

CEDI - P. I. B.  
DATA 03, 11, 86  
COD 63000038

Eletronorte  Centrais Elétricas Brasileiras SA

**Eletronorte**  
Centrais Elétricas do Norte do Brasil SA

MANUAL DE ESTUDOS DE EFEITOS AMBIENTAIS  
DOS SISTEMAS ELÉTRICOS

**MANUAL DE ESTUDOS DE EFEITOS AMBIENTAIS  
DOS SISTEMAS ELÉTRICOS**

**Março/86**

Referência: Manual de Estudos de Efeitos Ambientais dos Sistemas Elétricos

Nesta última revisão (março/86), foram feitas as seguintes alterações:

- Página 13 - No item 2.3.2.1, foi incluído o tópico: "Elementos Físicos do Meio Ambiente".
- Página 33 - Na primeira linha foi incluído: "... e positivos..."
- Página 69 - No final do primeiro parágrafo foi incluído: "..., assim como da maximização dos benefícios a serem obtidos,..."
- Página 72 - No item 3.3.7 foi incluída a seguinte frase: "Deverão ser analisados os aspectos benéficos e adversos do empreendimento".
- Página 73 - Incluído o item 3.3.7.4
- Página 74 - No final do item 3.4.2 foi incluído: "..., ressaltando o desenvolvimento de planos e programas para incrementar os aspectos positivos resultantes da construção e operação do empreendimento
- Página 77 - Incluído o item 3.6.4.

Obs: Todas as inclusões citadas foram feitas para atender solicitação da SEMA.

# MANUAL DE ESTUDOS DE EFEITOS AMBIENTAIS DOS SISTEMAS ELÉTRICOS

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO
  - 1.1. Objetivos
  - 1.2. Etapas do Planejamento
  - 1.3. Aspectos Legais
  - 1.4. Antecedentes dos Estudos
  - 1.5. Elaboração do Manual
  - 1.6. Aplicação do Manual
2. USINAS HIDRELÉTRICAS
  - 2.1. Introdução
  - 2.2. Estimativa do Potencial Hidrelétrico
  - 2.3. Inventário do Potencial Hidrelétrico
    - 2.3.1. Objetivos dos Estudos Ambientais
    - 2.3.2. Estudos Preliminares
      - 2.3.2.1. Caracterização Ambiental da Bacia Hidrográfica
      - 2.3.2.2. Interferências Ambientais dos Aproveitamentos Estudados
    - 2.3.3. Estudos Finais
      - 2.3.3.1. Caracterização das Áreas de Influência das Alternativas de Divisão da Queda
      - 2.3.3.2. Interferências dos Efeitos Ambientais nas Diferentes Alternativas
      - 2.3.3.3. Recomendações para a Etapa de Viabilidade
  - 2.4. Viabilidade
    - 2.4.1. Conceituação do Estudo
      - 2.4.1.1. Considerações Gerais
      - 2.4.1.2. Roteiro Básico
      - 2.4.1.3. Caracterização do Empreendimento
    - 2.4.2. Plano de Levantamentos Básicos
      - 2.4.2.1. Conceituação do Plano de Levantamentos Básicos
      - 2.4.2.2. Roteiro Metodológico
      - 2.4.2.3. Caracterização da Área de Influência
      - 2.4.2.4. Caracterização da Área Diretamente Afetada
    - 2.4.3. Plano de Controle Ambiental
      - 2.4.3.1. Conceituação do Plano de Controle Ambiental
      - 2.4.3.2. Roteiro Metodológico
      - 2.4.3.3. Prognóstico das Condições Emergentes
      - 2.4.3.4. Programas de Manejo Ambiental
      - 2.4.3.5. Programação da Operação de Enchimento
      - 2.4.3.6. Providências Complementares
      - 2.4.3.7. Estimativa de Custos e Cronograma Físico-Financeiro
    - 2.4.4. Plano de Utilização
      - 2.4.4.1. Conceituação do Plano de Utilização
      - 2.4.4.2. Roteiro Metodológico
      - 2.4.4.3. Plano Diretor
      - 2.4.4.4. Código do Reservatório

- 2.4.5. Plano de Desapropriação
  - 2.4.5.1. Conceituação do Plano de Desapropriação
  - 2.4.5.2. Determinação da Área a Desapropriar ou a Adquirir
  - 2.4.5.3. Elementos Básicos para a Avaliação
  - 2.4.5.4. Estudo de Preços
  - 2.4.5.5. Estimativa do Custo de Aquisição das Áreas a Desapropriar ou a Adquirir
  - 2.4.5.6. Recomendações para a Condução do Processo Desapropriatório
  - 2.4.5.7. Anexos
- 2.5. Projeto Básico
  - 2.5.1. Conceituação e Objetivos dos Estudos
  - 2.5.2. Atividades Referidas ao Controle Ambiental
    - 2.5.2.1. Projetos de Controle Ambiental
    - 2.5.2.2. Adequação de Programas Formulados na Etapa de Viabilidade
  - 2.5.3. Atividades Referidas ao Uso Múltiplo
    - 2.5.3.1. Projetos de Uso Múltiplo
    - 2.5.3.2. Adequação de Programas Formulados na Etapa de Viabilidade
  - 2.5.4. Providências Complementares
  - 2.5.5. Cronograma Físico-Financeiro de Implantação
- 2.6. Projeto Executivo/Construção
  - 2.6.1. Conceituação e Objetivos dos Estudos
  - 2.6.2. Atividades Referidas ao Controle Ambiental
    - 2.6.2.1. Introdução
    - 2.6.2.2. Projetos de Controle Ambiental
    - 2.6.2.3. Adequação de Programas Formulados na Etapa de Viabilidade
  - 2.6.3. Atividades Referidas ao Uso Múltiplo
    - 2.6.3.1. Introdução
    - 2.6.3.2. Projetos de Uso Múltiplo
  - 2.6.4. Providências Complementares
  - 2.6.5. Cronograma Físico-Financeiro de Implantação
- 2.7. Operação do Empreendimento
  - 2.7.1. Conceituação e Objetivos dos Estudos
  - 2.7.2. Projetos a Serem Desenvolvidos
  - 2.7.3. Providências Complementares
  - 2.7.4. Cronograma Físico-Financeiro de Implantação
- 3. USINAS TERMELETRICAS
  - 3.1. Introdução
    - 3.1.1. Objetivo
    - 3.1.2. Legislação
    - 3.1.3. Licenciamento
  - 3.2. Conceituação Básica
    - 3.2.1. Generalidades
    - 3.2.2. Efluentes
      - 3.2.2.1. Efluentes Aéreos
      - 3.2.2.2. Efluentes Líquidos
      - 3.2.2.3. Efluentes Sólidos
    - 3.2.3. Efeitos Ambientais
      - 3.2.3.1. Efeitos Ambientais dos Efluentes Aéreos
      - 3.2.3.2. Efeitos Ambientais dos Efluentes Líquidos
      - 3.2.3.3. Efeitos Ambientais dos Efluentes Sólidos

- 3.2.3.4. Efeitos Sonoros
      - 3.2.3.5. Efeitos Odoíferos
      - 3.2.3.6. Outros Efeitos
    - 3.2.4. Monitoramento Ambiental
  - 3.3. Viabilidade
    - 3.3.1. Objetivos
    - 3.3.2. Usina
    - 3.3.3. Localização e Definição da Área de Influência
    - 3.3.4. Condições Ambientais Existentes
      - 3.3.4.1. Aspectos Físicos e Químicos
      - 3.3.4.2. Aspectos Bióticos
      - 3.3.4.3. Aspectos Sociais, Econômicos e Culturais
    - 3.3.5. Estudos dos Efluentes
      - 3.3.5.1. Efluentes Aéreos
      - 3.3.5.2. Efluentes Líquidos
      - 3.3.5.3. Efluentes Sólidos
    - 3.3.6. Estudo da Disposição dos Efluentes
      - 3.3.6.1. Efluentes Aéreos
      - 3.3.6.2. Efluentes Líquidos
      - 3.3.6.3. Efluentes Sólidos
    - 3.3.7. Prognóstico das Condições Ambientais Decorrentes da Implantação da Usina
      - 3.3.7.1. Na Atmosfera
      - 3.3.7.2. No Meio-Aquático
      - 3.3.7.3. No Solo
      - 3.3.7.4. Aspectos Sociais e Econômicos
    - 3.3.8. Recomendações para a Etapa de Projeto Básico/Executivo
  - 3.4. Projeto Básico/Executivo
    - 3.4.1. Objetivos do Estudo
    - 3.4.2. Projeto para Minimização do Impacto Social
    - 3.4.3. Projeto de Tratamento e Disposição de Efluentes
      - 3.4.3.1. Efluentes Aéreos
      - 3.4.3.2. Efluentes Líquidos
      - 3.4.3.3. Efluentes Sólidos
    - 3.4.4. Projeto do Sistema e Definição do Programa de Monitoramento das Condições Ambientais
  - 3.5. Construção
  - 3.6. Operação do Empreendimento
    - 3.6.1. Objetivo
    - 3.6.2. Operação do Sistema de Monitoramento das Condições Ambientais
    - 3.6.3. Reavaliação do Projeto de Monitoramento
    - 3.6.4. Projeto para Situações de Emergência
- 4. LINHAS DE TRANSMISSÃO E SUBESTAÇÕES
  - 4.1. Introdução
  - 4.2. Viabilidade/Projeto Básico
    - 4.2.1. Objetivos dos Estudos
    - 4.2.2. Traçado e Localização
    - 4.2.3. Impacto do Meio Ambiente sobre a LT ou a SE
    - 4.2.4. Critérios de Projeto
    - 4.2.5. Aspectos Especificamente Aplicáveis a Linhas de Transmissão
    - 4.2.6. Aspectos Especificamente Aplicáveis a Subestações

- 4.3. Projeto Executivo
  - 4.3.1. Objetivo dos Estudos
  - 4.3.2. Aspectos Comuns a Linhas de Transmissão e Subestações
    - 4.3.2.1. Desmatamento
  - 4.3.3. Aspectos Especificamente Aplicáveis a Linhas de Transmissão
  - 4.3.4. Aspectos Especificamente Aplicáveis a Subestações
  - 4.3.5. Recomendações para a Etapa de Construção
- 4.4. Construção
  - 4.4.1. Objetivos dos Estudos
  - 4.4.2. Aspectos Comuns a Linhas de Transmissão e Subestações
  - 4.4.3. Aspectos Especificamente Aplicáveis a Linhas de Transmissão
  - 4.4.4. Aspectos Especificamente Aplicáveis a Subestações
- 4.5. Operação
  - 4.5.1. Objetivos dos Estudos
  - 4.5.2. Aspectos Comuns a Linhas de Transmissão e Subestações
  - 4.5.3. Aspectos Especificamente Aplicáveis a Linhas de Transmissão
  - 4.5.4. Aspectos Especificamente Aplicáveis a Subestações

ANEXO – Participantes da Elaboração do Manual

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Objetivos

A conservação dos recursos naturais e o desenvolvimento econômico e social são apresentados, na maior parte das vezes, como sendo incompatíveis. É necessária, pois, a compatibilização entre a ecologia e o desenvolvimento econômico e social, obtida através da aplicação de novas tecnologias oriundas do desenvolvimento científico.

A harmonização do binômio tecnologia-ecologia é um dos desafios mais sérios que a humanidade enfrenta nos tempos atuais. Considerando que o desenvolvimento científico é uma conquista do homem, e que sua aplicação tecnológica deve se adequar às condições ecológicas, conclui-se que a unilateralidade da tecnologia não é a correta visão do futuro.

Na implantação de reservatórios de usinas hidrelétricas, de linhas de transmissão e de subestações são introduzidas modificações no meio ambiente com a alteração do meio físico, biótico, social, econômico e cultural das áreas afetadas. Embora em menor escala, no caso brasileiro, as usinas termelétricas também introduzem modificações no meio ambiente. Por outro lado, os sistemas elétricos são influenciados pelo meio ambiente, sofrendo restrições não só do ambiente natural mas também de atividades antrópicas.

Para minimizar estes efeitos negativos, são necessários desenvolver estudos e adotar medidas de controle ambiental considerando o aproveitamento integrado das áreas onde serão instalados os sistemas elétricos.

O Setor de Energia Elétrica, consciente dos benefícios - inclusive os de uso múltiplo - e das modificações introduzidas no meio ambiente pela construção de sistemas elétricos, apresenta, neste Manual, um conjunto de procedimentos e estudos que devem ser elaborados nas diferentes etapas de implantação dos sistemas elétricos, desde o planejamento até a sua operação, de modo a estabelecer diretrizes que possam conciliar o desenvolvimento econômico e social com a conservação dos recursos naturais.

Neste Manual estão indicados e justificados os estudos que devem ser realizados durante o planejamento, construção e operação de sistemas elétricos, fruto da experiência acumulada pelas empresas concessionárias de energia elétrica no trato de questões ambientais. Os resultados dos estudos indicados neste Manual permitem uma avaliação, em termos de custo, do impacto ambiental e possibilitam a seleção de alternativas.

Neste sentido, é necessário que a intervenção no meio ambiente, através da construção de sistemas elétricos, seja criteriosa, de modo a minimizar os impactos negativos previstos. Deve ser dada atenção aos efeitos ambientais sobre as instalações projetadas, para lhes proporcionar a maior vida útil possível. A implantação de sistemas elétricos deve ser precedido de estudos ambientais que permitam avaliar o impacto causado. Estes estudos implicam em planos de levantamento ambiental da área afetada e na adoção - nos projetos de engenharia - de medidas que minimizem os efeitos previstos nas instalações.

Através de projetos adequados de instalação de sistemas elétricos, é possível atender objetivos de utilização múltipla, convenientemente compatibilizados com a produção de energia elétrica. O uso múltiplo dos reservatórios e faixas de passagem de linhas de transmissão possibilita um efeito multiplicador dos benefícios projetados.



Os objetivos do planejamento de um sistema elétrico são: identificar as necessidades energéticas da comunidade e definir a estratégia de atendimento. O planejador tem por objetivos básicos responder às perguntas QUANDO e ONDE construir novas obras e instalar novos equipamentos. Entretanto, atualmente, para atingir seus objetivos, deve levar em conta fatores de caráter econômico, social e ambiental que se apresentem. Para tanto, deve considerar o compromisso entre o desempenho do sistema planejado e o nível de investimento a ele associado, em busca das soluções ótimas a custo mínimo, atendendo aos demais segmentos da sociedade.

Devido a restrições financeiras, sociais e ambientais, ocorrem atrasos na implantação de novos equipamentos. Na grande maioria dos casos, este fato tem conduzido o Setor a arcar com pesados custos financeiros adicionais.

Como decorrência natural, os planejadores vêm procurando o emprego de novas técnicas e o desenvolvimento de metodologias mais ampla objetivando superar, de forma eficiente, os problemas oriundos de tais fatores. A análise de aspectos ambientais no planejamento, construção e operação de sistemas elétricos tem como finalidade ampliar o campo de investigação, de modo a tornar mais seguras as diretrizes propostas.

O roteiro de estudos e pesquisas aqui proposto deverá servir de base para especificação dos estudos ambientais em cada etapa de planejamento, construção e operação de sistemas elétricos. Nas "Instruções para Estudos de Viabilidade" e no "Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas", editados pela ELETROBRÁS, constam recomendações quanto a estudos ambientais. No entanto, neste Manual, ao analisar apenas o aspecto ambiental, as recomendações são bem mais completas. Além disso, neste Manual são incluídos os estudos necessários nas etapas de projeto básico, projeto executivo, construção e operação.

## 1.2. Etapas do Planejamento

No desenvolvimento de aproveitamentos hidrelétricos observa-se uma seqüência que se inicia com a etapa de "Estimativa do Potencial Hidrelétrico" e que prossegue através das etapas de "Inventário", "Viabilidade", "Projeto Básico", "Projeto Executivo e Construção" e "Operação".

