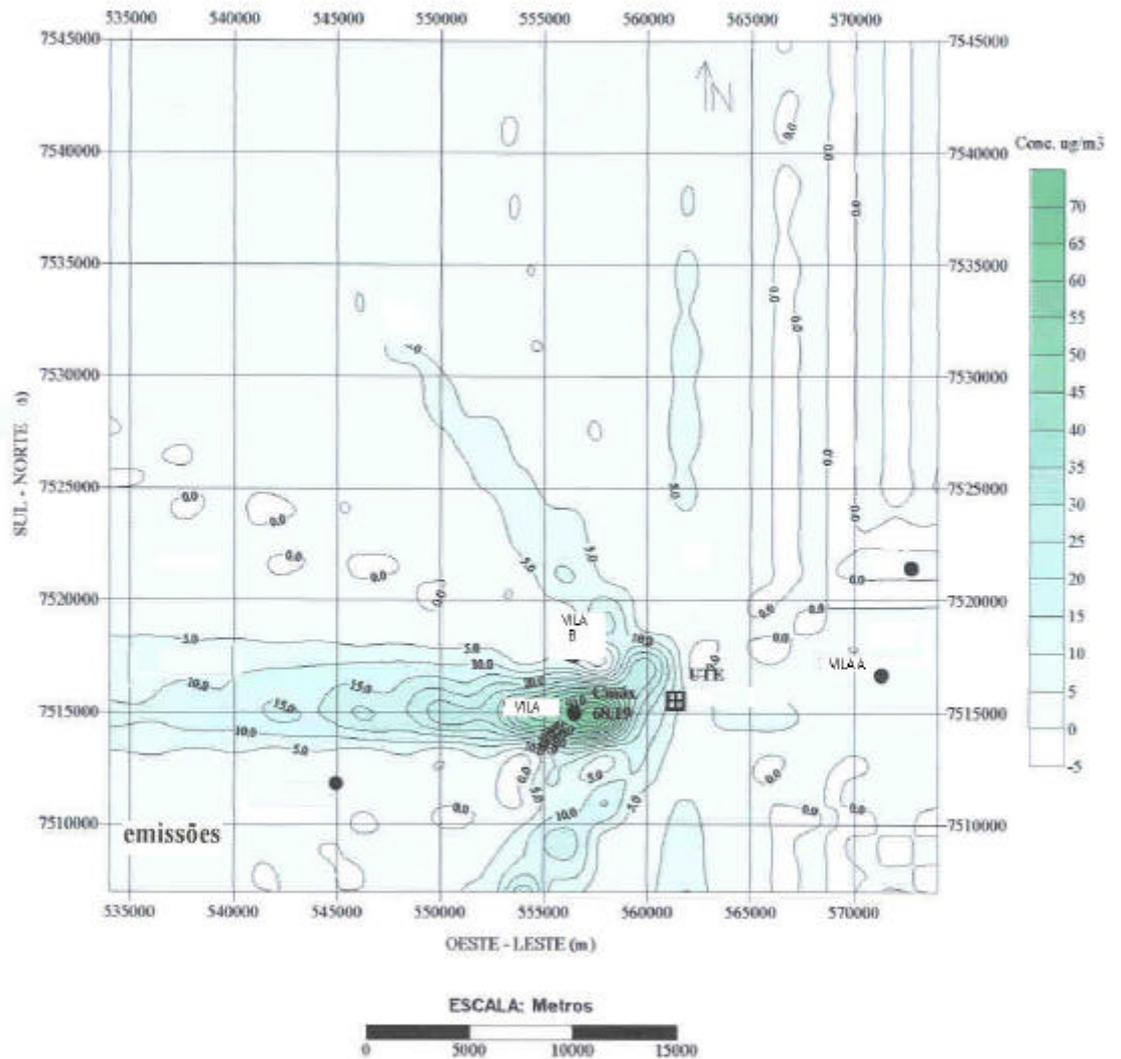
Avaliação de impacto ambiental - local para instalação de um empreendimento

	Desenvolvimento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Fatores ambientais																
Físico																
Regime do rio																
Erosão																
Estabilidade do terreno																
Sedimentação																
Água superficial																
Água subterrânea																
Material para fundações																
Clima/ atmosfera																
Ruído, cheiro e poeira																
Biológico																
Floresta																
Área de pastagem																
Areia/ rochas																
Área de plantação																
Terreno urbano																
Lagos																
Rios																
Estuários																
Marinhos																
Pântanos																
Socioeconômico																
Participação pública																
Emprego																
valor da terra																
Usos da terra																
Riscos e ansiedades																
Valores sociais e pessoais																
História e cultura																
Paisagem/ visual																
Recreação																

Tratamento do terreno
1 - Fundações
2 - Movimentação de terra
3 - Suprimento de água
Suprimento de energia
4 - Eletricidade
5 - Gás
6 - Óleo
7 - Outros
Tráfego
8 - Construção
9 - Operação
10 - Outros
Descargas
11 - Gasosas
12 - Líquidas
13 - Sólidas
14 - Água de chuva
15 - Esgoto

Fonte: Adaptado de UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Environmental Impact Assessment Training Resource – Manual UNEP EIA, Training Resource Manual, 2000, p. 4.12.

EXEMPLO DA METODOLOGIA DE SOBREPOSIÇÃO DE MAPAS
 Concentração máxima integrada de NOx (1h) = 68,19 ug/m³
 Padrão Primário de NO₂ (1h) = 320,0 ug/m³



– Isoconcentrações para *média de 1 h* do poluente Óxido de Nitrogênio, resultante das emissões

Exemplo: Rede de interação

Os impactos primários foram analisados em matrizes quanti-qualitativa, os demais níveis tiveram enfoque nas medidas mitigadoras e compensatórias.

Os nós representam os impactos ambientais mais interativos durante a fase de construção: poeira, fumaça e gases de veículos e máquinas.

Primário		Secundário		Terciário
1. Geração de poeira por veículos e máquinas		Visibilidade/ Deposição sobre a vegetação/ Carreamento pelas chuvas/ Sujeira		Trânsito/ Perdas na área das folhas (fotossíntese diminuída)/ turvamento das águas de drenagem
2. Geração de pó de cimento, cortes de formas e lixiviação				Saúde ocupacional, acidentes pessoais e materiais
3. Fumaça e gases de escape		Qualidade do ar		Desconforto da fauna
4. Geração de poeiras metálicas resultantes da montagem mecânica		Ruído		Resíduos
5. Processos erosivos e carreamento de poeiras e erosão do solo desnudo		Assoreamento/ empobrecimento do solo		Fauna aquática, possibilidade de eutrofização/ Diminuição da profundidade média do curso 'água.
6. Aumento do nível de ruído provocado por máquinas e equipamentos		Desconforto		Afastamento da fauna
7. Alteração das camadas do solo		Perda de solo fértil		Interferência no ecossistema
8. Supressão de vegetação para implantação do porto e nas faixas de servidão das linhas de transmissão		Perda de habitats		Presença na vegetação de espécies não descritas para a região
9. Geração de resíduos		Proliferação de baratas, ratos e outras pragas		Desequilíbrio/ Atração de inimigos naturais, ofídios, etc
10. Perda de habitats				Prejuízos à biodiversidade local
11. Incremento do tráfego		Aumento do risco de atropelamento da fauna		Desconforto da fauna pelo ruído e poluição
12. Produção de efluente sanitário do canteiro de obra		Coliformes fecais		Saúde pública
13. Alteração da qualidade do ar decorrente das emissões aéreas		Degradação da qualidade do ar		Prejuízos ao meio antrópico, a fauna e à flora

Fonte: • MRS ESTUDOS AMBIENTAIS LTDA. Estudos Ambientais Complementares e atualização do EIA/ RIMA da Usina Termelétrica Jacui, 2000, p.58.