Nos estudos e trabalhos de engenharia e construção há um consenso sobre os objetivos a alcançar e os graus de detalhamento a atingir em cada uma dessas etapas. A ELETROBRÁS julgou conveniente definir, também para os estudos ambientais, objetivos compatíveis com os desenvolvidos nas etapas de planejamento e construção de usinas hidrelétricas. Naturalmente estas etapas não são as mesmas para usinas termelétricas e linhas de transmissão e subestações. Desse modo, foram uniformizadas as diretrizes para apresentação de projetos, em suas diversas etapas, e estabelecidos procedimentos para os estudos ambientais.

Essas etapas se compõem de trabalhos de pesquisa bibliográfica, de aerofotogrametria, de levantamento de campo, de estudos de geologia, de hidrologia, de planejamento e de engenharia, realizados com diferentes graus de detalhamento, segundo a etapa considerada. Em cada uma delas pode-se definir sucintamente as suas características, como segue:

Etapas	Características
Estimativa do Potencial Hidrelétrico	- primeira avaliação (feita em escritório) do potencial, do número de locais barráveis, do custo do aproveitamento desse potencial. Definição das prioridades, prazos e custos dos estudos do inventário.
Inventário	- determinação do potencial energético da bacia, estabelecendo a melhor divisão da queda e estimativa do custo de cada aproveitamento.
Viabilidade	- definição da concepção global de um dado aproveitamento, incluindo seu dimensionamento e obras de infra-estrutura para a sua implantação.
Projeto Básico	- definição das obras civis e dos equipamentos permanentes, com vistas às respectivas licitações, adjudicações e construção do empreendimento.
Projeto Executivo/Construção	- detalhamento do projeto básico do aproveitamento para a sua construção e montagem dos equipamentos.

Nas duas primeiras etapas, Estimativa do Potencial Hidrelétrico e Inventário, são analisadas a bacia hidrográfica como um todo. A partir da etapa de Viabilidade são analisados, especificamente, cada aproveitamento, sendo que as duas últimas etapas ocorrem após a decisão da construção de cada usina hidrelétrica.

Para que as informações relativas ao potencial hidrelétrico - obtidas com níveis de precisão diferentes nas etapas mencionados - possam ser usadas no planejamento, se faz mister que os estudos realizados sejam compatíveis entre si, tendo uniformidade de critérios de avaliação dos dados de entrada e dos resultados.

É necessário que as análises sobre o meio ambiente também expressem os mesmos critérios, conceitos e metodologia adotada a cada etapa dos estudos de avaliação do potencial, projeto, construção e operação do sistema hidrelétrico.

Os estudos de avaliação dos impactos ambientais deverão indicar os efeitos que a construção de uma barragem terá sobre o meio ambiente e sua ação direta ou indireta sobre o homem, bem como os efeitos do meio ambiente na vida útil do empreendimento.

Estes estudos deverão ter seus objetivos adaptados às diversas etapas de desenvolvimento dos aproveitamentos hidrelétricos, conforme descritos a seguir:

<u>Etapas</u>	<u>Caracterização</u>
Estimativa do Potencial Hidrelétrico	- identificação das características ambientais gerais da bacia.
Inventário	- análise dos efeitos ambientais tendo em vista as propostas de divisão da queda e indicação de recomendações específicas para os estudos de viabilidade.
Viabilidade	- análise detalhada dos efeitos ambientais de determinado aproveitamento e avaliação de custo das ações referidas ao meio ambiente.
Projeto Básico	- detalhamento dos projetos relativos a meio ambiente, definidos nos estudos de viabilidade.
Projeto Executivo/Construção	- operacionalização dos projetos na área de meio ambiente e elaboração de um "Plano Diretor de Aproveitamento do Reservatório".
Operação	- implementação do "Plano Diretor de Aproveitamento do Reservatório".

É necessário que os estudos apresentados à ELETROBRÁS e aos poderes concedentes sejam os mais homogêneos possíveis. Como os objetivos de cada etapa exprimem a evolução dos estudos para o empreendimento, o conteúdo da análise deve abranger os mesmos itens pesquisados em grau de profundidade coerente com a etapa em estudo. Desse modo, o objetivo final a ser alcançado é o de obter resultados comparáveis a cada etapa do estudo.

Neste Manual, a seqüência de etapas é também aplicada às usinas termelétricas, linhas de transmissão e subestações. No entanto, como o procedimento adotado na sua realização não é o mesmo utilizado nos aproveitamentos hidrelétricos, suprimiram-se as etapas de "Avaliação do Potencial" e "Inventário". Nas usinas termelétricas foram agrupadas as etapas de Projeto Básico e Executivo e nas linhas de transmissão somaram-se as etapas de Viabilidade e Projeto Básico. Estas modificações tiveram como objetivo principal fazer com que os estudos ambientais sigam as etapas efetivamente existentes em cada empreendimento, não se criando nenhum novo estudo isolado.

Ainda com relação a usinas termelétricas, neste Manual, só são consideradas as usinas convencionais, uma vez que as nucleares dispõem de regulamentação própria.

### 1.3. Aspectos Legais

A Lei que define e orienta as empresas de energia elétrica em questões ambientais é a de no. 6.938, de 31 de agosto de 1981, que "dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, ..." . Este é o diploma legal vigente, definindo "meio ambiente", "degradação da qualidade ambiental", "poluição", "poluidor", e "recursos naturais". Esta Lei foi regulamentada pelo Decreto no. 88.351, de 01 de junho de 1983, que regulamenta também a Lei no. 6.902, de 27 de abril de 1981, que dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental.

No período que antecedeu a promulgação da Lei sobre a Política de Meio Ambiente, que inclui num só documento disposições antes esparsas, as empresas de energia elétrica cumpriam determinações da Secretaria Especial do Meio Ambiente e disposições legais constantes dos seguintes códigos, entre outros:

- Código de Águas - Decreto no. 24.643, de 10.07.34;
  - Código Florestal - Lei no. 4771, de 15.09.65;
  - Código de Pesca - Decreto-Lei no. 221, de 28.02.67;
  - Código de Minas - Decreto-Lei no. 227, de 28.12.67;
  - Código Nacional de Saúde - Decreto no. 49.974, de 21.06.61, regulamenta a Lei no. 2312, de 03.09.54;
- além do Decreto-Lei no. 25, de 30.11.37, que organiza a proteção do Patrimônio Nacional e Lei no. 3.024, de 26.07.61, que dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos.

Com a institucionalização do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, que tem por finalidade assessorar o Presidente da República na formulação de diretrizes da Política Nacional de Meio Ambiente, as empresas concessionárias de energia elétrica, no licenciamento dos empreendimentos, estão sujeitas às Determinações e Resoluções estabelecidas por este órgão.

Além desses dispositivos legais relativos à proteção do meio ambiente as empresas concessionárias estão sujeitas às Normas estabelecidas pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE, através da Portaria 125, de 17.08.1984 que define os critérios e procedimentos a serem obedecidos para a autorização e aprovação de estudos e projetos de aproveitamento de recursos hídricos para geração de energia elétrica.

#### 1.4. Antecedentes dos Estudos

Desde o início da década de setenta a construção de usinas hidrelétricas é precedida de estudos de impacto ambiental. Inicialmente estes estudos eram incluídos no projeto da usina de modo a atender especificação determinada pelo Banco Mundial. A seguir o DNAEE resolveu incluir normas para estudos ambientais em todos os projetos de aproveitamentos hidrelétricos.

Por outro lado, as empresas de energia elétrica, ao lidarem com os problemas legais de aproveitamento de recursos naturais, desapropriação de áreas, relocação de populações e operação de reservatórios, foram criando equipes especializadas no setor de meio ambiente. A partir da atuação dessas equipes foi possível acumular amplo conhecimento sobre o assunto.

Em 1978, a Companhia Energética de São Paulo - CESP preparou e editou o trabalho "Reservatórios - Modelo Piloto de Projeto Integral", que reunia a experiência acumulada pelo Setor na área ambiental, até aquela época.

A ELETROBRAS, nas recentes revisões do seu Manual de Inventário e do Manual de Viabilidade, ampliou consideravelmente os aspectos ambientais que devem ser considerados na construção de usinas hidrelétricas. Esses Manuais e o de Pequenas Centrais Hidrelétricas serviram como ponto de partida para concepção deste Manual de Efeitos Ambientais. No caso de usinas termelétricas e linhas de transmissão e subestações, foram consultadas as empresas do Setor com maior experiência nesses empreendimentos.

Espera-se, assim, que este Manual apresente como maior virtude o fato de estar reunindo, num único documento, grande parte da experiência adquirida pelas equipes de meio ambiente das empresas de energia elétrica.

Os estudos aqui indicados e os dados ambientais acumulados pelo Setor, uma vez cotejados com os utilizados em outros países, podem constituir-se em importante fonte de referência para as autoridades ambientais no estabelecimento de normas e procedimentos de licenciamento e monitoramento da operação de sistemas de energia elétrica.

### 1.5. Elaboração do Manual

Para a elaboração deste Manual foi, inicialmente, convocada reunião com os representantes de empresas concessionárias de energia elétrica, da SEMA e do DNAEE, que teve como objetivo discutir e aprovar os termos de referência da proposta do Manual de Estudos de Efeitos Ambientais. Nessa ocasião ficou estabelecido que o Manual seria desenvolvido pelas próprias equipes técnicas das empresas concessionárias, sob a coordenação da ELETROBRÁS e, para tanto, foram constituídos 4 (quatro) Grupos de trabalho para a redação da 1ª. minuta, a saber:

- . Aproveitamentos hidrelétricos - Estimativa do Potencial e Inventário
- . Aproveitamentos hidrelétricos - Viabilidade, Projeto Básico, Projeto Executivo Construção e Operação
- . Usinas Termelétricas
- . Linhas de Transmissão e Subestações

O critério de escolha dos coordenadores e dos componentes do grupo foi o de maior experiência da empresa em cada assunto focado.

Uma vez concluídos os relatórios relativos a cada uma dessas partes, os mesmos foram consolidados num único documento e, em seguida, discutido e aprovado pelos representantes das empresas concessionárias de energia elétrica.

Finalmente, o documento foi apresentado ao DNAEE e à SEMA como sendo um Roteiro Básico a ser seguido pelas empresas concessionárias para o desenvolvimento dos estudos de efeitos ambientais dos sistemas elétricos e ao atendimento das exigências legais.

### 1.6. Aplicação do Manual

Considerando que o Manual propõe um conjunto de procedimentos para estudos de controle ambiental e aproveitamento múltiplo da área de influência dos sistemas elétricos de modo geral e para todo o País, é recomendável que cada empresa, no âmbito de sua atuação, defina as adaptações necessárias e elabore um guia de aplicação do Manual, atingindo, assim, um nível mais profundo de detalhamento, de modo a contemplar aspectos peculiares de cada região.

## CAPÍTULO II

### USINAS HIDRELÉTRICAS

#### 2.1. Introdução

A implantação de uma barragem e a formação de reservatório para fins de produção de energia hidrelétrica causa mudanças no meio ambiente regional.

Uma região que apresentava uma determinada dinâmica em suas relações ecológicas (ambiente físico, biótico, social, econômico e cultural), ao ter um rio transformado em um lago artificial, sofre uma série de transformações:

- alteração do ecossistema terrestre e aquático;
- formação de novos ecossistemas;
- alteração nas condições sociais, econômicas e culturais, provocadas, inicialmente, pela mobilização de um elevado número de trabalhadores durante a fase de construção de barragens e pela nova forma de interação destes com as comunidades existentes na região e, em seguida, pela relocação das populações localizadas na área do reservatório.

Conclui-se, pois, ser imprescindível a elaboração de estudos de controle ambiental e de uso múltiplo (irrigação, abastecimento de água, piscicultura, navegação, controle de cheias, turismo, lazer, etc), tendo em vista dois objetivos básicos:

- a proposição de medidas destinadas a neutralizar ou atenuar os efeitos negativos das obras sobre o meio circulante, e vice-versa;
- a proposição de medidas tendentes a lograr um ótimo aproveitamento das novas condições, as quais, convenientemente compatibilizadas com as demandas de água para produção de energia, poderão possibilitar um efeito multiplicador dos benefícios inicialmente projetados.

Conforme acima assinalado, deve-se, preferencialmente, tomar medidas necessárias junto aos órgãos competentes, visando o estabelecimento de procedimentos e normas de uso da bacia hidrográfica para exploração do solo, uso da água, despejos sanitários, etc., de forma a proteger a qualidade da água.

Para facilitar o entendimento, a organização e a condução dos estudos de efeitos ambientais de usinas hidrelétricas, estes deverão ser classificados e desenvolvidos de acordo com as etapas dos estudos de aproveitamentos hidrelétricos já adotadas no âmbito do Setor Elétrico, ou sejam:

- Estimativa do Potencial Hidrelétrico;
- Inventário;
- Viabilidade;
- Projeto Básico;
- Construção/Projeto Executivo;
- Operação.



No desenvolvimento desses estudos de efeitos ambientais deverão ser observadas as exigências necessárias à aprovação dos pedidos submetidos à análise do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica, consubstanciadas no documento "NORMAS PARA APRESENTAÇÃO DE ESTUDOS E DE PROJETOS DE EXPLORAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA", aprovado através da Portaria 125 de 17/08/84, do Diretor Geral do DNAEE.

Recomenda-se que a etapa "Estimativa do Potencial Hidrelétrico" seja executada apesar de não constar nas Normas do DNAEE, pois os custos envolvidos são relativamente baixos (atividades realizadas essencialmente em escritório) podendo ainda facilitar o desenvolvimento do estudo de inventário.

Quanto àquelas normas, merecem destaque os seguintes aspectos estabelecidos nas Condições Gerais da Norma DCAE/DCRH no. 02 - Norma para Aprovação de Estudos e Projetos de Geração Hidrelétrica para Serviço Público:

Item 3.4. - Os estudos e os projetos deverão ser elaborados levando-se em consideração o uso integrado dos recursos hídricos de forma a compatibilizá-los com as diretrizes nacionais de gestão de recursos hídricos definidos pelo DNAEE.

Item 3.4 - Na fase de elaboração dos estudos e de concepção do Projeto Básico, deverão ser realizadas consultas ao Órgão Colegiado da respectiva bacia (Comitês de Bacias Hidrográficas), de forma a integrá-lo aos demais usos previstos para a bacia.

As atividades relativas ao uso múltiplo deverão ser desenvolvidas em consonância com os órgãos setoriais, federais, estaduais e/ou municipais, responsáveis por tais atividades, com a finalidade de compatibilizar os demais usos dos recursos hídricos com a produção de energia elétrica.

Além das normas do DNAEE mencionadas, os estudos de efeitos ambientais de aproveitamentos hidrelétricos deverão estar compatíveis com os demais estudos especificados nos documentos:

- Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas - ELETROBRÁS, junho de 1984.
- Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos - ELETROBRÁS, março de 1983.

As especificações dos estudos de efeitos ambientais ora apresentadas referentes a estudos de inventário e de viabilidade estão de acordo com aquelas que aparecem nos capítulos correspondentes dos Manuais acima citados. Entretanto, por abordarem a questão com maior detalhe, recomenda-se a sua utilização no desenvolvimento de estudos nesses dois níveis.

Nas etapas de Estimativa do Potencial e Inventário os aspectos ambientais são apenas caracterizados. A partir da etapa de Viabilidade são desenvolvidos planos, programas e projetos.

Na etapa de Viabilidade, a partir de diversos planos, são previstos programas que definem o que deve ser feito e determinam as diretrizes para sua futura implantação.

Nas etapas de Projeto Básico e Executivo são previstos projetos que determinam quando e como eles devem ser executados.