Exemplo: Diagrama de Sistema

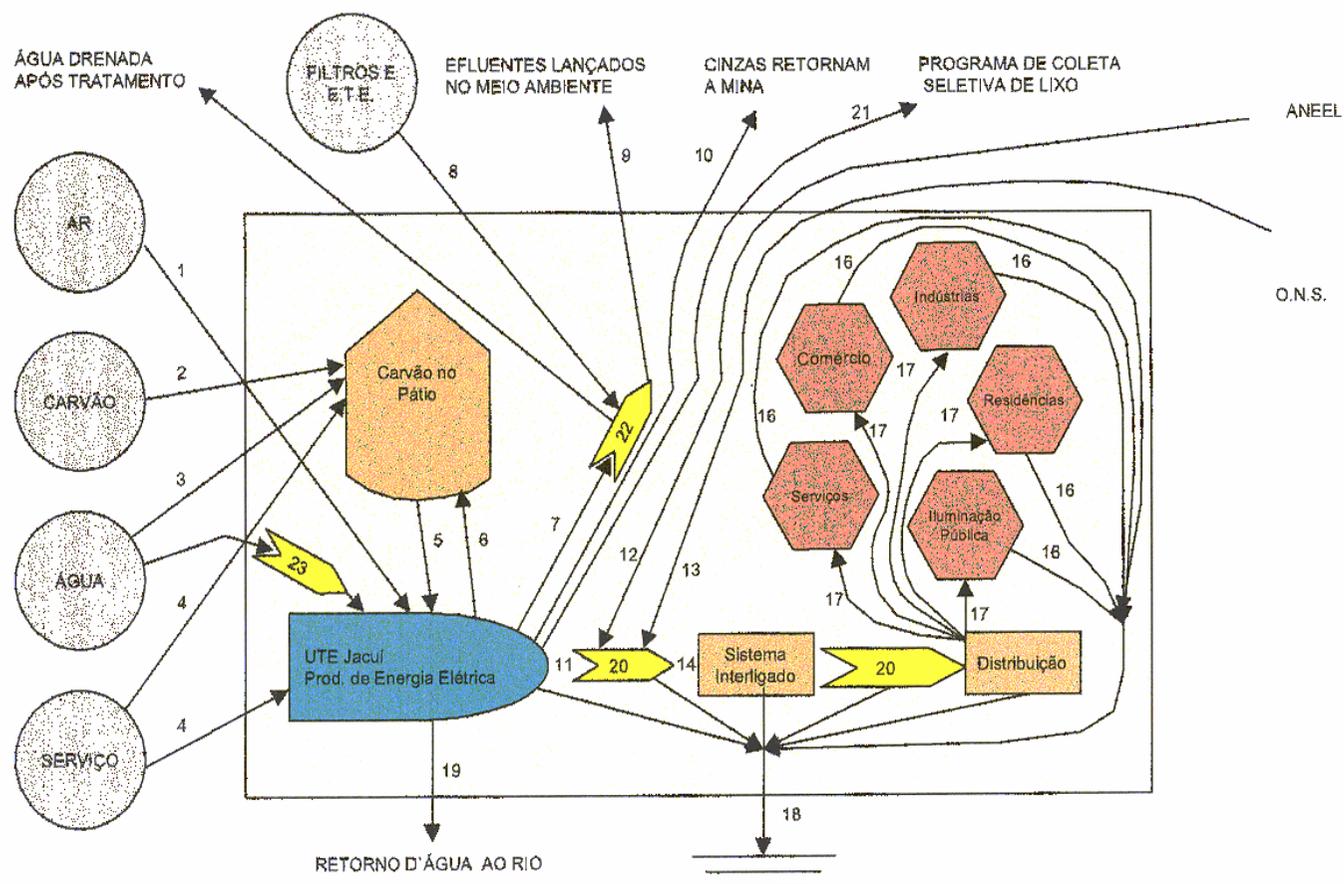


Figura A.2 – Estrutura dinâmica dos principais componentes da UTE Jacuí

Fonte: MRS ESTUDOS AMBIENTAIS LTDA. Estudos Ambientais Complementares e Atualização do EIA/RIMA da Usina Termelétrica Jacuí, 2000.

DIAGRAMA DE SISTEMAS

Processos dominantes na UTE Jacui	
Processo (fluxo)	Identificação
1	Utilização na combustão
2	Matéria prima para queima
3	Aporte de água para refrigeração e lavagem
4	Mão de obra
5	Abastecimento das caldeiras com carvão
6	Retorno dos resíduos
7	Efluentes
8	Filtros e sistema de tratamento
9	Efluentes tratados lançados no meio ambiente
10	Resíduos sólidos que retornam a mina
11	Energia elétrica produzida
12	Controle da ANEEL
13	Controle do despacho (ONS)
14	Entrada no sistema interligado (sistema de transmissão)
15	Sistema de distribuição
16	Perda de energia do sistema
17	Distribuição da energia aos consumidores
18	Interação dos dados
19	Retorno d'água ao rio após resfriamento
20	Transmissor/ Distribuidor (energia elétrica)
21	Programa de coleta seletiva de lixo
22	Armazenador (efluentes)
23	Armazenador (água para processo)

FONTE: MRS ESTUDOS AMBIENTAIS LTDA. Estudos Ambientais Complementares e Atualização do EIA/ RIMA da Usina Termelétrica Jacui, 2000, Vol. 5, p. 64.

Exemplo: Modelo de Simulação

Programa de simulação de sistemas de acumulação a partir de fontes renovável e não renovável de energia.

Fonte energética renovável	Fonte energética não renovável
10 REM (Crescimento a partir de fonte renovável)	10 REM (Crescimento a partir de fonte não renovável)
20 CLS	20 CLS
25 SCREEN 1,0: COLOR 0,0	25 SCREEN 1,0: COLOR 0,0
30 LINE (0,0)-(319,180),1,B	30 LINE (0,0)-(319,180),1,B
40 J=45	40 E=160
50 Q=.1	50 Q=.1
60 K=.1	60 K=.001
70 K3=8.000001E-03	70 K1=.001
80 K4=.03	80 K4=.03
100 PSET(T,180-Q),2	100 PSET(T,180-Q),2
110 JR=J/(1+K*Q)	120 PSET(T,180-Q),1
120 DQ=K3*JR*Q-K4*Q	130 DQ=E*K1*Q-K4*Q
130 Q=Q+DQ	140 DE=-K*E*Q
140 T=T+1	150 Q=Q+DQ
150 IF T<319 GO TO 100	160 E=E+DE
	170 T=T+1
	180 IF T<319 GO TO 100

Fonte: Adaptado de Rodrigues, Avaliação de impactos ambientais em projetos ambientais de pesquisa: fundamentos, princípios e introdução a metodologia, 1998, p.50.