Neste Manual não estão relacionadas as atividades executivas a serem detalhadas nos projetos.

Os programas e projetos multidisciplinares, como os de uso múltiplo, deverão ser elaborados em conjunto com os outros órgãos e entidades envolvidas.

A tabela I, na página seguinte, transcreve em seu conjunto os estudos recomendados.

## 2.2. Estimativa do Potencial Hidrelétrico

Conforme dito anteriormente, apesar desta etapa não constar nas Normas do DNAEE recomenda-se a sua realização porque não demanda grande investimento e facilita a etapa de inventário.

Os estudos de natureza ecológica desenvolvidos nesta etapa devem abranger a coleta de informações disponíveis, destacando os fatores ambientais mais notáveis, que possam influenciar na determinação da vocação de uma determinada bacia hidrográfica para aproveitamentos hidrelétricos, bem como influenciar as decisões nas etapas seguintes.

Deverão ser levados em consideração aspectos de localização de áreas protegidas, núcleos urbanos e infra-estrutura existentes, distribuição de população, recursos naturais e atividades econômicas.

Deverão ser feitas recomendações específicas para a etapa de inventário, inclusive com indicação dos principais problemas, estudos e levantamentos a serem aprofundados.

### 2.3. Inventário do Potencial Hidrelétrico

Segundo o DNAEE, na etapa de inventário são desenvolvidos os "estudos dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica ou de trecho de curso d'água, envolvendo a realização de atividades multidisciplinares de escritório e de campo, compreendendo a caracterização dos locais barráveis, a determinação do potencial hidrelétrico, as características técnicas e os parâmetros econômicos das várias usinas e reservatórios com o objetivo de definir o melhor esquema de divisão da queda e estabelecer a escala de prioridade econômica, em bases preliminares e considerados todos os aspectos relativos ao uso múltiplo das águas e aos impactos causados ao meio ambiente". (Portaria do DNAEE no. 125 de 17.08.84).

#### 2.3.1. Objetivos dos Estudos Ambientais

Na fase de estudos preliminares da etapa de inventário, os estudos ambientais, compreendendo a caracterização, a identificação do meio ambiente da bacia hidrográfica e a identificação das interferências e impactos dos reservatórios e obras, permitem que na formulação de alternativas de divisão de queda haja redução do número de alternativas a serem detalhadas na fase final dos estudos de inventário. Na fase de estudos finais, os estudos ambientais possibilitam o estabelecimento de parâmetros que determinam o maior ou menor efeito ambiental nas alternativas escolhidas. As suas conclusões são consideradas dados importantes com vistas à definição do melhor esquema de divisão de queda da bacia.

Deverão ser emitidas diretrizes básicas específicas para atendimento detalhado quando da análise de cada um dos aproveitamentos inventariados, na etapa de Viabilidade.

Deverão ser identificadas e delimitadas as áreas com probabilidade de serem afetadas pelas diversas hipóteses de aproveitamento hidrelétrico, dentro do campo de abrangência do inventário pretendido.

#### 2.3.2. Estudos Preliminares

O objetivo desta fase é o conhecimento da região e a identificação de aspectos ambientais que possam vetar ou penalizar possíveis alternativas de divisão da queda, reduzindo o número daquelas que serão estudadas, em detalhe, na fase final dos estudos de inventário.

Na fase dos estudos preliminares do inventário, em princípio, não serão feitos levantamentos de campo. Deverão ser utilizadas informações disponíveis de entidades com atuação na região, como IBGE, universidades, centros de pesquisa, órgãos regionais de desenvolvimento, etc.

##### 2.3.2.1. Caracterização Ambiental da Bacia Hidrográfica

###### . Elementos Físicos do Meio Ambiente

A partir de estudos e mapas existentes devem ser levantados os elementos físicos do meio ambiente: clima, geologia, geomorfologia e solos. O clima será descrito quanto a sua classificação geral; geologia e geomorfologia apresentados em suas características mais amplas e quanto ao solo serão descritas as suas categorias de uso e aptidão.

###### . Elementos Bióticos do Meio Ambiente

Com base em dados existentes deverão ser caracterizados os elementos de flora e fauna. No aspecto da flora deverá ser identificada a flora atual, classificada em natural e cultivada. Deverá ser feita uma análise da utilização da flora e suas perspectivas de aproveitamento. No aspecto de fauna, tanto terrestre como aquática e alada, deverão ser identificados os santuários, distribuição das populações e existência de espécies em extinção.

#### . Infra-Estrutura Regional

Com base em mapas, cartas, levantamentos e estudos disponíveis, devem ser levantados os seguintes componentes da infra-estrutura existente: sistema viário, sistema de comunicações, saneamento básico, sistema elétrico, rede hospitalar e rede de ensino.

Deverá ser dada uma visão geral da infra-estrutura existente e planejada, bem como identificadas interferências, impactos e necessidades de relocações para as diversas alternativas preliminares de divisão da queda.

#### . Atividades Econômicas

Em relação as atividades econômicas deverão ser coletados os seguintes dados:

- . estrutura da economia regional existente em seus setores primário, secundário e terciário, com vistas à avaliação do impacto que sofrerão em cada alternativa preliminar de divisão de queda;
- . perspectivas atuais de desenvolvimento nos referidos setores da economia e o impacto das alternativas de aproveitamento sobre essas perspectivas de desenvolvimento;
- . no estudo do setor primário deverá ser examinada a estrutura fundiária e a natureza da posse das propriedades com base nas informações disponíveis nos órgãos competentes;
- . recursos naturais existentes na região em estudo, visando determinar a ocorrência de minerais e recursos florestais e ictiológicos exploráveis. Os recursos de solo deverão ser avaliados levando em conta a inundação pelos reservatórios e o reassentamento futuro da população.

#### . Demografia

Deverá ser dada uma visão da distribuição da população na área de estudo, bem como de sua estrutura, evolução anterior e perspectivas futuras, após consulta aos órgãos envolvidos na região. Deverá ser feita uma avaliação da influência dos aspectos populacionais nas diversas alternativas preliminares de divisão de queda.

#### . Aspectos Sociais, Culturais e de Lazer

Na área de influência, deverão ser identificados os aspectos sociais, culturais e de lazer das populações, que possam ser influenciados pelas diversas alternativas da divisão de queda, incluindo-se um histórico da ocupação da região.

#### . Núcleos Urbanos

Deverão ser identificados os núcleos urbanos existentes na área, seu tamanho, hierarquia, função, potencial de atração e área de influência. O objetivo desta etapa é a identificação de interferências com as alternativas preliminares de divisão da queda e impactos possíveis por elas causados.

#### . Populações Indígenas

Deverão ser levantados os aspectos relativos às populações indígenas da região: ocorrência de reservas, postos, toldos indígenas, distribuição das populações, estudos e pesquisas já realizados e aspectos institucionais específicos ao assunto.

#### . Patrimônio Paisagístico, Arqueológico, Histórico e Unidades de Conservação

Deverão ser identificados os sítios de interesse paisagístico, arqueológico e histórico, bem como unidades de conservação existentes na região, mediante levantamento de estudos e pesquisas já realizados e outros elementos obtidos junto aos órgãos que atuam na região. Atenção especial deverá ser dada aos aspectos da legislação vigente, bem como uma avaliação da possibilidade e dificuldade de salvamento.

. Saúde Pública

Deverão ser identificadas as endemias existentes na região, bem como as possíveis interferências da construção dos reservatórios na introdução e/ou aumento destas endemias.

2.3.2.2. Interferências Ambientais dos Aproveitamentos Estudados

Na fase preliminar dos estudos de inventário, a análise do impacto ambiental, realizada principalmente com base em dados e estudos existentes, deverá visar o levantamento de fatores vetantes ou restritivos que diminuam as alternativas da divisão de queda e recomendar os estudos de campo para confirmação de dados existentes e aprofundamento dos estudos necessários na fase final do inventário.

Assim sendo, deverá ser feita uma caracterização global relacionando as repercussões sociais, culturais, econômicas, espaciais, no meio físico e biológico e no patrimônio paisagístico, arqueológico e histórico. Deverão ser indicados também os estudos e levantamentos a realizar na fase subsequente.

2.3.3. Estudos Finais

Na fase dos estudos finais de inventário deverão ser utilizados dados processados e publicados por órgãos com atuação na região, conseguidos através de pesquisa bibliográfica, tais como censo demográfico e outros, e dados obtidos por pesquisa direta de campo. Os estudos de efeitos ambientais nesta fase, têm por objetivos:

- caracterizar o meio ambiente anterior à implantação dos aproveitamentos;
- identificar as interferências e impactos dos reservatórios e obras dos aproveitamentos na organização econômica, social e cultural da região, de modo a possibilitar o estabelecimento de índices ou critérios que representem a menor ou maior influência dos aproveitamentos nesta organização;
- caracterizar as variáveis do meio físico não abrangidas pelos estudos topográficos, geológicos e hidrológicos que de alguma forma possam limitar ou onerar adicionalmente a fixação das cotas de represamento dos reservatórios, de modo a possibilitar o estabelecimento de índices ou critérios que representem a menor ou maior influência dos aproveitamentos nos ecossistemas da região afetada;
- avaliar os prováveis efeitos do meio ambiente nas futuras instalações de geração;
- fornecer informações que possam servir de referências aos futuros trabalhos de planejamento na região.

O enfoque a ser adotado nestes estudos corresponde à consideração dos empreendimentos hidrelétricos como interferências intencionais na organização do espaço dominado e influenciado pela bacia. Os estudos correspondentes objetivam, portanto, não somente definir parâmetros que influenciam a formulação e avaliação das alternativas de divisão da queda mas, também, obter informações adicionais que possam servir de referências aos futuros trabalhos de planejamento, na medida em que estes fatores podem, eventualmente, influir sobre as prioridades estabelecidas. Neste contexto, os estudos de impacto ambiental devem constituir-se em estudos de diagnóstico e prognóstico do desenvolvimento na área.

### 2.3.3.1. Caracterização das Áreas de Influência das Alternativas de Divisão da Queda

O objetivo desta fase é fazer um levantamento atualizado e abrangente de informações, que permita caracterizar as áreas de influência das alternativas de divisão de queda, tanto em aspectos setoriais como no conjunto. Como parte dos elementos caracterizados das áreas, nesta fase devem coletar-se e processar-se todas as informações requeridas para a avaliação das interferências dos efeitos ambientais. Neste sentido, visando obter um produto final eficaz, a execução dos levantamentos e pesquisas de campo necessárias à caracterização das áreas de influência deverá ser precedida de uma programação preliminar do trabalho referente as interferências ambientais.

#### - Caracterização dos Elementos Físicos

Serão objeto de estudos os seguintes elementos:

##### . Clima

Como complementação aos estudos hidrometeorológicos de engenharia deverão ser caracterizados as principais variáveis e fatores do clima local e da bacia, visando obter informações básicas para a interpretação de outros elementos caracterizadores do meio ambiente, assim como para os estudos de uso múltiplo.

##### . Geologia

Como complementação à geologia de engenharia, nas áreas previstas para reservatórios, deverá ser feito um levantamento da existência de reservas minerais e uma avaliação preliminar dos seus valores econômicos.

##### . Geomorfologia

Caracterização dos compartimentos geomorfológicos com vistas a classificar a potencialidade de produção de sedimentos da bacia e as eventuais influências na vida útil dos reservatórios, bem como avaliar os efeitos da retenção a jusante.

##### . Solos

Nas áreas de influência dos reservatórios deverão ser efetuados estudos quanto à natureza e distribuição dos solos, quanto ao seu uso atual (pecuária, lavoura, uso florestal, ...) e quanto à aptidão agrícola das terras (culturas, pastagens cultivadas, pastagens naturais e/ou silvicultura e terras sem aptidão agrícola).

Deverão ser elaborados mapas que permitam identificar e quantificar os diversos tipos de solos inundados em função das diferentes alternativas inventariadas.

##### . Recursos Hídricos

Como complemento às informações gerais já existentes sobre a área, deverão ser efetuadas pesquisas de campo que permitam fazer inferências quanto aos parâmetros físicos, químicos e biológicos das águas.

Com base nos estudos hidrometeorológicos realizados pela engenharia, deverão ser considerados os aspectos vinculados à situação existente quanto a controle de enchentes, drenagem e irrigação de terras.

O regime de enchentes e inundações deverá ser caracterizado não apenas quanto aos mecanismos de formação hidrometeorológica, nos seus aspectos hidrométricos e fluviométricos, mas também quanto aspectos morfológicos da drenagem, estabilidade da rede de drenagem e delimitação das áreas inundáveis quanto à superfície, altura e duração das inundações.

O reconhecimento de campo permitirá a identificação de corredeiras e aspectos incidentes na aeração natural das águas, na sedimentação de matéria orgânica nos leitos e na ocorrência de camadas de fundo com metabolismo anaeróbico.

Deverão também ser identificadas as principais fontes poluidoras dos cursos de água (industriais, urbanas, agrícolas), os trechos de rios mais comprometidos e, ainda, serem feitas inferências sobre as possíveis modificações nas características da qualidade das águas, produzidas pela implantação dos aproveitamentos previstos. Em particular, deverão ser obtidos subsídios de interesse à agricultura, passível de ser desenvolvida na área de influência dos futuros reservatórios.

#### - Caracterização dos Elementos Bióticos

Com base nas informações disponíveis em entidades tais como Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF, Projeto RADAMBRASIL, Superintendência de Desenvolvimento da Pesca - SUDEPE, e outras similares, deverão ser efetuados estudos e levantamentos da flora e fauna existentes na área de estudo, com especial referência às zonas ribeirinhas dos rios nos quais são previstos aproveitamentos e áreas dos respectivos reservatórios. Estes estudos e levantamentos devem propiciar a obtenção dos seguintes elementos e resultados:

- . mapas da flora existente, incluindo, se possível, mapas temáticos (áreas forrageiras, áreas florestais, etc.) com indicação das principais espécies de interesse comercial;
- . estimativa das reservas das principais espécies exploradas ou exploráveis, nas áreas susceptíveis de inundações programadas;
- . delimitação das áreas mais adequadas para o reflorestamento da bacia e elementos indicadores das espécies mais promissoras;
- . levantamento da fauna terrestre, aquática e alada, com identificação dos habitats naturais existentes na região de impacto dos aproveitamentos, as espécies existentes, seu valor comercial, as espécies ameaçadas de extinção e as possibilidades de criação em cativeiro;
- . identificação dos recursos pesqueiros explorados e exploráveis e outras possibilidades de manejo de espécies animais que direta ou indiretamente possam ser influenciadas pelos aproveitamentos previstos.

#### - Caracterização dos Elementos Sociais, Econômicos e Culturais

##### . Demografia

Deverão ser feitos estudos relativos à distribuição espacial, evolução, estrutura e, ainda, projeções da população, visando caracterizar as perspectivas de alterações na dinâmica e no desenvolvimento social da região.



Quanto à distribuição espacial, deve ser analisada a distribuição domiciliar dos habitantes da região, o conseqüente grau de urbanização/ruralização e a densidade demográfica.

Quanto à evolução da população, deve-se procurar estabelecer a intensidade do crescimento populacional, identificando quais os elementos que contribuem para esse processo e o estágio e tendência da ocupação da área.

A estrutura da população deverá ser analisada verificando sua distribuição por faixa etária, sexo, nível de qualificação e ocupação.

Destaque especial deverá merecer a análise da evolução e estrutura da população economicamente ativa bem como a produtividade da mão-de-obra, incluindo considerações globais e diferenciadas por setores de atividade.

Com base nas tendências de crescimento observadas, deverão ser efetuadas projeções da população, visando fornecer subsídios para uma visão realista da futura situação demográfica (e da conseqüente oferta de mão-de-obra e demanda de serviços de educação, saneamento, saúde e outros).

#### . Aspectos sociais e culturais

Deverá ser analisada a estrutura social da região. A partir da ocupação histórica da área, deverão ser levantadas as influências sofridas e a organização social das populações, os costumes, as relações familiares e com a comunidade e destas com o exterior à área de influência, avaliando o impacto causado pelas alternativas de divisão da queda.

No aspecto cultural deverão ser identificadas as influências culturais e tradições, bem como escolaridade, atendimento da rede escolar e aspirações das populações urbanas e rurais.

#### . População Indígena

Deverá ser levantada a situação dos assentamentos indígenas passíveis de serem direta ou indiretamente atingidos com a implementação das obras e efetuados estudos antropológicos visando caracterizar as suas etnias, formas de relacionamento com a natureza e organização social e econômica.

Deverão ser efetuados estudos visando caracterizar de que forma e em que aspecto essas populações serão atingidas, quais as possíveis implicações nos seus modos de vida e formas de existência e, ainda, os problemas institucionais decorrentes.

#### . Núcleos Urbanos

Deverão ser identificados os núcleos urbanos existentes na área, suas dimensões, hierarquia, potenciais de atração e áreas de influências.

A hierarquia funcional dos núcleos urbanos pode ser estabelecida considerando a existência ou não de equipamentos e serviços relativos a aspectos vinculados ao setor terciário, tais como saúde, educação, comércio, abastecimento, comunicações, lazer e outros.

Deverá ser levantado o potencial de atração dos núcleos urbanos, visando evidenciar o grau de interdependência entre eles.

#### . Atividades Econômicas

Deverá ser feita uma análise dos aspectos econômicos da área de estudo, procurando evidenciar os traços dominantes que caracterizam a evolução histórica, o estágio atual e as tendências e perspectivas de desenvolvimento da economia regional. Para tanto, deverão ser abordados aspectos relativos ao comportamento da economia, através da análise do nível de renda e suas taxas de crescimento, à estrutura do sistema econômico, via análise do desempenho dos setores primário, secundário e terciário e, ainda, às relações intra e inter-regionais da área.

Na estrutura do setor primário deverá ser caracterizada a situação fundiária, incluindo referências explícitas às relações existentes entre a estrutura fundiária, a organização da produção e a situação dos trabalhadores rurais. Deverá ser feita uma análise da informação censitária a respeito da distribuição do pessoal ocupado, da superfície cultivada e do uso relativo de fatores de produção. Com base em dados censitários e pesquisas de campo, deverá ser descrita a situação ocupacional dos trabalhadores rurais.

#### . Infra-Estrutura Regional

Com base em mapas, cartas, levantamentos, estudos disponíveis e pesquisa de campo, deverá ser descrita a infra-estrutura básica da área de estudo, com informações que permitam caracterizar a extensão e qualidade dos sistemas viário, de comunicações, de saneamento básico, de energia elétrica e da rede hospitalar e de ensino existente na área.

Deverá ser apresentada uma caracterização detalhada dessa estrutura tanto a nível atual como para os planos de expansão futura.

O sistema viário deverá ser caracterizado pela extensão e distribuição espacial da rede rodoviária, quer seja a nível federal, estadual ou municipal, pelo sistema de travessia dos grandes rios, pela operação de linhas regulares de viação aérea, pela extensão, distribuição espacial e freqüência de operação da rede ferroviária e pela existência de hidrovias.

A caracterização do sistema de comunicação deverá incluir o alcance do atendimento do serviço postal e telegráfico na área, a extensão e qualidade dos serviços telefônicos e a recepção de ondas de sistema de radiodifusão e televisão.

A rede hospitalar e a rede escolar deverão ser caracterizadas pelos tipos de equipamentos existentes, capacidade instalada e níveis de atendimento a disposição da população.

#### . Saúde Pública

Deverão ser levantadas informações referentes à mortalidade geral, suas causas mais freqüentes e a proporção de óbitos registrados com a devida atestação médica, visando refletir o grau de cobertura da população por serviços médicos.

Deverão ser levantadas informações quanto às taxas e causas de mortalidade infantil e sua relação com os níveis de educação, nutrição e saneamento básico existentes na área.

Deverão ser relacionadas as principais endemias existentes na região estudada, visando um diagnóstico quanto às relações causais e um prognóstico quanto à influência da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos projetados, incluindo a potencialidade de introdução de novas endemias na área.

**. Patrimônio Paisagístico, Arqueológico, Histórico e Unidades de Conservação**

Deverão ser efetuados estudos visando cadastrar e caracterizar os sítios de interesse paisagístico, arqueológico e histórico, bem como unidades de conservação existentes nas áreas dos reservatórios previstos.

Quanto aos sítios arqueológicos, deverá ser feito um levantamento das pesquisas já realizadas, a descrição dos sítios e culturas representativas na área e, se necessário, efetuar trabalhos de salvamento, procurando recuperar a maior quantidade possível de bens e informações contidas nesses sítios.

**. Usos Múltiplos da Água**

Identificar os outros usos atuais e futuros da água verificando se as condições ambientais nas diferentes alternativas de divisão da queda são compatíveis com esses usos previstos.

Discutir prioridades dos usos previstos, de forma a evidenciar o cuidado da empresa concessionária em garantir a adequação do uso dos recursos hídricos, conforme as leis vigentes, compatibilizando-os com a produção energética.

Poderão ser estabelecidos índices ou critérios que representem a maior ou menor compatibilização com os demais usos para cada alternativa de partição da queda.

**. Caracterização Global Resultante**

Utilizando todas as informações setoriais anteriores deverá ser elaborada uma caracterização global da área de forma integrada às conclusões mais relevantes quanto às atividades econômicas, desenvolvimento urbano regional, atuação do setor público, aspectos legais e institucionais relativos ao uso e posse da terra e aspectos antropológicos das áreas afetadas.

Da mesma forma, esta caracterização deverá incluir os aspectos relevantes da caracterização física, patrimônio paisagístico, flora, fauna, aptidão dos solos, qualidade das águas, etc.

**2.3.3.2. Interferências dos Efeitos Ambientais nas Diferentes Alternativas**

**- Critérios de Análise**

Utilizando-se também as informações setoriais anteriores, deverá ser preparado um prognóstico incluindo as perspectivas de desenvolvimento regional e das interferências dos aproveitamentos hidrelétricos previstos nesse desenvolvimento.

A análise dos impactos ambientais deverá permitir a avaliação e a comparação da repercussão a ser provocada, por diferentes alternativas de desenvolvimento energético, no meio ambiente da região e vice-versa.

A análise deverá ter como objetivo definir, selecionar e caracterizar um conjunto de variáveis ou indicadores capazes de representar o impacto ambiental em cada alternativa em apreço.

Em geral, os seguintes fatores setoriais deverão ser analisados:

- . social: organização e estrutura social;
- . econômico: estágio, evolução e tendência da economia regional;
- . espacial: organização do espaço urbano e rural;

- . fauna e flora;
- . populações indígenas;
- . paisagístico, arqueológico e histórico: lugares e monumentos de valor turístico e cultural.

Outros fatores podem ser incluídos se considerados pertinentes em cada caso específico.

A identificação dos impactos deve levar em consideração a representatividade de cada setor e a possibilidade de caracterizar cada um deles hierarquicamente, através de indicadores qualitativos e quantitativos diferenciados.

Os indicadores deverão ser selecionados visando a identificação daqueles mais representativos do fenômeno em análise.

A título de orientação e ilustração são apresentados a seguir alguns indicadores que podem ser usados para quantificar e qualificar o impacto em diversos setores de interesse:

#### - Repercussões Sociais

As repercussões sociais podem ser analisadas segundo dois campos distintos: da sociologia urbana e da sociologia rural, de tal maneira, porém, que ao final seja possível a análise de forma agregada.

A nível urbano podem ser usadas como variáveis representativas do impacto:

- . a população atingida;
- . o padrão de vida da população atingida;
- . a qualidade de vida da população atingida;
- . expectativa da população frente a necessidade de uma mudança compulsória.

Relativamente à área rural, a análise das repercussões pode ser avaliada, entre outras, através das seguintes variáveis:

- . a população atingida;
- . a área alagada com a formação do reservatório;
- . padrão de vida da população atingida;
- . grau de associativismo;
- . estrutura fundiária;
- . atividade econômica e recursos naturais;
- . expectativa da população frente a necessidade de uma mudança compulsória.

Do ponto de vista sociológico, a população atingida e a área alagada são representativas pois, ao atingir as terras e conseqüentemente a população, as inundações deverão provocar um deslocamento compulsório e a ruptura da estrutura social existente. Dado que a estrutura fundiária é condicionante da vida do homem no campo, pode ser conveniente, segundo o caso, ponderar a variável "área alagada", conforme sua distribuição percentual em áreas de latifúndio ou áreas de minifúndio.

#### - Repercussões Econômicas

A análise das repercussões econômicas pode ser feita, entre outras, através das seguintes variáveis:

- . potencialidade agrícola, medida pela área agricultável a ser diretamente atingida, ponderada em função da capacidade de uso do solo;

. o emprego regional sacrificado, medido pelo número de empregos a serem perdidos em consequência da paralização das atividades produtivas em curso, resultante das inundações, considerando cada um dos setores básicos da economia;

. renda regional sacrificada, medida a partir do valor da produção nas áreas a serem alagadas, transformado em valor adicional, considerando, separadamente, cada um dos setores básicos da economia geral.

#### - Repercussões Espaciais

As repercussões espaciais sobre a área de estudo dizem respeito, basicamente, aos núcleos urbanos diretamente atingidos e ao território dos municípios afetados.

Considerados esses aspectos, as seguintes variáveis, entre outras, podem ser usadas para avaliar as repercussões espaciais:

. núcleos urbanos a serem atingidos, medidos através do número de núcleos urbanos alagados, e levando em conta dois fatores diferentes: percentagem de área urbana a ser efetivamente alagada e função político-administrativa de cada núcleo;

. municípios a serem atingidos, aferidos pelo número de unidades político-administrativas da região alagada em cada alternativa, ponderados em função da percentagem do território total de cada unidade a ser efetivamente inundado.

#### - Repercussões sobre a Fauna e Flora

Para medir e comparar as repercussões provocadas pelas diferentes alternativas nos elementos bióticos, podem ser usadas entre outras as seguintes variáveis:

. flora a ser atingida, medida pela porcentagem da área coberta a ser inundada;

. fauna a ser atingida, medida pela porcentagem da área que forma o habitat das espécies, a ser inundada ou perturbada pela construção;

. efeitos na ictiofauna;

. importância relativa da fauna e flora afetadas.

A medida da porcentagem de área alagada com cobertura vegetal (florestas, capoeiras, campos, ...) engloba aspectos anteriores a formação de reservatórios, dado que a flora natural ou em recuperação, com espécies vegetais diversas, constitui-se no abrigo natural de vários representantes da fauna, estabelecendo um ecossistema equilibrado. A maior ou menor extensão inundada de área com cobertura vegetal provocará repercussões diretas sobre a flora e ruptura do equilíbrio com impacto sobre a fauna.

#### - Repercussões nas Populações Indígenas

Para a avaliação do impacto neste setor podem ser adotadas as seguintes variáveis, entre outras:

. área de reservas indígenas a ser atingida pela inundação;

- população indígena a ser atingida, medida pelo número total de indivíduos residentes nas reservas a serem atingidas.

- Repercussões no Patrimônio Paisagístico, Arqueológico e Histórico

Uma variável que pode ser usada para a avaliação deste tipo de impacto é:

- o número e importância dos sítios de interesse paisagístico, arqueológico e histórico a serem inundados pelos reservatórios.

- Efeitos Intra e Inter Setoriais Resultantes

Os elementos de análise intra-setoriais descritos permitem evidenciar um conjunto de efeitos resultantes em cada alternativa de barramento. Na medida do possível, esses efeitos devem ser quantificados ou qualificados hierarquicamente. Para cada setor é obtido assim um conjunto de indicadores, cada um correspondendo a uma variável. Estes indicadores devem ser organizados de maneira a permitir avaliar o impacto setorial global, em cada alternativa

De outro modo os indicadores setoriais devem ser organizados de forma a possibilitar a hierarquização do impacto global de cada alternativa no meio ambiente da bacia permitindo, assim, a comparação, dos impactos configurados nas diferentes alternativas de inventário, em bases objetivas.

### 2.3.3.3. Recomendações para a Etapa de Viabilidade

Da caracterização das áreas de influência das alternativas de divisão da queda e da análise de interferências dos efeitos ambientais nas diferentes alternativas, deve resultar um conjunto de recomendações em relação a tópicos que devem ser explicitamente considerados durante os estudos de viabilidade dos aproveitamentos.

Como consequência natural destes estudos, uma recomendação é a alternativa de inventário que, sob o prisma dos impactos ambientais, se apresente como a mais conveniente. Dentro dessa alternativa, deverão ser indicados elementos que segundo o mesmo prisma, permitam orientar os estudos de viabilidade dos aproveitamentos previstos.

## 2.4. Viabilidade

Conforme definido pelo DNAEE, na etapa de viabilidade é realizado um "conjunto de estudos de um determinado local constante do melhor esquema de divisão da queda, estabelecido no Estudo de Inventário, para obtenção de dados básicos consistentes e definição da concepção global do aproveitamento, compreendendo o dimensionamento das estruturas, a definição da infra-estrutura necessária, do uso múltiplo da água e dos efeitos do reservatório sobre o meio ambiente, visando sua otimização técnico-econômica e obtenção dos benefícios e custos associados". (Portaria do DNAEE no. 125 de 17.08.84).

### 2.4.1. Conceituação do Estudo

#### 2.4.1.1. Considerações Gerais

Na elaboração dos estudos de efeitos ambientais e de uso múltiplo, dois conceitos básicos devem ser considerados, de forma a poder-se atender adequadamente aos propósitos estabelecidos pela metodologia adotada: "área de influência" e "área diretamente afetada". Define-se a área de influência como o conjunto dos territórios municipais que terão parte de suas terras inundadas. Serão incluídos nos estudos da "área de influência" os aspectos e atividades afetadas pela implantação do empreendimento, identificados nos estudos de inventário, ainda que extrapolem os limites geográficos antes referidos. A "área diretamente afetada" compreende a superfície de terras necessárias à implantação das obras e formação do reservatório.

As áreas de estudo deverão ser objeto de uma descrição sintética que contemple suas principais características fisiográficas e sócio-econômicas, bem como de representações gráficas em escalas adequadas.

Nesta etapa esses estudos deverão ser os mais completos possíveis, compreendendo:

- . diagnóstico do meio ambiente na situação anterior à implantação do aproveitamento hidrelétrico;
- . prognóstico das condições emergentes com a construção da barragem e formação do reservatório;
- . proposição de medidas destinadas a neutralizar ou atenuar os efeitos negativos;
- . proposição de medidas tendentes a lograr um ótimo uso múltiplo da água, as quais, convenientemente compatibilizadas com a demanda de água para produção de energia elétrica, poderão possibilitar um efeito multiplicador dos benefícios inicialmente projetados.

Os estudos sobre aspectos de uso múltiplo e demais ações não configuradas como de responsabilidade das empresas concessionárias de energia elétrica deverão ser desenvolvidos com a participação dos órgãos específicos.

#### 2.4.1.2. Roteiro Básico

Considerando a diversidade dos estudos de efeitos ambientais e visando facilitar o uso dos seus resultados, propõe-se, como roteiro básico, o seu desenvolvimento em quatro planos:

#### . Plano de Levantamentos Básicos

Neste plano são desenvolvidos todos os levantamentos relativos aos elementos físicos, bióticos, sociais, culturais e econômicos que constituem o meio ambiente da região afetada pelas obras, efetuando-se assim, uma completa caracterização dos ecossistemas e das atividades humanas na situação anterior à implantação do empreendimento.