ANEXO 2

Relação das ações propostas e fatores ambientais conforme proposta original de Leopold

(MUNN, 1979, p.6 e ROCHA, 1997, p.272)

Ações Propostas

Modificação do Regime

1. Introdução de flora ou fauna exótica
2. Controles biológicos
3. Modificação do *habitat*
4. Alteração da cobertura do solo
5. Alteração da hidrologia
6. Alteração da drenagem
7. Controle do rio e modificação da vazão
8. Canalização
9. Irrigação
10. Modificação do clima
11. Incêndios
12. Pavimentação, modificações na superfície
13. Ruídos e vibrações.

Transformação do Território e Construções

1. Construções industriais e edifícios
2. Aeroportos
3. Auto-estradas e pontes
4. Urbanização
5. Estradas e caminhos
6. Vias férreas
7. Linhas de transmissão
8. Oleodutos, gasodutos
9. Barreiras e vales
10. Dragagem
11. Revestimento de canais
12. Construção de canais
13. Represas e depósitos

14. Diques, portos e terminais marítimos
15. Construções no mar (em alto mar)
16. Obras para recreação
17. Explosões e perfurações
18. Cortes e aterros
19. Túneis e estruturas subterrâneas

Extração de Recursos

- 1 Escavações e perfurações profundas
- 2 Escavações superficiais
- 3 Escavações subterrâneas
- 4 Perfuração de poços
- 5 Dragagem
- 6 Exploração florestal
- 7 Pesca comercial e caça

Processos

- 1 Granjas
- 2 Criação de gado e pastoreio
- 3 Armazéns de feno
- 4 Laticínios
- 5 Geração de energia elétrica
- 6 Mineração
- 7 Metalurgia
- 8 Indústria química
- 9 Indústria têxtil
- 10 Fábricas/mecânicas de automóveis/aviões
- 11 Refinarias
- 12 Fábricas de produtos alimentícios
- 13 Serrarias

- 14 Fábricas de celulose e papel
- 15 Armazenagem de produtos (vários)

Alteração do Terreno

- 1 Controle da erosão – terraceamentos
- 2 Minerações encerradas – vertedouros controlados
- 3 Minerações abertas
- 4 Paisagismo
- 5 Dragagens em portos
- 6 Aterros e drenos

RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

- 1 Repovoamento florestal
- 2 Manejo e preservação da vida silvestre
- 3 Infiltração de águas para o subsolo
- 4 Aplicação de fertilizantes
- 5 Reciclagem de resíduos

Tráfegos Variáveis

- 1 Estradas de ferro
- 2 Rodovias
- 3 Rodovias para tráfego pesado
- 4 Hidrovias marítimas/portos
- 5 Aeroportos
- 6 Tráfego fluvial
- 7 Esportes aquáticos
- 8 Caminhos
- 9 Teleféricos
- 10 Outras comunicações
- 11 Oleodutos

Situação e Tratamento de Resíduos

- 1 Lançados ao mar
- 2 Aterros
- 3 Depósitos de rejeitos e resíduos de minerações
- 4 Armazenamento subterrâneo
- 5 Sucatas (veículos)
- 6 Descarga de poços de petróleo
- 7 Situação de sondagens profundas
- 8 Descargas de água quente
- 9 Lixão
- 10 Esgotos
- 11 Tanques de estabilização e oxidação
- 12 Tanques e fossas sépticas comerciais e domésticas
- 13 Emissões de gases residuais
- 14 Lubrificantes usados

Outros

- 1 Parques e reservas
- 2 Regulamentação ambiental
- 3 Monitoramento da qualidade ambiental
- 4 Medição de parâmetros meteorológicos
- 5 Educação ambiental
- 6 Elementos de informação ambiental
- 7 Reforço institucional.
- 8
- 9
- 10

Fatores Ambientais

Características Físicas e Químicas: Terra

1. Recursos minerais
2. Material de construção
3. Solos
4. Geomorfologia
5. Campos magnéticos/radioatividade
6. Fatores físicos singulares

Características Físicas e Químicas: Água

1. Superficial
2. Oceânica
3. Subterrânea
4. Qualidade
5. Temperatura
6. Abastecimento (local de)
7. Neve

Características Físicas e Químicas: Atmosfera

- 1 Qualidade - gases – partículas
- 2 Clima - micro – macro
- 3 Temperatura

Características Físicas e Químicas: Processos

- 1 Inundações
- 2 Erosões

- 3 Deposições (sedimentos e precipitações)
- 4 Soluções
- 5 Intercâmbio complexo de íons
- 6 Compactação e assentamento
- 7 Estabilizações
- 8 Movimentos sismológicos
- 9 Movimentos de ar

Condições Biológicas: Flora

- 1 Árvores
- 2 Arbustos
- 3 Ervas
- 4 Colheitas
- 5 Microflora
- 6 Plantas aquáticas
- 7 Espécies em perigo de extinção
- 8 Barreiras e obstáculos à vegetação
- 9 Corredores (ligações florestais, aceiros etc.)

Condições Biológicas: Fauna

- 1 Aves
- 2 Animais terrestres (todos)
- 3 Peixes e mariscos
- 4 Organismos bentônicos
- 5 Insetos
- 6 Microfauna
- 7 Espécies em perigo de extinção
- 8 Barreiras e obstáculos à fauna
- 9 Corredores (para animais)

Fatores Culturais: Usos do Território

- 1 Espaços abertos e selvagens
- 2 Zonas úmidas (pântanos)
- 3 Silvicultura
- 4 Pastagens
- 5 Agricultura
- 6 Zona residencial
- 7 Zona comercial
- 8 Zona industrial
- 9 Minerações e locais de despejos

Fatores Culturais: Recreativos

- 1 Caça
- 2 Pesca
- 3 Navegação
- 4 Natação (Banho)
- 5 “Camping”
- 6 Excursão
- 7 Zonas de recreação

Fatores Culturais: Estéticos e de Interesse Humano

- 1 Vistas panorâmicas e paisagens
- 2 Natureza
- 3 Espaço aberto
- 4 Paisagens
- 5 Agentes físicos singulares
- 6 Parques e reservas
- 7 Monumentos
- 8 Espécies e ecossistemas especiais
- 9 Lugares de objetos históricos e arqueológicos

10 Desarmonias

Fatores Culturais: Nível Cultural

- 1 Estilo de vida
- 2 Saúde e seguro
- 3 Emprego
- 4 Densidade de população

Fatores Culturais: Serviços e Infra-estrutura

- 1 Estruturas
- 2 Rede de transportes
- 3 Rede de serviços
- 4 Eliminação de resíduos sólidos
- 5 Barreiras

Relações Ecológicas

- 1 Salinização de recursos hídricos
- 2 Eutrofização
- 3 Vetores transmissores de doenças – insetos
- 4 Cadeias alimentares
- 5 Salinização de materiais superficiais
- 6 Doenças endêmicas

Outros

- 1.
- 2.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

Relação das ações propostas e fatores
ambientais

Modelo de Leopold x Modelo proposto
(usina termelétrica)

Este anexo tem o objetivo de relacionar as ações propostas e os fatores ambientais, originalmente propostos pela teoria das matrizes de Leopold, com as ações propostas e os fatores ambientais existentes na construção e operação de uma usina termelétrica.

Para cada tipo de cenário as ações propostas, bem como os fatores ambientais, deverão ter um tipo de “leitura”, a saber:

- Cenário atual – situação atual, como as ações propostas (realizadas até o momento) impactaram os fatores ambientais;
- Cenário natural – como as ações propostas que já ocorreram ou que venham a ocorrer no local, sem a continuidade da construção da usina, irão impactar os fatores ambientais;
- Cenário futuro irreal – como as ações propostas, necessárias para a implementação do empreendimento, irão impactar os fatores ambientais, sem os equipamentos e sistemas de proteção ambiental e a utilização de medidas de proteção, mitigação, controle e compensação dos impactos ambientais;
- Cenário alvo – como as ações propostas, necessárias para a implementação do empreendimento, irão impactar os fatores ambientais, com a implementação dos equipamentos e sistemas de proteção ambiental e a utilização de medidas de proteção, mitigação, controle e compensação dos impactos ambientais.

1. Ações Propostas	
Itens conforme a teoria das matrizes de Leopold	Atividade equivalente na implantação de um projeto de usina termelétrica
1.1. Território e processos	Atividades de construção e montagem
Construção da usina	Atividades de construção, montagem dos equipamentos eletromecânicos, comissionamento e operação da usina.
Construção de linha de transmissão	Atividades de construção, montagem dos equipamentos eletromecânicos, comissionamento e operação da subestação e linha de transmissão.
Ruídos e vibrações	Ruídos e vibrações durante a construção e operação.
1.2. Alteração do terreno e tráfegos	Atividades relacionadas ao transporte de material, a modificação do terreno e ao controle das mesmas.
Movimentação de terra e aterros	Movimentação de terra e aterros.
Alteração da hidrologia	Construção de canais.
Controle da erosão	Controle da erosão do terreno e das margens com o rio e canais.
Rodovias para tráfego pesado	Rodovias para transporte de equipamentos e combustíveis.
Tráfego fluvial	Transporte de combustíveis por barcaças.
1.3. Tratamento de resíduos	Construção de depósitos, emissões de gases e lagoas de sedimentação
Depósitos de rejeito	Estocagem e gerenciamento do depósito de cinza e produtos químicos
Descargas de água quente	Descarga de água do sistema de água de circulação
Tanques de estabilização	Tanque de neutralização e bacia de cinza
Esgotos	Esgotos
Emissões de gases residuais	Emissões da chaminé
Geração de poeira suspensa	Pátio de cinza

2. Fatores Ambientais	
Meio físico	
2.1. Características físicas e químicas	Itens impactados
Terra – solos	Características de maior relevância no meio físico a serem impactadas com a construção da usina.
Água – qualidade	
Água – temperatura	
Atmosfera – qualidade	
Atmosfera – clima	
Atmosfera – temperatura	
Processos	
Meio biológico	
2.2. Condições biológicas	Itens impactados
Flora terrestre	Características de maior relevância no meio biótico a serem impactadas com a construção da usina
Flora aquática	
Microflora	
Fauna terrestre	
Fauna aquática	
Microfauna	

Meio socioeconômico	
Nota: No meio socioeconômico, os fatores ambientais não seguem os fatores propostos pela teoria de Leopold	
2.3. Fatores Culturais - Usos do território	Agricultura, comércio, indústria e mineração
Agricultura	Características de maior relevância no meio socioeconômico a serem impactadas com a construção da usina.
Zona comercial	
Zona industrial	
Minerações e locais de despejos	
Zonas úmidas	
Sítios arqueológicos	Existência de sítios no local da obra ("site").
2.4. Fatores Culturais - Nível Cultural	Saúde, emprego e ensino
Estilo de vida	Características de maior relevância no meio socioeconômico a serem impactadas com a construção da usina.
Saúde (doenças)	
Emprego	
Densidade populacional	
Nível do ensino	
Economia local	
2.5. Fatores Culturais - Serviços e Infra-estrutura	Serviços e infra-estrutura
Rede de transportes	Características de maior relevância no meio socioeconômico a serem impactadas com a construção da usina.
Rede de serviços	
Eliminação de resíduos sólidos	
Saneamento	
Tributos	
Inibição de outra forma de desenvolvimento	

APÊNDICE 2

Meio físico

Matrizes cruzamento

APÊNDICE 3

Meio biótico

Matrizes cruzamento

TABELA Nº 15									
CENÁRIO ATUAL									
Cruzamento 3									
Na vertical - Ações Propostas									
Na horizontal - Fatores ambientais									
1.3. Tratamento de resíduos									
	1.	Depósitos de rejeito							
	2.	Descargas de água quente							
	3.	Tanques de estabilização							
	4.	Esgotos							
	5.	Emissões de gases residuais							
	6.	Geração de poeira suspensa							
2.2. Condições biológicas									
	a	Flora terrestre							
	b	Flora aquática							
	c	Microflora							
	d	Fauna terrestre							
	e	Fauna aquática							
	f	Microfauna							
		1	2	3	4	5	6	Média	Total
M	a	-3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,50	-3
I	a	-4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,67	-4
M	b	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
I	b	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
M	c	-3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,50	-3
I	c	-4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,67	-4
M	d	-4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,67	-4
I	d	-5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,83	-5
M	e	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
I	e	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
M	f	-4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,67	-4
I	f	-5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,83	-5
M	Valores totais médios (transportar para a matriz principal)							-0,39	-2,33
I	Valores totais médios (transportar para a matriz principal)							-0,50	-3,00

TABELA Nº 16						TABELA Nº 17									
CENÁRIO NATURAL						CENÁRIO NATURAL									
Cruzamento 1						Cruzamento 2									
Na vertical - Ações Propostas						Na vertical - Ações Propostas									
Na horizontal - Fatores ambientais						Na horizontal - Fatores ambientais									
1.1. Território e processos						1.2. Alteração do terreno e tráfegos									
1	Construção da usina					1.	Movimentação de terra e aterros								
2	Construção de linha de transmissão					2.	Alteração da hidrologia								
3	Ruídos e vibrações					3.	Controle da erosão								
						4.	Rodovias para tráfego pesado								
						5.	Tráfego fluvial								
2.2. Condições biológicas						2.2. Condições biológicas									
a	Flora terrestre					a	Flora terrestre								
b	Flora aquática					b	Flora aquática								
c	Microflora					c	Microflora								
d	Fauna terrestre					d	Fauna terrestre								
e	Fauna aquática					e	Fauna aquática								
f	Microfauna					f	Microfauna								
		1	2	3	Média	Total			1	2	3	4	5	Média	Total
M	a	-2,00	-1,00	0,00	-1,00	-3	M	a	-3,00	-2,00	-2,00	0,00	0,00	-1,4	-7
I	a	-4,00	-3,00	0,00	-2,33	-7	I	a	-4,00	-2,00	-1,00	0,00	0,00	-1,4	-7
M	b	0,00	0,00	0,00	0,00	0	M	b	-1,00	-3,00	0,00	0,00	0,00	-0,8	-4
I	b	0,00	0,00	0,00	0,00	0	I	b	-2,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	-1,2	-6
M	c	-2,00	-2,00	0,00	-1,33	-4	M	c	-4,00	-4,00	-1,00	0,00	0,00	-1,8	-9
I	c	-4,00	-4,00	0,00	-2,67	-8	I	c	-5,00	-3,00	-1,00	0,00	0,00	-1,8	-9
M	d	-2,00	-2,00	0,00	-1,33	-4	M	d	-4,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	-1	-5
I	d	-5,00	-5,00	0,00	-3,33	-10	I	d	-5,00	-2,00	0,00	0,00	0,00	-1,4	-7
M	e	-1,00	-1,00	0,00	-0,67	-2	M	e	-2,00	-3,00	0,00	0,00	0,00	-1	-5
I	e	-4,00	-4,00	0,00	-2,67	-8	I	e	-3,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	-1,4	-7
M,	f	-3,00	-3,00	0,00	-2,00	-6	M,	f	-5,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	-1,8	-9
I	f	-5,00	-5,00	0,00	-3,33	-10	I	f	-5,00	-3,00	0,00	0,00	0,00	-1,6	-8
M	Valores totais médios (transportar para a matriz principal)				-1,06	-3,17	M	Valores totais médios (transportar para a matriz principal)				-1,30	-6,50		
I					-2,39	-7,17	I					-1,47	-7,33		