#### . Plano de Controle Ambiental

Compreende as previsões sobre as condições emergentes com a implantação das obras e os programas de manejo ambiental, tendo em vista a neutralização ou atenuação de efeitos negativos.

#### . Plano de Utilização

Compreende os estudos sobre os outros usos da água e a proposição de medidas que permitam o uso do reservatório - consubstanciadas em um plano diretor - assim como o estabelecimento de normas de proteção das obras, apresentadas sob a forma de um código.

#### . Plano de Desapropriação

Contém a estimativa dos custos de desapropriação e todos os critérios que deverão nortear o processo desapropriatório.

### 2.4.1.3. Caracterização do Empreendimento

Basicamente, três aspectos deverão ser contemplados: a localização do empreendimento, a síntese de seus principais dados técnicos e a descrição resumida do sistema de operação previsto.

#### . Localização do Empreendimento

A localização das obras - compreendendo barragem e reservatório - deverá ser objeto de uma descrição detalhada, complementada com apresentação cartográfica em escala adequada.

#### . Síntese dos Dados Técnicos

Os principais dados técnicos das obras - compreendendo barragem, usina e reservatório - deverão ser sintetizados a um nível que permita ao usuário do relatório avaliar o vulto do empreendimento e compreender suas características mais marcantes.

#### . Operação da Usina e Reservatório

O sistema de operação previsto para a usina e reservatório deverá ser objeto de uma descrição resumida, de forma a possibilitar ao usuário do relatório um melhor entendimento das consequências desse regime de operação sobre o meio ambiente.

### 2.4.2. Plano de Levantamentos Básicos

#### 2.4.2.1. Conceituação do Plano de Levantamentos Básicos

O Plano de Levantamentos Básicos é definido como conjunto de estudos necessários à plena caracterização da área de influência e da área diretamente afetada pelo reservatório.



Neste plano são desenvolvidos todos os levantamentos relativos aos elementos físicos, bióticos, sociais, culturais e econômicos que constituem o meio ambiente da região afetada pelas obras, efetuando-se, a partir de levantamento, uma completa caracterização dos ecossistemas e das atividades humanas na situação anterior à implantação do empreendimento.

Sugere-se que seja dada uma ênfase especial ao Plano de Levantamentos Básicos, conferindo-lhe o caráter de banco de dados do estudo, pois, a partir do conhecimento do meio ambiente na situação atual é que será possível, mediante análise de caráter prospectivo, efetuar-se previsões sobre as condições emergentes com a formação do reservatório e a construção da barragem. Essas previsões, além de orientarem a ação tendente a neutralizar ou atenuar efeitos indesejáveis, possibilitarão a adoção de medidas destinadas a obter-se um ótimo aproveitamento das potencialidades criadas.

Finalmente, também deve ser enfatizado que este plano fornecerá todos os subsídios necessários para que o processo desapropriatório e de aquisição de áreas seja corretamente conduzido.

#### 2.4.2.2. Roteiro Metodológico

Três aspectos básicos deverão ser enfocados: a apresentação da estrutura do plano, a especificação de escalas de estudos e a definição do roteiro de abordagem para os diversos elementos a serem estudados.

##### . Apresentação da Estrutura do Plano

Deve ser enfatizado que o Plano de Levantamentos Básicos está constituído por dois grandes compartimentos: caracterização da área de influência e caracterização da área diretamente afetada. Cada um desses compartimentos será objeto de uma análise que se distribuirá por três segmentos: meio físico, meio biótico e meio social, cultural e econômico. Cada segmento, por sua vez, estará constituído por uma série de elementos, cuja análise é imprescindível para a plena caracterização da área de influência e da área diretamente afetada.

##### . Especificação de Escalas dos Desenhos e Mapas

O estudo da área de influência e da área diretamente afetada deverá ser conduzido em escalas compatíveis com o nível de viabilidade, de preferência idênticas àquelas adotadas para os estudos de engenharia.

##### . Definição do Roteiro de Abordagem

Deverá ser definido um roteiro de abordagem para o estudo dos diversos elementos que constituem o meio ambiente. Recomenda-se adotar o seguinte roteiro:

- . Objetivos
- . Método de Trabalho
- . Descrição e Resultados do Levantamento
- . Conclusões e Recomendações
- . Referências Bibliográficas

#### 2.4.2.3. Caracterização da Área de Influência



A caracterização da área de influência do empreendimento objetiva o pleno conhecimento da região na situação anterior à implantação das obras, e servirá de marco de referência para a avaliação dos impactos ambientais decorrentes da construção da barragem e da formação do reservatório. Essa caracterização deverá ser apoiada basicamente em dados secundários e desenvolvida a nível de município.

São os seguintes os elementos objeto de estudo, destacando-se, em cada um deles, os tópicos mais relevantes que deverão constituir o levantamento.

- Levantamento do Meio Físico

. O Clima da Região

- Caracterização da rede de estações e postos meteorológicos;
- Análise das séries meteorológicas, com representações tabulares e gráficas;
- Classificação climática.

. Aspectos Geológicos

- Descrição da geologia regional;
- Identificação de jazidas minerais;
- Mapa geológico.

. Aspectos Geomorfológicos

- Descrição da geomorfologia regional;
- Relações da geomorfologia com a geologia;
- Mapa geomorfológico.

. Recursos de Solos

- Descrição das unidades de solos;
- Relações dos solos com a geologia e geomorfologia;
- Extensão e distribuição das unidades de solos;
- Mapa de solos.

. Capacidade de Uso das Terras

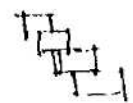
- Descrição das classes de capacidade de uso das terras;
- Relações das classes de capacidade de uso com as unidades de solos;
- Extensão e distribuição das classes de capacidade de uso;
- Mapa de capacidade de uso das terras.

. Uso Atual do Solo

- Descrição das categorias de uso do solo;
- Relações das categorias de uso atual com as classes de capacidade de uso;
- Extensão e distribuição das categorias de uso do solo;
- Mapa de uso atual do solo.

. Recursos Hídricos

- Caracterização hidrológica regional;
- Qualidade da água;
- Relações da qualidade da água com as atividades que se desenvolvem na bacia;
- Representações cartográficas.



- Levantamento do Meio Biótico

. Vegetação

- Descrição das principais formações vegetais;
- Relações da vegetação com solos e geomorfologia;
- Extensão e distribuição das formações vegetais;
- Considerações sobre a vegetação original, com ênfase na atividade antrópica;
- Mapa da vegetação atual.

. Fauna Terrestre e Alada

- Identificação e descrição das principais espécies existentes;
- Considerações sobre a fauna original, com ênfase na atividade antrópica;
- Caracterização dos habitats preferenciais, por espécie.

. Fauna Aquática

- Identificação e descrição das principais espécies existentes;
- Considerações sobre a fauna original, com ênfase na atividade antrópica;
- Caracterização dos habitats preferenciais, por espécie.

- Levantamento do Meio Social, Cultural e Econômico

05-03

1. Processo Histórico da Ocupação da Região

- Descrição do processo de ocupação da região, incluindo o quadro contemporâneo.

2. Situação Demográfica

- Caracterização da população atual, a nível de município, com análise em separado dos segmentos rural e urbano;
- Evolução da população e tendências.

3. Aspectos Sociais e Culturais

- Análise das condições de vida da população;
- Análise do comportamento social e cultural da população;
- Descrição dos equipamentos disponíveis para atividades sociais e culturais;
- Considerações sobre os eventos sociais e culturais mais significativos.

4. Populações Indígenas

- Caracterização das populações indígenas existentes na região.

5. O Quadro Urbano

- Caracterização dos núcleos urbanos existentes na região, incluindo a descrição dos equipamentos de infra-estrutura;
- Análise da rede regional de polarização;
- Representações cartográficas.

6. Infra-Estrutura Regional

- Caracterização do sistema viário, abrangendo rodovias, ferrovias e hidrovias e aeroportos;
- Caracterização do sistema de transmissão e distribuição de energia elétrica;
- Caracterização do sistema de telecomunicações;
- Representações cartográficas.

**. Atividades Econômicas: Setor Primário**

- Caracterização da estrutura do setor primário;
- Caracterização das atividades agrícolas, abrangendo lavoura, pecuária e extrativismo vegetal;
- Caracterização da atividade pesqueira;
- Representações cartográficas.

**. Atividades Econômicas: Setor Secundário**

- Caracterização do parque industrial da região;
- Caracterização das atividades de mineração;
- Representações cartográficas.

**. Atividades Econômicas: Setor Terciário**

- Caracterização do comércio e serviços;
- Caracterização das finanças municipais.

**. Saúde Pública (cidade)**

- Caracterização do setor de saúde pública;
- Caracterização das principais causas de morbidade e endemias na região, com ênfase especial nas moléstias de vinculação com o meio hídrico.

**. Educação, Recreação e Lazer (cidade)**

- Caracterização do setor de educação;
- Caracterização das atividades e equipamentos de recreação e lazer.

**. Patrimônio Cultural, Histórico, Paisagístico e Arqueológico (2 equipes)**

- Caracterização do patrimônio da região, incluindo as unidades de conservação;
- Representações cartográficas.

#### 2.4.2.4. Caracterização da Área Diretamente Afetada

A área diretamente afetada, compreendendo a superfície de inundação e a gleba onde estará o canteiro de obras da barragem, deverá ser objeto de levantamentos de campo, também desenvolvidos a nível de município, de forma a poder-se avaliar os impactos - em alguns casos - através da comparação com os dados correspondentes à área de influência do empreendimento.

São os seguintes os elementos objeto de estudo:

**- Levantamento do Meio Físico**

**. Geologia e Geomorfologia**

- Descrição geológica e geomorfológica;
- Caracterização das jazidas minerais;
- Mapas geológico e geomorfológico.

**. Recursos de Solos**

- Descrição das unidades de solos;
- Extensão e distribuição das unidades de solos;
- Mapa de solos.

**. Capacidade de Uso das Terras**

- Descrição das classes de capacidade de uso das terras;
- Extensão e distribuição das classes de capacidade de uso;
- Mapa da capacidade de uso das terras.

**. Uso Atual do Solo**

- Descrição das categorias de uso do solo;
- Extensão e distribuição das categorias de uso;
- Mapa do uso atual do solo.

**- Levantamento do Meio Biótico****. Vegetação**

- Descrição das formações vegetais, terrestres e aquáticas;
- Extensão e distribuição das formações vegetais;
- Estimativa da biomassa vegetal;
- Mapa da vegetação atual.

**. Fauna Terrestre e Alada**

- Identificação e descrição das principais espécies existentes;
- Identificação dos habitats preferenciais dessas espécies, com locação em planta dos pontos de concentração.

**. Fauna Aquática**

- Identificação e descrição das principais espécies existentes;
- Identificação dos habitats preferenciais dessas espécies, com locação em planta dos pontos de concentração.

**- Levantamento do Meio Social, Cultural e Econômico****. Situação Demográfica**

- Caracterização da população a ser afetada, incluindo a descrição das condições de vida, com análise em separado para os segmentos rural e urbano;
- Dimensionamento, através de sondagem de campo, dessa população.

**. Aspectos Sociais e Culturais**

- Análise do comportamento social e cultural das populações a serem afetadas pela inundação;
- Sondagem sobre as expectativas dessas populações frente a necessidade de uma mudança compulsória.

**. Populações Indígenas**

- Dimensionamento das populações indígenas existentes na área;
- Análise dos aspectos legais e institucionais envolvidos.

**. Núcleos Populacionais**

- Caracterização dos núcleos populacionais a serem afetados, com ênfase na infra-estrutura urbana;
- Representações cartográficas.

- . **Infra-Estrutura Regional**
  - Caracterização e dimensionamento dos sistemas viário, de transmissão e distribuição de energia elétrica, e de telecomunicações, a serem afetados pela inundação;
  - Representações cartográficas.
- . **Atividades Econômicas: Setor Primário**
  - Caracterização das atividades extrativistas, agrícolas e pesqueiras a serem afetadas pela inundação;
  - Estimativa do volume e valor da produção que será renunciada;
  - Representações cartográficas.
- . **Atividades Econômicas: Setor Secundário**
  - Caracterização das unidades industriais a serem afetadas;
  - Estimativa do volume e valor da produção que será renunciada;
  - Representações cartográficas.
- . **Atividades econômicas: Setor Terciário**
  - Caracterização das atividades comerciais e de serviços a serem afetadas;
  - Estimativa do valor das perdas daí decorrentes, incluindo as finanças municipais.
- . **Saúde Pública**
  - Caracterização do setor de saúde pública na área diretamente afetada;
  - Caracterização das endemias;
  - Estudo de prevalência das doenças;
  - Identificação, definição e estudo de comportamento dos vetores e reservatórios;
  - Avaliação da potencialidade dos criadouros decorrentes da área inundada;
  - Representações cartográficas.
- . **Educação, Recreação e lazer**
  - Caracterização e dimensionamento das unidades escolares situadas na área a ser inundada;
  - Caracterização e dimensionamento das unidades de recreação e lazer situadas nessa mesma área;
  - Representações cartográficas.
- . **Patrimônio Cultural, Histórico, Arqueológico e Paisagístico**
  - Caracterização dos elementos constituintes do patrimônio da região situados na área a ser inundada, incluindo as unidades de conservação;
  - Representações cartográficas.

### 2.4.3. Plano de Controle Ambiental

#### 2.4.3.1. Conceituação do Plano de Controle Ambiental

O Plano de Controle Ambiental constitui-se de um conjunto de medidas estabelecidas com base nas previsões elaboradas a partir dos subsídios fornecidos pelo Plano de Levantamentos Básicos. Além disso constitui um instrumento de ação, na medida em que está integrado por uma série de programas de manejo ambiental. Objetiva, acima de tudo, identificar os impactos decorrentes da implantação das obras, assim como estabelecer as medidas tendentes a neutralizar ou atenuar efeitos negativos.

É importante enfatizar que os impactos significativos, com efeitos mais graves, ocorrem, geralmente, durante a fase de enchimento do reservatório. Outros, porém, se manifestam antes mesmo do enchimento, com o início das obras de barramento do rio, e outros, ainda, somente após a plena formação do reservatório.

Para neutralizar, corrigir ou atenuar esses impactos, deverão ser adotadas inúmeras providências e desenvolvidas muitas atividades, algumas com início fixado com bastante antecedência em relação ao enchimento do reservatório, enquanto que outras, embora previsíveis, somente serão decididas na oportunidade do enchimento. A implementação dessas providências permitirá que o meio ambiente atinja um novo equilíbrio com maior rapidez, mediante a neutralização ou atenuação dos impactos negativos.

É importante também que, com base nestes estudos, sejam feitas previsões quanto ao impacto causado pelo meio ambiente no reservatório e usina.

#### 2.4.3.2. Roteiro Metodológico

Dois aspectos básicos são enfocados: a apresentação da estrutura do plano e a especificação da escala dos desenhos e mapas.

##### . Apresentação da Estrutura do Plano

Deve ser enfatizado que o Plano de Controle Ambiental é constituído por cinco grandes seções, quais sejam:

- Prognóstico das Condições Emergentes;
- Programas de Manejo Ambiental;
- Programa da Operação de Enchimento;
- Providências Complementares;
- Cronograma Físico e Financeiro.

A primeira delas engloba uma série de previsões relativas aos impactos decorrentes da implantação das obras, referindo-se não só aos efeitos das obras sobre o meio ambiente mas, também, aos efeitos por elas sofridos em virtude do uso inadequado dos recursos naturais em sua área de influência.

Os programas de manejo ambiental têm por objetivo a neutralização ou atenuação daqueles impactos, e abrangem todos os segmentos do meio ambiente.

A operação do enchimento deverá ser adequadamente programada, de forma a atender situações emergenciais de difícil previsão.