TABELA Nº 18									
CENÁRIO NATURAL									
Cruzamento 3									
Na vertical - Ações Propostas									
Na horizontal - Fatores ambientais									
1.3. Tratamento de resíduos									
	1.	Depósitos de rejeito							
	2.	Descargas de água quente							
	3.	Tanques de estabilização							
	4.	Esgotos							
	5.	Emissões de gases residuais							
	6.	Geração de poeira suspensa							
2.2. Condições biológicas									
	a	Flora terrestre							
	b	Flora aquática							
	c	Microflora							
	d	Fauna terrestre							
	e	Fauna aquática							
	f	Microfauna							
		1	2	3	4	5	6	Média	Total
M	a	-3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,50	-3
I	a	-4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,67	-4
M	b	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
I	b	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
M	c	-3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,50	-3
I	c	-4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,67	-4
M	d	-4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,67	-4
I	d	-5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,83	-5
M	e	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
I	e	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
M,	f	-4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,67	-4
I	f	-5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,83	-5
M	Valores totais médios (transportar para a matriz principal)							-0,39	-2,33
I								-0,50	-3,00

TABELA Nº 19						TABELA Nº 20									
CENARIO FUTURO IRREAL						CENARIO FUTURO IRREAL									
Cruzamento 1						Cruzamento 2									
Na vertical - Ações Propostas						Na vertical - Ações Propostas									
Na horizontal - Fatores ambientais						Na horizontal - Fatores ambientais									
1.1. Território e processos						1.2. Alteração do terreno e tráfegos									
1	Construção da usina					1.	Movimentação de terra e aterros								
2	Construção de linha de transmissão					2.	Alteração da hidrologia								
3	Ruídos e vibrações					3.	Controle da erosão								
						4.	Rodovias para tráfego pesado								
						5.	Tráfego fluvial								
2.2. Condições biológicas						2.2. Condições biológicas									
a	Flora terrestre					a	Flora terrestre								
b	Flora aquática					b	Flora aquática								
c	Microflora					c	Microflora								
d	Fauna terrestre					d	Fauna terrestre								
e	Fauna aquática					e	Fauna aquática								
f	Microfauna					f	Microfauna								
		1	2	3	Média	Total			1	2	3	4	5	Média	Total
M	a	-7,00	-4,00	0,00	-3,67	-11	M	a	-7,00	-4,00	-4,00	0,00	0,00	-3	-15
I	a	-9,00	-6,00	0,00	-5,00	-15	I	a	-8,00	-5,00	-3,00	0,00	0,00	-3,2	-16
M	b	-4,00	0,00	0,00	-1,33	-4	M	b	-7,00	-8,00	0,00	0,00	-3,00	-3,6	-18
I	b	-7,00	0,00	0,00	-2,33	-7	I	b	-7,00	-7,00	0,00	0,00	-5,00	-3,8	-19
M	c	-5,00	-5,00	0,00	-3,33	-10	M	c	-8,00	-7,00	-3,00	0,00	-3,00	-4,2	-21
I	c	-7,00	-7,00	0,00	-4,67	-14	I	c	-9,00	-6,00	-3,00	0,00	-3,00	-4,2	-21
M	d	-6,00	-5,00	-2,00	-4,33	-13	M	d	-8,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	-2,4	-12
I	d	-9,00	-7,00	-3,00	-6,33	-19	I	d	-7,00	-5,00	0,00	0,00	0,00	-2,4	-12
M	e	-5,00	0,00	0,00	-1,67	-5	M	e	-6,00	-6,00	0,00	0,00	-4,00	-3,2	-16
I	e	-8,00	0,00	0,00	-2,67	-8	I	e	-7,00	-7,00	0,00	0,00	-4,00	-3,6	-18
M	f	-7,00	-6,00	0,00	-4,33	-13	M	f	-8,00	-7,00	0,00	0,00	-4,00	-3,8	-19
I	f	-9,00	-8,00	0,00	-5,67	-17	I	f	-9,00	-6,00	0,00	0,00	-4,00	-3,8	-19
M	Valores totais médios (transportar para a matriz principal)				-3,11	-9,33	M	Valores totais médios (transportar para a matriz principal)				-3,37	-16,83		
I	Valores totais médios (transportar para a matriz principal)				-4,44	-13,33	I	Valores totais médios (transportar para a matriz principal)				-3,50	-17,50		

TABELA Nº 21									
CENÁRIO FUTURO IRREAL									
Cruzamento 3									
Na vertical - Ações Propostas									
Na horizontal - Fatores ambientais									
1.3. Tratamento de resíduos									
1.	Depósitos de rejeito								
2.	Descargas de água quente								
3.	Tanques de estabilização								
4.	Esgotos								
5.	Emissões de gases residuais								
6.	Geração de poeira suspensa								
2.2. Condições biológicas									
a	Flora terrestre								
b	Flora aquática								
c	Microflora								
d	Fauna terrestre								
e	Fauna aquática								
f	Microfauna								
		1	2	3	4	5	6	Média	Total
M	a	-6,00	0,00	0,00	0,00	-8,00	-4,00	-3,6	-18
I	a	-7,00	0,00	0,00	0,00	-8,00	-4,00	-3,8	-19
M	b	-3,00	-4,00	-4,00	-4,00	0,00	0,00	-3	-15
I	b	-3,00	-4,00	-3,00	-5,00	0,00	0,00	-3	-15
M	c	-6,00	-4,00	-4,00	-6,00	-7,00	-4,00	-6,2	-31
I	c	-7,00	-5,00	-3,00	-5,00	-6,00	-4,00	-6	-30
M	d	-7,00	0,00	0,00	0,00	-6,00	-3,00	-3,2	-16
I	d	-8,00	0,00	0,00	0,00	-7,00	-3,00	-3,6	-18
M	e	-3,00	-4,00	-3,00	-5,00	0,00	0,00	-3	-15
I	e	-3,00	-5,00	-3,00	-6,00	0,00	0,00	-3,4	-17
M	f	-7,00	-4,00	-3,00	-5,00	-6,00	-3,00	-5,6	-28
I	f	-8,00	-5,00	-3,00	-6,00	-7,00	-3,00	-6,4	-32
M	Valores totais médios (transportar para a matriz principal)							-4,10	-20,50
I	Valores totais médios (transportar para a matriz principal)							-4,37	-21,83