As providências complementares referem-se, basicamente, à celebração de convênios.

Finalmente, o Plano de Controle Ambiental deverá ser consolidado em um cronograma físico-financeiro, devidamente compatibilizado com o cronograma das obras de engenharia.

##### . Especificação da Escala dos Desenhos e Mapas

Preferencialmente, deverá ser adotada a mesma escala utilizada no Plano de Levantamentos Básicos. Entretanto, poderão surgir situações cujo tratamento exija análises mais detalhadas, ocasião em que haverá necessidade de adotar-se escalas cartográficas maiores.

### 2.4.3.3. Prognóstico das Condições Emergentes

Esta seção deverá contemplar uma série de previsões referidas aos impactos negativos e positivos decorrentes da implantação das obras, abrangendo um período que se inicia na construção da barragem, passa pelo enchimento do reservatório e prossegue durante a fase de operação da usina. Nessas condições, todas as alterações previstas deverão ficar perfeitamente demarcadas no tempo, de forma a permitir que as intervenções neutralizadoras ou mitigadoras de efeitos negativos possam ser implementadas no momento mais adequado.

Propõe-se, para cada alteração prevista, o seguinte roteiro de abordagem:

- Considerações Preliminares sobre os Impactos Previstos;
- Análise Individualizada para cada Tipo de Impacto;
- Conclusões e Recomendações;
- Referências Bibliográficas,

A seguir, são consideradas as alterações no meio físico, biótico, social, econômico e cultural, destacando-se, para cada elemento do meio ambiente, os tópicos mais relevantes que deverão integrar os estudos.

#### - Alterações no Meio Físico

##### . Condições Climáticas

- Análise da possibilidade de alteração do clima;
- Análise das conseqüências da alteração de clima local sobre o meio ambiente.

##### . Geologia e Geomorfologia

- Sismicidade induzida;
- Instabilidade dos taludes marginais;
- Elevação do nível freático nas áreas marginais do reservatório;
- Inundação de jazidas minerais;
- Mudanças na paisagem regional.

##### . Solos e Capacidade de Uso das Terras

- Desaparecimento de extensas áreas de terras;
- Degradação de solos para a construção da barragem;
- Mudanças na capacidade de uso das terras.

##### . Uso Atual do Solo

- Mudanças no uso do solo;
- Intensificação dos processos erosivos, com o decorrente assoreamento do reservatório e contaminação da água;

##### . Recursos Hídricos

- Transformação do meio hídrico;
- Contaminação e eutrofização das águas;
- Proliferação de plantas aquáticas;
- Erosão de margens a jusante da barragem;
- Redução do valor fertilizante da água efluente.



- Alterações no Meio Biótico

. Vegetação

- Desaparecimento de áreas florestais e de outras formações vegetais;
- Decomposição da biomassa submersa;
- Criação de impedimentos à navegação, à pesca e às atividades de lazer.

. Fauna Terrestre e Alada

- Redução da fauna terrestre e alada;
- Alterações na composição da fauna terrestre e alada;
- Deslocamento de animais durante o enchimento.

. Fauna Aquática

- Interrupção da migração de peixes;
- Alterações na composição da ictiofauna;
- Mortandade de peixes a jusante da barragem;
- Prejuízos a outros animais aquáticos.

- Alterações no Meio Social, Cultural e Econômico

. Situação Demográfica Rural e Urbana

- Transferência compulsória da população afetada; ✓
- Aumento da taxa de desemprego; ✓
- Problemas habitacionais durante a fase de construção das obras. ✓

. Aspectos Sociais e Culturais

- Desagregação das relações sociais; ✓
- Desarticulação dos elementos culturais; ✓
- Surgimento de situações de apreensão e insegurança, face à incerteza das futuras condições de vida; ✓
- Surgimento de choques entre a população local e o contingente alocado à construção das obras. ✓

. Populações Indígenas

- Transferência compulsória de populações indígenas;
- Desagregação da organização social vigente;
- Desarticulação dos elementos culturais.

. Núcleos Populacionais

- Inundação de áreas urbanas;
- Alterações na rede de polarização regional; ✓
- Criação de pólos de atração, com o conseqüente aumento da demanda de serviços e equipamentos sociais;
- Quebra de comunicação, com o conseqüente isolamento de pólos de abastecimento e comercialização.

. Infra-Estrutura Regional

- Interrupção do sistema viário, incluindo rodovias, ferrovias, hidrovias e aeroportos;
- Segmentação do sistema de transmissão e distribuição de energia elétrica;
- Segmentação do sistema de telecomunicações.

- . **Atividades Econômicas: Setor Primário**
  - Desorganização das atividades agrícolas e pesqueiras;
  - Perda de áreas agrícolas, com o conseqüente decréscimo da produção de alimentos e outros produtos agropecuários;
  - Aumento da taxa de desemprego rural.
  
- **Atividades Econômicas: Setor Secundário**
  - Desorganização das atividades industriais;
  - Paralisação ou redução na produção de unidades industriais, em virtude da inundação ou da falta de matéria-prima;
  - Aumento da taxa de desemprego industrial.
  
- **Atividades Econômicas: Setor Terciário**
  - Desorganização das atividades comerciais e de serviços;
  - Redução das atividades do setor terciário, em conseqüência da queda de produção nos setores agrícola e industrial;
  - Aumento da taxa de desemprego no setor;
  - Prejuízos às finanças municipais.
  
- . **Saúde Pública**
  - Surgimento de focos de moléstias diversas;
  - Disseminação de moléstias endêmicas da região;
  - Importação e disseminação de novas morbidades;
  - Acidentes com a população local e com o pessoal alocado às obras;
  - Colapso da rede médico-hospitalar.
  
- . **Educação, Recreação e Lazer**
  - Inundação de escolas;
  - Inundação de centros de recreação e lazer.
  
- . **Patrimônio Cultural, Histórico, Arqueológico e Paisagístico**
  - Desaparecimento de prédios e sítios com valor cultural e histórico;
  - Desaparecimento de sítios com valor arqueológico e paisagístico

#### 2.4.3.4. Programas de Manejo Ambiental

Nesta seção, contempla-se uma série de programas que têm por finalidade a neutralização ou mitigação dos impactos prognosticados na seção anterior. Os programas de manejo ambiental serão sugeridos pelas empresas do Setor Elétrico e por elas implementados quando de sua competência. Nos demais casos, quando outros órgãos setoriais forem envolvidos, os programas serão desenvolvidos com a participação desses órgãos.

Propõe-se, para cada um desses programas, o seguinte roteiro de abordagem:

- . **Justificativa e Objetivos do Programa;**
- . **Metas do Programa;**
- . **Requisitos para a Implantação do Programa;**
- . **Cronograma Físico-Financeiro;**
- . **Quadro de Fontes e Usos de Recursos Financeiros.**

Especial atenção deverá ser dada ao cronograma de implantação, de modo a compatibilizar cada programa, de forma mais adequada, com o cronograma de construção da barragem, usina e obras complementares.

Arrola-se, em continuação, os diversos programas a serem desenvolvidos, destacando-se, em cada um deles, os tópicos julgados de maior relevância.

- Programas Referidos ao Meio Físico

- Programa de Observação das Condições Climáticas
  - . Definição sobre a necessidade de ampliação da rede de observações;
  - . Acompanhamento sistemático das condições climáticas.
- Programa de Controle de Impactos Geológicos
  - . Definição sobre a necessidade da implantação de rede de observação sismográfica;
  - . Definição de diretrizes para o controle de deslizamentos de encostas marginais;
  - . Avaliação do efeito do enchimento do reservatório sobre o nível freático;
  - . Definição de diretrizes para a continuidade ou substituição de atividades ligadas à mineração.
- Programa de Controle do Uso do Solo
  - . Definição de diretrizes conservacionistas para a área em torno do reservatório;
  - . Definição de diretrizes conservacionistas a nível de bacia.
- Programa de Reintegração do Canteiro de Obras
  - . Definição de diretrizes para a reintegração do canteiro à paisagem local;
  - . Definição de diretrizes para a recuperação de áreas degradadas (empréstimos, aterros de bota-fora, etc.).
- Programa de Monitoramento da Qualidade da Água
  - . Definição da rede de estações de amostragem;
  - . Definição do elenco de análises físico-químicas e biológicas;
  - . Definição do cronograma de amostragem e de inspeção.

- Programas Referidos ao Meio Biótico

Programa de Limpeza da Bacia de Acumulação

- . Definição sobre a necessidade de desmatamento com erradicação total ou parcial da vegetação;
- . Definição de diretrizes para as operações de demolição, desinfestação e desinfecção de prédios;
- . Definição de diretrizes para o controle de crescimento da vegetação aquática.

- Programa de Salvamento e Conservação da Fauna e Flora Silvestres

- . Definição de diretrizes para o salvamento da fauna e flora silvestres, considerando as fases de desmatamento da bacia e de enchimento do reservatório;
- . Definição de diretrizes para a conservação da fauna e flora silvestres.

- Programa de Salvamento e Conservação da Fauna Aquática

- . Definição de diretrizes para o salvamento da fauna aquática durante a operação de fechamento da barragem;
- . Definição de diretrizes para a conservação da fauna aquática.

**- Programas Referidos ao Meio Social, Cultural e Econômico**

Os programas referidos ao meio social, cultural e econômico devem orientar-se no sentido de promover a continuidade dessas atividades, criando condições para a sua revitalização.

- Programa de Reassentamento da População Rural
  - . Seleção de áreas apropriadas para reassentamento;
  - . Dimensionamento do contingente a ser reassentado;
  - . Definição de diretrizes para o reassentamento.
- Programa de Reassentamento de Populações Indígenas
  - . Seleção de áreas apropriadas para o reassentamento;
  - . Definição de diretrizes para o reassentamento.
- Programa de Relocação de Núcleos Urbanos
  - . Seleção de áreas apropriadas para a relocação de núcleos urbanos;
  - . Definição de diretrizes para a relocação.
- Programa de Reintegração de Vilas Residenciais
  - . Definição de diretrizes para a reintegração de vilas residenciais.
- Programa de Relocação de Infra-Estrutura Regional
  - . Definição de diretrizes para a relocação do sistema viário;
  - . Definição de diretrizes para a relocação do sistema de transmissão e distribuição de energia elétrica;
  - . Definição de diretrizes para a relocação de sistema de telecomunicações.
- Programa de Relocação de Escolas Rurais
  - . Dimensionamento da clientela a ser atendida;
  - . Definição de diretrizes para a relocação de escolas rurais.
- Programa de Saneamento e Saúde Pública
  - . Definição de diretrizes para o setor de saneamento e saúde pública, abrangendo as fases de construção da barragem e enchimento do reservatório;
  - . Definição de diretrizes para a fase de operação da usina.
- Programa de Salvamento e Preservação do Patrimônio Cultural, Histórico, Arqueológico e Paisagístico
  - . Definição de diretrizes para o salvamento e preservação do patrimônio cultural, histórico e arqueológico;
  - . Definição de diretrizes para a preservação do patrimônio paisagístico.
- Programa de Reativação da Economia
  - . Propostas para a reativação das atividades econômicas afetadas pela implantação do empreendimento.

#### 2.4.3.5. Programação da Operação de Enchimento

A "operação de enchimento" compreende uma série muito grande de atividades, quase todas elas previstas nos programas considerados na seção anterior. Trata-se, aqui de estabelecer os procedimentos básicos para a formação e treinamento das equipes que atuarão especificamente na fase de enchimento do reservatório, equipes essas que deverão estar plenamente capacitadas não só a viabilizar as atividades previstas, mas também a resolver situações emergenciais de difícil previsão.

##### - Formação da Equipe de Coordenação

. Procedimentos a serem adotados para a formação e capacitação da equipe que coordenará a operação de enchimento.

##### - Formação das Equipes de Campo

. Procedimentos a serem adotados para a formação e treinamento das equipes que atuarão no campo durante a operação de enchimento.

##### - Recomendações para Determinação da Época de Enchimento do Reservatório

- A definição da época de início de enchimento do reservatório deverá ser objeto de uma série de recomendações, relativas, entre outros, aos seguintes aspectos:

- conclusão da desapropriação;
- término da limpeza da bacia de acumulação;
- reassentamento da população;
- término da colheita de safras pendentes;
- término da relocação do sistema viário;
- término da relocação do sistema de transmissão e distribuição de energia elétrica;
- término da relocação do sistema de telecomunicações;
- época de migrações reprodutivas dos peixes e outros animais aquáticos;
- preparação de novos habitats para a fauna.

#### 2.4.3.6. Providências Complementares

Basicamente, as providências complementares dizem respeito a dois aspectos:

- Listagem de instituições que deverão ser contactadas para a celebração de convênios;
- Estabelecimento de diretrizes para a celebração de convênios - por programa - com a definição de atribuições que competem à concessionária e das tarefas cuja execução são de responsabilidade de outras instituições.

#### 2.4.3.7. Estimativa de Custos e Cronograma Físico-Financeiro

Esta seção deverá compreender dois elementos:

- A planilha de desembolsos, abrangendo todos os programas, com definição das instituições responsáveis pelos custos referentes a cada atividade;

- o cronograma físico-financeiro preliminar, também agrupando todos os programas considerados no Plano de Controle Ambiental, o qual deverá ser devidamente compatibilizado com o cronograma de obras.

#### 2.4.4. Plano de Utilização

O estabelecimento de um plano de utilização do reservatório advém da necessidade de levar-se "em consideração o uso integrado dos recursos hídricos de forma a compatibilizá-los com as diretrizes nacionais de gestão de recursos hídricos definidas pelo DNAEE" (Norma DCAEE/DCRH no. 02 aprovada pela portaria do DNAEE no. 125 de 17.08.84). Na elaboração dos estudos de uso múltiplo serão efetuadas consultas ao órgão colegiado da respectiva bacia (Comitê de Bacia Hidrográfica) ou, caso o Comitê ainda não esteja estruturado, aos órgãos diretamente ligados ao assunto de sua competência, a saber:

- Ministério da Agricultura: quanto a proteção e conservação da fauna e flora;
- Ministério da Irrigação e do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente: quanto à irrigação, contenção de cheias e aspectos ambientais;
- Ministérios dos Transportes e da Marinha: quanto à navegação fluvial;
- Ministério das Relações Exteriores: quanto a rios internacionais contíguos e/ou de curso sucessivo;
- Poderes Estaduais e Municipais: quanto ao abastecimento público, ao uso industrial, à recreação, e outros.

Uma vez estabelecidas as diretrizes para outros usos dos recursos hídricos, devidamente compatibilizados com a geração de energia elétrica, fica assegurado o uso da água na modalidade prevista.

##### 2.4.4.1. Conceituação do Plano de Utilização

O grande potencial de aproveitamento que constitui um reservatório em relação à sua área de influência toma, com o passar do tempo, mais premente a sua utilização. Assim, além da geração de energia, a utilização do reservatório deve pressupor duas outras abordagens:

- . Uso múltiplo (econômico, cultural, recreativo, etc.);
- . Conservação dos recursos naturais.

Nessas condições, o Plano de Utilização constitui um instrumento normativo do uso e ocupação do reservatório e áreas marginais objetivando possibilitar a compatibilização do aproveitamento de um vasto potencial com a conservação dos recursos naturais.

##### 2.4.4.2. Roteiro Metodológico

Dois aspectos básicos deverão ser enfocados neste tópico: a apresentação da estrutura do plano e a especificação de escalas dos desenhos e mapas.

##### - Apresentação da Estrutura do Plano

Deve ser enfatizado que o Plano de Utilização é constituído por dois elementos: o Plano Diretor e o Código do Reservatório. O plano diretor se inicia com o zoneamento do reservatório e áreas vizinhas, passa pelos programas de exploração da área a ser inundada e termina com os programas de uso múltiplo. O código do reservatório, por sua vez, constitui-se no instrumento disciplinador do uso do reservatório e suas adjacências, bem como estabelece programas e planos para situações de emergência.

- Especificação de Escalas dos Desenhos e Mapas

Preferencialmente, sempre deverão ser adotadas as mesmas escalas utilizadas nos planos anteriores. Em casos particulares, entretanto, cujo tratamento exija análise mais detalhada, poderão ser adotadas escalas maiores.

2.4.4.3. Plano Diretor

- Introdução

Para a elaboração do Plano Diretor há necessidade de se considerar três conceitos básicos, referidos às áreas físico-territoriais sobre as quais incidirão as propostas que ele engloba:

. Área de Intervenção Específica

Compreende toda a massa líquida que compõe o reservatório, a qual constitui a matéria-prima para a geração de energia.

. Área de Intervenção Direta

Refere-se à faixa de terra desapropriada, compreendida entre o nível máximo normal de operação e a cota limite de desapropriação.

. Área de Intervenção Indireta

Compreende a área externa à faixa de desapropriação, mas que faz parte da área de influência em que se situa o reservatório.

Esses conceitos básicos deverão nortear todo o desenvolvimento do Plano Diretor, constituído por três blocos de estudos:

- zoneamento do reservatório e áreas marginais;
- programas de exploração da área a ser inundada;
- uso múltiplo do reservatório.

- Zoneamento do reservatório e áreas marginais

Os estudos do reservatório e áreas marginais objetivam determinar o tipo de atividade mais adequada para cada local, utilizando-se como subsídios os estudos contidos no Plano de Levantamentos Básicos e no Plano de Controle Ambiental. Possibilitarão, ainda que a exploração da área a ser inundada, assim como o uso múltiplo, sejam desenvolvidos de forma ordenada, inclusive estabelecendo-se uma ordem de prioridade para os programas previstos.

- Programas de exploração da área a ser inundada

. Generalidades

Estes programas objetivam a utilização intensiva dos recursos naturais existentes na bacia de acumulação. Para cada um deles propõe-se o seguinte roteiro de abordagem:

- justificativa e objetivos do programa;
- metas do programa;
- requisitos para a implantação do programa;
- cronograma físico-financeiro de implantação.

Os programas de exploração agrícola, florestal e mineral deverão considerar os seguintes aspectos:

- seleção de áreas para a exploração;
- definição de diretrizes, compatibilizando-as com aquelas estabelecidas para o "Programa de Limpeza da Bacia de Acumulação", contidas no Plano de Controle Ambiental.

A seguir estão arrolados os programas concernentes à exploração da área a ser inundada:

- . Programa de Exploração Agrícola;
- . Programa de Exploração Florestal;
- . Programa de Exploração Mineral.

#### - Estudos de Uso Múltiplo

##### - Generalidades

A construção de obras hidráulicas para fins específicos, como geração de energia, sugere uma análise mais ampla das possibilidades de exploração de outras potencialidades. Assim, o uso do reservatório para fins outros, tais como navegação, irrigação, controle de enchentes, pesca comercial, abastecimento domiciliar, turismo e lazer, conservação dos recursos naturais, etc., examinado em conjunto com os órgãos responsáveis por essas atividades e compatibilizados com as demandas de água para produção energética, possibilita um efeito multiplicador dos benefícios inicialmente projetados e, conseqüentemente, representa uma melhor utilização dos recursos econômicos aplicados com um objetivo específico.

##### . Navegação

- Análise das possibilidades de desenvolvimento da navegação;
- Definição de diretrizes para o desenvolvimento da navegação.

##### . Agricultura Irrigada

- Análise das possibilidades de desenvolvimento da agricultura irrigada;
- Seleção de áreas para o desenvolvimento da irrigação, tanto nas áreas marginais como a jusante do reservatório;
- Definição de diretrizes para o desenvolvimento da agricultura irrigada.

##### . Aquicultura e Pesca Comercial

- Análise das possibilidades de desenvolvimento da aquicultura e da pesca comercial;
- Definição de diretrizes para o desenvolvimento dessas atividades.

##### . Turismo, Recreação e Lazer

- Análise das possibilidades de exploração turística do reservatório, bem como do desenvolvimento de atividades de recreação e lazer;
- Definição de diretrizes para o desenvolvimento do turismo, recreação e lazer

##### . Abastecimento domiciliar e industrial;

- Análise das possibilidades de utilização da água armazenada para o abastecimento domiciliar e industrial;
- Definição de diretrizes para o abastecimento domiciliar e industrial.



**. Conservação dos Recursos Naturais**

- Definição de diretrizes para a conservação do meio ambiente, mediante a consolidação de todos os programas previstos no Plano de Controle Ambiental e no próprio Plano de Utilização.

**. Controle de Enchentes**

- Análise das possibilidades de utilização do reservatório para o controle de enchentes;
- Definição de diretrizes para o controle de enchentes.

**. Providências Complementares**

Basicamente, as providências complementares referem-se a dois aspectos:

- Listagem de instituições que deverão ser contactadas para a celebração de convênios;
- Definição de diretrizes para a celebração de convênios, com clara distinção entre as atribuições da concessionária e dos demais órgãos participantes.

**. Estimativa de Custos e Cronograma Físico-Financeiro**

Esta seção deverá compreender dois elementos:

- O cronograma físico-financeiro preliminar, abrangente de todos os programas previstos no Plano Diretor, o qual deverá ser devidamente compatibilizado com o cronograma de obras;
- A planilha de desembolsos, também abrangente de todos os programas, com definição das instituições responsáveis pelos custos referentes a cada atividade.

**2.4.4.4. Código do Reservatório**

**- Conceituação**

O código do reservatório é o instrumento legal que define as normas e recomendações para que o uso da área desapropriada, de intervenção direta da concessionária, e o da área externa, de intervenção indireta, sejam estabelecidos de forma a não prejudicar o meio ambiente e a qualidade da água, visando, em última análise, compatibilizar as competências legais e institucionais entre os diversos usuários ou concessionários.

**- Proposta de Código**

Trata-se, neste tópico, de uma proposta de código estabelecida de acordo com o Comitê da respectiva bacia, específica para o reservatório em estudo, com vistas à regulamentação de seus vários usos. Deverá compreender, portanto, a análise dos aspectos legais e institucionais referidos aos usos previstos, tanto no que se refere ao reservatório propriamente dito quanto às áreas circunvizinhas.

Basicamente, a proposta de código deverá compreender:

- estabelecimento de normas de uso e ocupação, a serem implementadas através de medidas conservacionistas, corretivas, disciplinadoras e regulamentadoras;
- recomendações para a formação de uma equipe de manutenção e fiscalização;
- recomendações para a organização de um sistema de comunicação social;
- recomendações para a celebração de convênios.

## 2.4.5. Plano de Desapropriação

### 2.4.5.1. Conceituação do Plano de Desapropriação

O Plano de Desapropriação constitui um conjunto de estudos que permitirão viabilizar a delimitação da área a desapropriar ou adquirir, assim como fazer recomendações para condução do processo desapropriatório, atendendo aos requisitos estabelecidos pelo Plano de Controle Ambiental e Plano de Utilização, de competência da concessionária, quais sejam:

- necessidades energéticas;
- controle ambiental;
- uso múltiplo.

Historicamente, de uma maneira geral, a área de desapropriação tem-se limitado a uma cota muito pouco acima do nível máximo de inundação, somada a uma gleba, em torno da barragem, suficiente para permitir a instalação do canteiro e as áreas de empréstimo e bota-fora. Com isso, apenas o primeiro requisito vem sendo atendido.

Entende-se, entretanto, que as necessidades de área para viabilização do controle ambiental e do uso múltiplo também devem ser consideradas nos estudos de desapropriação, cabendo ao órgão responsável executar todas as medidas no sentido de realizar a desapropriação da área necessária. Tem-se verificado que a desapropriação pura e simples, tal como vem sendo promovida, geralmente interrompe algumas atividades econômicas da região, na medida em que as terras e benfeitorias são indenizadas, mas o valor das indenizações nem sempre é reinvestido nessa mesma região. Assim, torna-se socialmente mais adequado que o processo desapropriatório estude e incentive a continuidade das atividades econômicas, não se limitando à simples relocação dessas atividades, mas até mesmo prevendo novas bases estruturais, mais dinâmicas.

Finalmente, o Plano de Desapropriação, com base nos subsídios fornecidos pelo Plano de Levantamentos Básicos, deverá estabelecer os critérios para avaliação e chegar à determinação dos custos totais da desapropriação.

#### - Aspectos Legais e Institucionais

Nesta seção, dever-se-á proceder a uma análise dos aspectos legais e institucionais referentes ao processo desapropriatório, sempre tendo em vista o atendimento das necessidades de controle ambiental e uso múltiplo.

#### - Roteiro Metodológico

O Plano de Desapropriação está constituído por cinco grandes seções:

- . Determinação da área a desapropriar ou a adquirir;
- . Elementos básicos para a avaliação;
- . Estudo de preços;
- . Estimativa do custo de aquisição das áreas a desapropriar e a adquirir;
- . Recomendações para a condução do processo desapropriatório.

Deverão constar do Plano de Desapropriação, ainda, todos os anexos que consubstanciam os levantamentos e pesquisas efetuados.

#### 2.4.5.2. Determinação da Área a Desapropriar ou a Adquirir

##### - Introdução

Considerações sobre a necessidade de desapropriação ou aquisição para diversos fins.

##### - Áreas Necessárias por Fatores Energéticos

Determinação da área a desapropriar em função da cota máxima de inundação, levando em consideração efeito de remanso do reservatório e as necessidades para a implantação do canteiro de obras, vila residencial e outras necessárias ao empreendimento.

##### - Áreas Necessárias para o Controle Ambiental

Determinação da área a desapropriar tendo em vista as necessidades para a implementação de medidas de controle ambiental.

##### - Áreas Necessárias para o Uso Múltiplo

Determinação das áreas a desapropriar tendo em vista as necessidades para a implementação de programas de uso múltiplo do reservatório - de responsabilidade do setor elétrico e de outros setores - em função de cada uso específico da água.

#### 2.4.5.3. Elementos Básicos para a Avaliação

##### - Breve Descrição da Área a Desapropriar

Descrição sucinta da área a desapropriar, considerando todas as variáveis de interesse para o estudo.

##### - Terras e Benfeitorias

- . Caracterização das terras e atividades agrícolas;
- . Caracterização das benfeitorias;
- . Quantificação das terras e benfeitorias.

##### - Áreas Urbanas

- . Caracterização dos prédios e terrenos;
- . Caracterização da infra-estrutura;
- . Quantificação dos prédios, terrenos e infra-estrutura.

##### - Áreas Industriais

- . Caracterização das unidades industriais;
- . Quantificação das unidades industriais.

##### - Áreas de Turismo e Lazer

- . Caracterização das unidades de turismo e lazer;
- . Quantificação das unidades de turismo e lazer.

- Riquezas Naturais e Culturais

- . Caracterização dos sítios com valor cultural e paisagístico.

2.4.5.4. Estudo de Preços

- Conceituação das Pesquisas de Preços

- . Explicitação dos objetivos das pesquisas de preços;
- . Definição dos universos de pesquisas e dos planos de amostragem;
- . Definição das variáveis e dos elementos de coleta;
- . Verificação de questionários e opiniões.

- Determinação dos Preços Básicos de Terras

- . Descrição da qualidade das terras;
- . Discussão da metodologia de cálculo;
- . Apresentação do resumo e conclusões.

- Determinação dos Preços Básicos de Construções Rurais

- . Descrição das benfeitorias típicas;
- . Discussão da metodologia de cálculo;
- . Apresentação do resumo e conclusões.

- Determinação dos Preços Básicos para Culturas e Melhorias

- . Descrição das principais culturas e melhorias;
- . Discussão da metodologia de cálculo;
- . Apresentação do resumo e conclusões.

- Determinação dos Preços Básicos para Terrenos e Prédios Urbanos

- . Descrição dos prédios e terrenos típicos;
- . Discussão da metodologia de cálculo;
- . Apresentação do resumo e conclusões.

- Determinação de Preços Básicos para a Infra-Estrutura Urbana

- . Descrição dos elementos da infra-estrutura urbana;
- . Discussão da metodologia de cálculo;
- . Apresentação do resumo e conclusões.

- Determinação de Preços Básicos para Prédios Industriais

- . Descrição de prédios industriais típicos;
- . Discussão da metodologia de cálculo;
- . Apresentação do resumo e conclusões.

- **Determinação de Preços Básicos para Centros de Turismo e Lazer**

- . Descrição de centros típicos de turismo e lazer;
- . Discussão de metodologia de cálculo;
- . Apresentação do resumo e conclusões.

- **Determinação de Preços Básicos para Sítios de Interesse Cultural**

- . Descrição de sítios de interesse cultural;
- . Discussão da metodologia de cálculo;
- . Apresentação do resumo e conclusões.

**2.4.5.5. Estimativa do Custo das Áreas a Desapropriar ou a Adquirir**

- **Introdução**

Definição dos critérios adotados para a elaboração da estimativa do custo de aquisição das áreas a desapropriar.

- **Valores Básicos**

Apresentação dos valores básicos resultantes das pesquisas de preços.

- **Áreas Rurais**

- . Distribuição das terras por classe de capacidade de uso;
- . Caracterização do uso atual do solo;
- . Determinação do valor das terras;
- . Determinação do valor das culturas, pastagens e melhorias;
- . Determinação do valor das benfeitorias;
- . Determinação do valor das áreas rurais.

- **Áreas Urbanas**

- . Determinação do valor de prédios e terrenos;
- . Determinação do valor da infra-estrutura;
- . Determinação do valor das áreas urbanas.

- **Áreas Industriais**

- . Determinação do valor dos prédios industriais;
- . Determinação do valor dos elementos anexos;
- . Determinação do valor das áreas industriais.

- **Áreas de Turismo e Lazer**

- . Determinação do valor dos prédios principais;
- . Determinação do valor dos equipamentos anexos;
- . Determinação do valor das áreas de turismo e lazer.

- **Áreas de Interesse Cultural**

Determinação do valor das áreas de interesse cultural.

- **Valor Total das Desapropriações**

Apresentação do somatório dos valores estimados nos itens precedentes.

- **Despesas de Avaliação**

Apresentação da estimativa das despesas de avaliação.

**2.4.5.6. Recomendações para a Condução do Processo Desapropriatório**

Trata-se, nesta seção, de estabelecer uma série de recomendações necessárias ao bom encaminhamento do processo desapropriatório. Dentre elas, devem ser consideradas fundamentalmente aquelas concernentes aos seguintes aspectos:

- áreas abrangidas pelo Plano de Controle Ambiental e Plano de Utilização;
- levantamentos aerofotogramétricos e cadastrais;
- serviços topográficos de nivelamento e poligonação;
- elementos necessários para elaboração dos decretos de utilidade pública;
- determinação dos preços básicos;
- avaliações administrativas;
- aquisição de terras e benfeitorias;
- cronograma de atividades;
- custos do processo desapropriatório.

**2.4.5.7. Anexos**

Deverão constar do Plano de Desapropriação os seguintes anexos:

- fichas de pesquisas e questionários;
- metodologias de análise das pesquisas;
- tábuas de cálculo.

## 2.5. Projeto Básico

Projeto Básico, segundo o DNAEE, "é a etapa em que o aproveitamento, como concebido no Estudo de Viabilidade, é detalhado e tem definido seu orçamento, de forma a permitir a elaboração dos documentos de licitação das obras civis, do fornecimento e montagem dos equipamentos eletromecânicos. Nesta etapa se realizam em maior profundidade os estudos ambientais quando necessário; são detalhados os projetos que visam minimizar os efeitos introduzidos no meio ambiente, com a construção do aproveitamento hidrelétrico". (Portaria 125 de 17.08.84).