TABELA Nº 24									
CENÁRIO ALVO									
Cruzamento 3									
Na vertical - Ações Propostas									
Na horizontal - Fatores ambientais									
1.3. Tratamento de resíduos									
	1.	Depósitos de rejeito							
	2.	Descargas de água quente							
	3.	Tanques de estabilização							
	4.	Esgotos							
	5.	Emissões de gases residuais							
	6.	Geração de poeira suspensa							
2.2. Condições biológicas									
	a	Flora terrestre							
	b	Flora aquática							
	c	Microflora							
	d	Fauna terrestre							
	e	Fauna aquática							
	f	Microfauna							
		1	2	3	4	5	6	Média	Total
M	a	-2,00	0,00	0,00	0,00	-2,00	-1,00	-0,83	-5
I	a	-2,00	0,00	0,00	0,00	-2,00	-1,00	-0,83	-5
M	b	0,00	-1,00	0,00	-1,00	0,00	0,00	-0,33	-2
I	b	0,00	-2,00	0,00	-1,00	0,00	0,00	-0,50	-3
M	c	-2,00	-1,00	0,00	-1,00	0,00	-1,00	-0,83	-5
I	c	-2,00	-2,00	0,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,17	-7
M	d	-2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,33	-2
I	d	-3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,50	-3
M	e	0,00	-1,00	0,00	-1,00	0,00	0,00	-0,33	-2
I	e	0,00	-2,00	0,00	-1,00	0,00	0,00	-0,50	-3
M,	f	-3,00	-1,00	0,00	-1,00	0,00	0,00	-0,83	-5
I	f	-3,00	-2,00	0,00	-1,00	0,00	0,00	-1,00	-6
M	Valores totais médios (transportar para a matriz principal)							-0,58	-3,50
I	Valores totais médios (transportar para a matriz principal)							-0,75	-4,50

APÊNDICE 4

Meio sócio-econômico
Matrizes cruzamento

TABELA Nº 33									
CENÁRIO ATUAL									
Cruzamento 9									
Na vertical - Ações Propostas									
Na horizontal - Fatores ambientais									
1.3. Tratamento de resíduos									
	1.	Depósitos de rejeito							
	2.	Descargas de água quente							
	3.	Tanques de estabilização							
	4.	Esgotos							
	5.	Emissões de gases residuais							
	6.	Geração de poeira suspensa							
2.5. Fatores Culturais - Serviços e Infra-estrutura									
	a	Rede de transportes							
	b	Rede de serviços							
	c	Eliminação de resíduos sólidos							
	d	Saneamento							
	e	Tributos							
	f	Inibição de outra forma de desenvolvimento							
		1	2	3	4	5	6	Média	Total
M	a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I	a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M	b	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I	b	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M	c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I	c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M	d	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I	d	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M	e	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I	e	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M	f	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I	f	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M	Valores médios (transportar para a matriz principal)							0,00	0,00
I	Valores médios (transportar para a matriz principal)							0,00	0,00

APÊNDICE 5

Tabelas com o somatório das médias e dos totais dos fatores ambientais para cada cenário

TABELA 61								
CENÁRIO ATUAL								
Tabela somatório dos fatores ambientais (médias e totais)							Neg	Pos
Meios		Característica do impacto		Fatores ambientais	Médias	Totais		
Meio Físico		M	a	Terra - solos	-3,27	-14,00	2M	
		I	b	Água - qualidade	-2,47	-11,00		
		M	c	Água - temperatura	-1,23	-5,00		
		I	d	Atmosfera - qualidade	-1,07	-5,00		
		M	e	Atmosfera - temperatura	0,00	0,00		
		I	f	Processos	0,00	0,00		
		M			0,00	0,00		
Meio Biótico		M	a	Flora terrestre	-0,90	-12,00	2I 3M 3I	
		I	b	Flora aquática	-1,47	-18,00		
		M	c	Microflora	-0,27	-4,00		
		I	d	Fauna terrestre	-0,40	-6,00		
		M	e	Fauna aquática	-1,01	-13,00		
		I	f	Microfauna	-1,71	-21,00		
		M			-1,00	-13,00		
Meio Socio-econômico	2.3. Fatores Culturais Usos do Território	M	a	Agricultura	0,00	0,00	1M 1I	
		I	b	Zona comercial	0,00	0,00		
		M	c	Zona industrial	0,00	0,00		
		I	d	Minerações e locais de despejos	0,00	0,00		
		M	e	Zonas úmidas	-0,53	-2,00		
		I	f	Sítios arqueológicos	0,00	0,00		
	2.4. Fatores Culturais Nível cultural	M	a	Padrão de vida	0,00	0,00		
		I	b	Saúde (doenças)	0,00	0,00		
		M	c	Emprego	0,00	0,00		
		I	d	Densidade populacional	0,00	0,00		
		M	e	Nível de ensino	0,00	0,00		
		I	f	Economia local	0,00	0,00		
	2.5. Fatores Culturais Serviços e infra-estrutura	M	a	Rede de transportes	0,00	0,00		
		I	b	Rede de serviços	0,00	0,00		
		M	c	Eliminação de resíduos sólidos	0,00	0,00		
		I	d	Saneamento	0,00	0,00		
		M	e	Tributos	0,00	0,00		
		I	f	Inibição de outra forma de desenvolvimento	0,00	0,00		

TABELA 62								
CENÁRIO NATURAL								
Tabela somatório dos fatores ambientais (médias e totais)							Neg	Pos
Meios		Característica do impacto		Fatores ambientais	Médias	Totais		
Meio Físico		M	a	Terra - solos	-5,67	-24,00	1M	
		I			-2,80	-12,00		
		M	b	Água - qualidade	-3,07	-14,00		
		I			-1,13	-6,00		
		M	c	Água - temperatura	0,00	0,00		
		I			0,00	0,00		
		M	d	Atmosfera - qualidade	-2,20	-8,00		
	I			0,00	0,00			
	M	e	Atmosfera - temperatura	0,00	0,00			
	I			0,00	0,00			
	M	f	Processos	-2,97	-14,00			
	I			-2,10	-10,00			
Meio Biótico		M	a	Flora terrestre	-0,97	-13,00	3M 3I 2I 2M 1I	
		I			-1,47	-18,00		
		M	b	Flora aquática	-0,27	-4,00		
		I			-0,40	-6,00		
		M	c	Microflora	-1,21	-16,00		
		I			-1,71	-21,00		
		M	d	Fauna terrestre	-1,00	-13,00		
	I			-1,86	-22,00			
	M	e	Fauna aquática	-0,56	-7,00			
	I			-1,36	-15,00			
	M,	f	Microfauna	-1,49	-19,00			
	I			-1,92	-23,00			
Meio Socio-econômico	2.3. Fatores Culturais Usos do Território	M	a	Agricultura	0,00	0,00		
		I			0,00	0,00		
		M	b	Zona comercial	0,00	0,00		
		I			0,00	0,00		
		M	c	Zona industrial	-0,53	-2,00		
		I			0,00	0,00		
		M	d	Minerações e locais de despejos	0,00	0,00		
	I			0,00	0,00			
	M	e	Zonas úmidas	0,00	0,00			
	I			0,00	0,00			
	M	f	Sítios arqueológicos	0,00	0,00			
	I			0,00	0,00			
	2.4. Fatores Culturais Nível cultural	M	a	Padrão de vida	0,00	0,00		
		I			0,00	0,00		
		M	b	Saúde (doenças)	0,00	0,00		
		I			0,00	0,00		
		M	c	Emprego	0,00	0,00		
		I			0,00	0,00		
		M	d	Densidade populacional	0,00	0,00		
	I			0,00	0,00			
	2.5. Fatores Culturais Serviços e infra-estrutura	M	e	Nível de ensino	0,00	0,00		
I				0,00	0,00			
M		f	Economia local	0,00	0,00			
I				0,00	0,00			
M		a	Rede de transportes	0,00	0,00			
I				0,00	0,00			
M		b	Rede de serviços	0,00	0,00			
I			0,00	0,00				
M	c	Eliminação de resíduos sólidos	0,00	0,00				
I			0,00	0,00				
M	d	Saneamento	0,00	0,00				
I			0,00	0,00				
M	e	Tributos	0,00	0,00				
I			0,00	0,00				
M	f	Inibição de outra forma de desenvolvimento	0,00	0,00				
I			0,00	0,00				

TABELA 63								
CENÁRIO FUTURO IRREAL								
Tabela somatório dos fatores ambientais (médias e totais)							Neg	Pos
Meios		Característica do impacto		Fatores ambientais	Médias	Totais		
Meio Físico		M	a	Terra - solos	-14,37	-64,00	1M	
		I			-12,93	-59,00		
		M	b	Água - qualidade	-10,33	-49,00		
		I			-12,67	-61,00	3I	
		M	c	Água - temperatura	-2,97	-13,00		
		I			-5,33	-23,00		
		M	d	Atmosfera - qualidade	-10,23	-48,00		
	I			-10,53	-48,00			
	M	e	Atmosfera - temperatura	-2,83	-14,00			
	I			-3,17	-14,00			
	M	f	Processos	-12,73	-58,00	3M		
	I			-11,60	-56,00			
Meio Biótico		M	a	Flora terrestre	-3,42	-44,00		
		I			-4,00	-50,00		
		M	b	Flora aquática	-2,64	-37,00		
		I			-3,04	-41,00		
		M	c	Microflora	-4,58	-62,00	2M	
		I			-4,96	-65,00	2I	
		M	d	Fauna terrestre	-3,31	-41,00		
	I			-4,11	-49,00			
	M	e	Fauna aquática	-2,62	-36,00			
	I			-3,22	-43,00			
	M	f	Microfauna	-4,58	-60,00			
	I			-5,29	-68,00	1I		
Meio Socio-econômico	2.3. Fatores Culturais Usos do Território	M	a	Agricultura	-2,03	-11,00		
		I			-3,10	-17,00		
		M	b	Zona comercial	3,50	9,00		
		I			3,33	8,00		
		M	c	Zona industrial	4,97	15,00	1M	
		I			3,93	11,00	2I	
	M	d	Minerações e locais de despejos	1,67	2,00			
	I			1,33	-1,00			
	M	e	Zonas úmidas	0,00	0,00			
	I			0,00	0,00			
	M	f	Sítios arqueológicos	0,00	0,00			
	I			0,00	0,00			
	M	a	Padrão de vida	1,33	4,00			
	I			1,67	5,00			
	M	b	Saúde (doenças)	-6,20	-30,00			
	I			-5,67	-26,00			
	M	c	Emprego	4,40	14,00	2M		
	I			4,07	13,00	1I		
	M	d	Densidade populacional	-0,67	-2,00			
	I			-0,67	-2,00			
	M	e	Nível de ensino	1,00	3,00			
I			1,00	3,00				
M	f	Economia local	3,67	11,00				
I			3,67	11,00		2I		
2.5. Fatores Culturais Serviços e infra-estrutura	M	a	Rede de transportes	1,07	4,00			
	I			1,60	6,00			
	M	b	Rede de serviços	4,07	13,00	3M		
	I			3,40	11,00	2I		
	M	c	Eliminação de resíduos sólidos	-3,13	-14,00			
	I			-2,63	-12,00			
M	d	Saneamento	-1,87	-9,00				
I			-2,03	-10,00				
M	e	Tributos	4,33	13,00	3M			
I			4,33	13,00	1I			
M	f	Inibição de outra forma de desenvolvimento	-0,33	-1,00				
I			-0,33	-1,00				

TABELA 64								
CENÁRIO ALVO								
Tabela somatório dos fatores ambientais (médias e totais)						Neg	Pos	
Meios		Característica do impacto	Fatores ambientais	Médias	Totais			
Meio Físico		M	a	Terra - solos	-3,23	-11,00		
		I			-3,47	-14,00		
		M	b	Água - qualidade	-1,97	-9,00		
		I			-2,47	-12,00		
		M	c	Água - temperatura	-0,50	-2,00		
		I			-1,10	-5,00		
		M	d	Atmosfera - qualidade	-1,83	-7,00		
	I			-2,80	-12,00			
	M	e	Atmosfera - temperatura	0,00	0,00			
	I			-0,50	-2,00			
	M	f	Processos	-2,77	-12,00			
	I			-2,43	-11,00			
Meio Biótico		M	a	Flora terrestre	-1,12	-15,00		
		I			-1,28	-16,00	2I	
		M	b	Flora aquática	-0,56	-8,00		
		I			-0,83	-11,00		
		M	c	Microflora	-1,14	-16,00	2M	
		I			-1,34	-18,00	1I	
		M	d	Fauna terrestre	-0,71	-9,00		
	I			-1,28	-15,00	3M		
	M	e	Fauna aquática	-0,60	-8,00			
	I			-0,97	-13,00			
	M	f	Microfauna	-1,32	-18,00			
	I			-1,22	-16,00	1M		
						3I		
Meio Socio-econômico	2.3. Fatores Culturais Usos do Território	M	a	Agricultura	-1,23	-6,00		
		I			-1,63	-8,00		
		M	b	Zona comercial	3,83	11,00		3M
		I			3,83	11,00		3I
		M	c	Zona industrial	5,10	16,00		1M
		I			4,63	15,00		1I
	M	d	Minerações e locais de despejos	2,00	4,00			
	I			2,33	5,00			
	M	e	Zonas úmidas	0,00	0,00			
	I			0,00	0,00			
	M	f	Sítios arqueológicos	0,00	0,00			
	I			0,00	0,00			
	M	a	Padrão de vida	1,33	4,00			
	I			1,67	5,00			
	M	b	Saúde (doenças)	-2,20	-10,00			
	I			-2,20	-10,00			
	M	c	Emprego	4,80	16,00		1M	
	I			4,47	15,00		1I	
	M	d	Densidade populacional	-0,67	-2,00			
	I			-0,67	-2,00			
	M	e	Nível de ensino	1,00	3,00			
	I			1,00	3,00			
	M	f	Economia local	3,67	11,00		3M	
	I			3,67	11,00		3I	
2.5. Fatores Culturais Serviços e infra-estrutura	M	a	Rede de transportes	0,67	2,00			
	I			0,67	2,00			
	M	b	Rede de serviços	4,07	13,00		2M	
	I			3,40	11,00		3I	
	M	c	Eliminação de resíduos sólidos	-0,53	-3,00			
	I			-0,53	-3,00			
M	d	Saneamento	-0,33	-2,00				
I			-0,33	-2,00				
M	e	Tributos	4,33	13,00		2M		
I			4,33	13,00		2I		
M	f	Inibição de outra forma de desenvolvimento	-0,33	-1,00				
I			-0,33	-1,00				

APÊNDICE 6

Tabelas com as matrizes resumo
para cada cenário

TABELA 65 - MATRIZ RESUMO															
CENÁRIO ATUAL															
					Classe das ações Propostas										
					Mag	Imp	Mag	Imp	Mag	Imp	Mag	Imp	Mag	Imp	
					1.1. Território e Processos		1.2. Alteração do terreno e tráfegos		1.3. Tratamento de Resíduos		Médias das médias		Médias dos totais		
Classes dos Fatores Ambientais	Meio Físico	2.1. Características físicas e químicas		Médias	-0,67	-0,33	-0,43	-0,27	-0,08	-0,17	-0,39	-0,26			
				Totais	-2,00	-1,00	-2,17	-1,33	-0,50	-1,00			-1,56	-1,11	
	Meio Biótico	2.2. Condições biológicas		Médias	-1,06	-2,39	-1,17	-1,43	-0,39	-0,50	-0,87	-1,44			
				Totais	-3,17	-7,17	-5,83	-7,17	-2,33	-3,00			-3,78	-5,78	
	Meio Socio-econômico	2.3. Fatores Culturais	Usos do território	Médias	-0,06	0,00	-0,03	0,00	0,00	0,00	-0,03	0,00			
				Totais	-0,17	0,00	-0,17	0,00	0,00	0,00			-0,11	0,00	
		2.4. Fatores Culturais	Nível Cultural	Médias	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
				Totais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	
		2.5. Fatores Culturais	Serviços de infra-estrutura	Médias	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
				Totais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	
Valores médios para o Cenário Atual										-0,26	-0,34	-1,09	-1,38		

TABELA 66 - MATRIZ RESUMO															
CENÁRIO NATURAL															
					Classe das ações Propostas										
					Mag	Imp	Mag	Imp	Mag	Imp	Mag	Imp	Mag	Imp	
					1.1. Território e Processos		1.2. Alteração do terreno e tráfegos		1.3. Tratamento de Resíduos		Médias das médias		Médias dos totais		
Classes dos Fatores Ambientais	Meio Físico	2.1. Características físicas e químicas		Médias	-1,06	-0,33	-0,73	-0,37	-0,53	-0,31	-0,77	-0,34			
				Totais	-3,17	-1,00	-3,67	-1,83	-3,17	-1,83			-3,33	-1,56	
	Meio Biótico	2.2. Condições biológicas		Médias	-1,06	-2,39	-1,30	-1,47	-0,39	-0,50	-0,91	-1,45			
				Totais	-3,17	-7,17	-6,50	-7,33	-2,33	-3,00			-4,00	-5,83	
	Meio Socio-econômico	2.3. Fatores Culturais	Usos do território	Médias	-0,06	0,00	-0,03	0,00	0,00	0,00	-0,03	0,00			
				Totais	-0,17	0,00	-0,17	0,00	0,00	0,00			-0,11	0,00	
		2.4. Fatores Culturais	Nível Cultural	Médias	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
				Totais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	
		2.5. Fatores Culturais	Serviços de infra-estrutura	Médias	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
				Totais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	
Valores médios para o Cenário Natural										-0,34	-0,36	-1,49	-1,48		

TABELA 67 - MATRIZ RESUMO															
CENÁRIO FUTURO IRREAL															
					Classe das ações Propostas										
					Mag	Imp	Mag	Imp	Mag	Imp	Mag	Imp	Mag	Imp	
					1.1. Território e Processos		1.2. Alteração do terreno e tráfegos		1.3. Tratamento de Resíduos		Médias das médias		Médias dos totais		
Classes dos Fatores Ambientais	Meio Físico	2.1. Características físicas e químicas		Médias	-3,44	-3,39	-2,13	-2,57	-3,33	-3,42	-2,97	-3,12			
				Totais	-10,33	-10,17	-10,67	-12,83	-20,00	-20,50					-13,67
	Meio Biótico	2.2. Condições biológicas		Médias	-3,11	-4,44	-3,37	-3,50	-4,10	-4,37	-3,53	-4,10			
				Totais	-9,33	-13,33	-16,83	-17,50	-20,50	-21,83					-15,56
	Meio Socio-econômico	2.3. Fatores Culturais	Usos do território	Médias	1,83	1,78	0,10	0,00	-0,58	-0,86	0,45	0,31			
				Totais	5,50	5,33	0,50	0,00	-3,50	-5,17					0,83
		2.4. Fatores Culturais	Nível Cultural	Médias	1,17	1,11	0,03	0,07	-0,61	-0,50	0,20	0,23			
				Totais	3,50	3,33	0,17	0,33	-3,67	-3,00					0,00
		2.5. Fatores Culturais	Serviços de infra-estrutura	Médias	1,06	1,06	-0,03	0,00	-0,33	-0,33	0,23	0,24			
				Totais	3,17	3,17	-0,17	0,00	-2,00	-2,00					0,33
	Valores médios para o Cenário Futuro Irreal											-1,12	-1,29		
														-5,61	-6,28

TABELA 68 - MATRIZ RESUMO														
CENÁRIO ALVO														
					Classe das ações Propostas									
					Mag	Imp	Mag	Imp	Mag	Imp	Mag	Imp	Mag	Imp
					1.1. Território e Processos		1.2. Alteração do terreno e tráfegos		1.3. Tratamento de Resíduos		Médias das médias		Médias dos totais	
Classes dos Fatores Ambientais	Meio Físico	2.1. Características físicas e químicas		Médias	-1,06	-0,94	-0,30	0,60	-0,36	-0,58	-0,57	-0,31		
				Totais	-3,17	-2,83	-1,50	-3,00	-2,17	-3,50			-2,28	-3,11
	Meio Biótico	2.2. Condições biológicas		Médias	-0,94	-1,61	-1,20	-1,10	-0,58	-0,75	-0,91	-1,15		
				Totais	-2,83	-4,83	-6,00	-5,50	-3,50	-4,50			-4,11	-4,94
	Meio Socio-econômico	2.3. Fatores Culturais	Usos do território	Médias	1,83	1,78	0,03	0,00	-0,25	-0,25	0,54	0,51		
				Totais	5,50	5,33	0,17	0,00	-1,50	-1,50			1,39	1,28
		2.4. Fatores Culturais	Nível Cultural	Médias	1,39	1,39	0,10	0,10	-0,17	-0,17	0,44	0,44		
				Totais	4,17	4,17	0,50	0,50	-1,00	-1,00			1,22	1,22
		2.5. Fatores Culturais	Serviços de infra-estrutura	Médias	1,39	1,28	0,03	0,03	-0,11	-0,11	0,44	0,40		
				Totais	4,17	3,83	0,17	0,17	-0,67	-0,67			1,22	1,11
Valores médios para o Cenário Alvo										-0,01	-0,02			
												-0,51	-0,89	