### 2.5.1. Conceituação e Objetivos dos Estudos

Os estudos de controle ambiental e aproveitamento múltiplo, nesta etapa, consistem da adequação ou detalhamento dos programas elaborados na etapa de viabilidade. De uma forma geral, a definição por um ou outro tratamento (detalhamento ou simples adequação) depende da existência ou não de elementos indispensáveis ao detalhamento do programa a nível de projeto.

Portanto, os estudos aqui desenvolvidos objetivam fornecer produtos finais, no caso de projetos com possibilidade de implantação imediata, ou produtos parciais, no caso de adequação de programas cujo detalhamento só poderá ocorrer em fases mais avançadas (etapa de projeto executivo e construção ou mesmo etapa de operação).

Quatro grandes seções abarcam os estudos concernentes à etapa de projeto básico, quais sejam:

- Atividades referidas ao Controle Ambiental;
- Atividades referidas ao Uso Múltiplo;
- Providências Complementares;
- Cronograma Físico-Financeiro de Implantação.

Nas duas primeiras seções são apresentados, em separado, os programas objeto de detalhamento e aqueles simplesmente adequados, mediante revisão e atualização. As providências complementares referem-se a recomendações diversas e à atualização do Plano de Desapropriação.

Finalmente, o cronograma físico-financeiro de implantação consolida as atividades desenvolvidas nesta etapa de estudos.

### 2.5.2. Atividades Referidas ao Controle Ambiental

#### 2.5.2.1. Projetos de Controle Ambiental

Nesta seção, contempla-se uma série de projetos já considerados, a nível de programa, na etapa de viabilidade. Tais projetos, referentes à neutralização ou mitigação de impactos prejudiciais ao meio ambiente, bem como dos efeitos ambientais no reservatório, deverão ser desenvolvidos com um nível de detalhamento que permita a sua implementação imediata.

Sugere-se, para a elaboração desses projetos, o seguinte roteiro de abordagem:

- Justificativa e Objetivos do Projeto;
- Metas de Projeto;
- Requisitos para a Implementação do Projeto;
- Operacionalização do Projeto;
- Cronograma Físico-Financeiro de Implantação;
- Quadro de Fontes e Usos.

**- Projetos Referidos ao Meio ffsico**

Arrola-se, a seguir, os projetos a serem desenvolvidos:

- Projeto de Observação das Condições Climáticas;
- Projeto de Controle de Impactos Geológicos;
- Projeto de Controle do Uso do Solo;
- Projeto de Monitoramento da Qualidade da Água.

**- Projetos Referidos ao Meio Biótico**

Deverão ser desenvolvidos os projetos seguintes:

- Projeto de Limpeza da Bacia de Acumulação;
- Projeto de Salvamento e Conservação da Fauna e Flora Silvestre;
- Projeto de Salvamento e Conservação de Fauna Aquática.

**- Projetos Referidos ao Meio Social, Cultural e Econômico**

Este tópico engloba os seguintes projetos:

- Projeto de Saneamento e Saúde Pública;
- Projeto de Salvamento e Preservação do Patrimônio Cultural, Histórico e Arqueológico;
- Projeto de Reativação Econômica das Atividades Diretamente Afetadas.

**2.5.2.2. Adequação de Programas Formulados na Etapa de Viabilidade**

Nesta seção, dever-se-á proceder à adequação de uma série de programas considerados na etapa de viabilidade. Trata-se, na realidade de uma simples atualização, tanto em termos técnicos como financeiros, tendo em vista o tempo decorrido desde o término do estudo de viabilidade e a inexistência, nesta etapa de projeto básico, de alguns elementos indispensáveis ao desenvolvimento dos estudos com o grau de detalhamento que caracteriza um projeto.

A seguir, são arrolados os programas objeto de adequação:

- Programa de Reintegração do Canteiro de Obras;
- Programa de Reassentamento da População Rural;
- Programa de Reassentamento de Populações Indígenas;
- Programa de Relocação de Núcleos Urbanos;
- Programa de Relocação de Infra-Estrutura Regional;
- Programa de Relocação de Escolas Rurais;
- Programa de Reintegração de Vilas Residenciais.



### 2.5.3. Atividades Referidas ao Uso Múltiplo

#### 2.5.3.1. Projetos de Uso Múltiplo

Nesta seção, contempla-se uma série de projetos já considerados, a nível de programa, na etapa de viabilidade. Tais projetos, referidos à exploração da bacia de acumulação e ao uso múltiplo do reservatório, deverão ser desenvolvidos com um nível de detalhamento que permita sua implementação imediata.

Sugere-se, para a elaboração dos projetos, o mesmo roteiro de abordagem proposto na seção que trata dos projetos de controle ambiental.

#### - Projetos Referidos à Área a ser Inundada

Os seguintes projetos deverão ser desenvolvidos:

- Projeto de Exploração Agrícola;
- Projeto de Exploração Florestal;
- Projeto de Exploração Mineral.

#### - Projetos Referidos ao Reservatório e Áreas Marginais

De acordo com a distribuição de encargos prevista no Plano de Utilização, e com a participação dos órgãos competentes, deverão ser examinados, quando existirem, os seguintes projetos:

- Projeto de Navegação;
- Projeto de Controle de Enchentes;
- Projeto de Agricultura Irrigada;
- Projeto de Aqüicultura e Pesca Comercial;
- Projeto de Abastecimento Domiciliar e Industrial.

#### 2.5.3.2. Adequação de Programas Formulados na Etapa de Viabilidade

Enfatizando uma vez mais o caráter de simples atualização técnica e financeira, deverão ser adequados os seguintes programas:

- Programa de Turismo, Recreação e Lazer;
- Programa de Conservação dos Recursos Naturais.

### 2.5.4. Providências Complementares

Nesta seção, deverão ser contemplados os seguintes aspectos:

- Recomendações para a desapropriação da área do canteiro e de áreas necessárias para obras de apoio;
- Recomendações para a implantação do canteiro e vilas residenciais;
- Revisão e atualização do Plano de Desapropriação;
- Recomendações para a celebração de convênios;
- Recomendações especiais conseqüentes de prognósticos do comportamento dos ecossistemas após o enchimento.

### 2.5.5. Cronograma Físico-Financeiro de Implantação

O cronograma físico-financeiro de implantação, consolidando todas as atividades previstas nesta etapa de projeto básico, deverá ser complementado por uma planilha de desembolso, que incluirá a definição das instituições responsáveis pelos custos referentes a cada atividade.

## 2.6. Projeto Executivo/Construção

### 2.6.1. Conceituação e Objetivos dos Estudos

A exemplo dos estudos desenvolvidos na fase de projeto básico, nesta fase deverão ser detalhados diversos programas, a nível de projeto, ao passo que outros serão objeto de simples adequação.

Os estudos aqui desenvolvidos, da mesma forma, objetivam fornecer produtos finais, quando se trata de projetos prontos para imediata implementação, ou produtos parciais, no caso de programas que deverão ser simplesmente adequados e cujo detalhamento somente poderá ocorrer na fase de operação do empreendimento.

Quatro grandes seções englobam os estudos concernentes à etapa de projeto executivo e construção, quais sejam:

- Atividade Referidas ao Controle Ambiental;
- Atividades Referidas ao Uso Múltiplo;
- Providências Complementares;
- Cronograma Físico-Financeiro de Implantação.

Nas atividades referidas ao controle ambiental deverão ser tratados, em separado, os programas objeto de detalhamento, sob a forma de projetos, e aqueles simplesmente adequados, mediante revisão e atualização. As atividades referidas ao uso múltiplo deverão contemplar unicamente projetos. As providências complementares, por sua vez, estão restritas a recomendações para a celebração de convênios, ao passo que o cronograma físico-financeiro de implantação consolida todas as atividades desenvolvidas nesta fase de estudos.

### 2.6.2. Atividades Referidas ao Controle Ambiental

#### 2.6.2.1. Introdução

Considerações sobre os estudos a serem desenvolvidos, justificando a diferenciação entre elaboração de projetos e adequação de programas.

#### 2.6.2.2. Projetos de Controle Ambiental

Nesta seção contempla-se o detalhamento de uma série de programas considerados na fase de viabilidade. Tais programas, posteriormente, foram objeto de adequação na etapa de projeto básico. Trata-se, aqui, de desenvolvê-los a um nível de detalhamento que permita a sua implementação imediata.

Sugere-se, para a elaboração desses projetos, o mesmo roteiro de abordagem proposto nos estudos desenvolvidos na fase de projeto básico.

São os seguintes os projetos a serem elaborados nesta etapa:

- Projeto de Reassentamento da População Rural;
- Projeto de Reassentamento de Populações Indígenas;
- Projeto de Relocação de Núcleos Urbanos;
- Projeto de Relocação de Infra-Estrutura Regional;
- Projeto de Relocação de Escolas Rurais.

### 2.6.2.3. Adequação de Programas Formulados na Etapa de Viabilidade

Trata-se, na realidade, de uma nova atualização de programas previstos na etapa de viabilidade e adequados na fase de projeto básico. Esta nova adequação poderá surgir em função de alterações ocorridas no transcorrer da construção. Somente dois programas serão objeto de adequação:

- Programa de Reintegração do Canteiro de Obras;
- Programa de Reintegração de Vilas Residenciais.

### 2.6.3. Atividades Referidas ao Uso Múltiplo

#### 2.6.3.1. Introdução

Considerações sobre os estudos a serem desenvolvidos, com destaque para as medidas de conservação dos recursos naturais.

#### 2.6.3.2. Projetos de Uso Múltiplo

Recomenda-se, para os únicos dois projetos a serem desenvolvidos nesta etapa, o mesmo roteiro de abordagem já proposto anteriormente. Estes dois projetos são:

- Projeto de Turismo, Recreação e Lazer;
- Projeto de Conservação dos Recursos Naturais.

### 2.6.4. Providências Complementares

As providências complementares, nesta etapa, referem-se a recomendações para a celebração de convênios com as instituições ligadas às atividades compreendidas pelos diversos projetos aqui considerados. Também deverão ser consideradas recomendações relativas à implementação de medidas previstas no Código do Reservatório.

### 2.6.5. Cronograma Físico-Financeiro de Implantação

O cronograma físico-financeiro de implantação, consolidando todas as atividades previstas nesta etapa, deverá ser complementado por uma planilha de desembolsos, na qual constará a indicação das instituições responsáveis pelos custos referentes a cada atividade.

## 2.7. Operação do Empreendimento

### 2.7.1. Conceituação e Objetivos dos Estudos

Nesta etapa serão desenvolvidos unicamente dois projetos, ambos referidos às próprias obras, uma vez que os projetos definidos nas etapas anteriores deverão estar implantados ou em fase de implantação. Trata-se, portanto, de dois produtos finais, ou seja projetos elaborados com um nível de detalhe capaz de permitir sua pronta implementação.

### 2.7.2. Projetos a serem Desenvolvidos

Conforme já foi referido, somente dois projetos deverão ser desenvolvidos nesta etapa, ambos referidos ao controle ambiental.

Esses projetos, que deverão obedecer ao mesmo roteiro de abordagem sugerido anteriormente, são os seguintes:

- Projeto de Reintegração do Canteiro de Obras;
- Projeto de Reintegração de Vilas Residenciais.

### 2.7.3. Providências Complementares

As providências complementares, nesta etapa, estarão restritas a recomendações para a celebração de convênios com instituições que tenham vinculação com atividades compreendidas por uma eventual destinação das vilas residenciais alheia aos interesses da própria concessionária. Também deverão ser consideradas recomendações relativas a implementação de medidas previstas no Código do Reservatório.

### 2.7.4. Cronograma Físico-Financeiro de Implantação

O cronograma físico-financeiro de implantação deverá consolidar os dois únicos projetos desenvolvidos nesta etapa de estudos.

### 3. USINAS TERMELÉTRICAS

#### 3.1. Introdução

No capítulo do Manual de Efeitos Ambientais dedicado às usinas termelétricas, estão incluídos os aspectos relevantes que devem ser levados em consideração, durante as diversas etapas de implantação de um empreendimento deste tipo, no que concerne à conservação do Meio Ambiente.

No caso brasileiro, o processo de implantação de usinas termelétricas se inicia na etapa de viabilidade, uma vez que as atividades de pesquisa, mineração e transporte do combustível - que poderiam ser analisadas de modo global numa etapa de inventário - são desenvolvidas por outros órgãos. As usinas termelétricas operadas pelo Setor de Energia Elétrica recebem o combustível no pátio. Portanto, no que diz respeito ao combustível, para efeito deste Manual, o mesmo só será considerado a partir de sua estocagem na usina.

Este aspecto é importante quando da localização de uma termelétrica, uma vez que a usina é localizada e dimensionada segundo um suprimento de combustível já equacionado.

Quanto às termelétricas a lenha que estão sendo cogitadas para a Amazônia, é necessário que se analise os efeitos ambientais que o suprimento de combustível deve causar. Como o suprimento de lenha para termelétricas é assunto recente sobre o qual não há ainda regulamentação, preferimos não incluí-lo neste manual, apesar da sua importância.

Ainda com relação a usinas termelétricas é necessário ressaltar as fases de licenciamento e a análise da legislação, chamando a atenção daqueles que irão utilizar o Manual para a importância que deverão dar aos aspectos relativos ao meio ambiente, principalmente na concepção de qualquer projeto de implantação de uma usina termelétrica.

Os itens seguintes procuram caracterizar o tipo de instalação a ser implantado e indicar os vários estudos que devem ser efetuados durante as etapas de viabilidade, projeto básico e executivo, construção e operação, visando dotar a instalação final dos requisitos necessários à proteção do meio ambiente.

##### 3.1.1. Objetivo

Sendo este Manual um instrumento de orientação a ser adotado pelas empresas do setor elétrico na concepção, implantação e operação de seus empreendimentos termelétricos, é seu objetivo básico garantir que de sua observação resultem instalações capacitadas à operar, conservando as condições existentes no meio ambiente onde estarão inseridas. Pretende-se que este objetivo seja atingido, pela aplicação da orientação recomendada e definição dos diversos tópicos a serem levados em consideração e dos estudos que deverão ser realizados nas diversas etapas que compõem o projeto de uma usina termelétrica.

Entende-se que, seguindo a orientação contida neste documento, a empresa responsável pelo empreendimento estará dotando a sua instalação de equipamentos adicionais necessárias à proteção do meio ambiente, segundo critérios e padrões reconhecidos pelos órgãos reguladores e fiscalizadores da sua atividade.

### 3.1.2. Legislação

Um dos pontos básicos no desenvolvimento do projeto de uma nova usina, do ponto de vista de conservação do meio ambiente, diz respeito ao seu enquadramento dentro dos limites impostos pela legislação vigente em sua área de implantação.

Assim, uma vez definidos o tipo de usina, sua concepção e características básicas, é imprescindível a análise detalhada da legislação que irá regular a sua implantação e operação.

Da análise detalhada desta legislação, surgirão os parâmetros básicos que permitirão conceituar, definir e orçar os diversos sistemas de proteção ambiental para a usina.

Dada a importância do conhecimento detalhado da legislação regulamentadora da operação da usina, no que diz respeito ao meio ambiente, vigente à época do projeto, chama-se atenção para os diversos aspectos a considerar em sua análise.

Estes aspectos podem ser resumidos como segue:

- Aspectos Físicos e Químicos no que diz respeito a:

- . Solo e subsolo;
- . Clima;
- . Recursos hídricos;
- . Capacidade de uso da terra;
- . Uso atual e futuro da terra.

- Aspectos biológicos no que diz respeito a:

- . Vegetação terrestre e aquática;
- . Fauna terrestre, aquática e alada.

- Aspectos sociais, econômicos e culturais no que diz respeito a:

- . Situação populacional;
- . Aglomerados urbanos;
- . Estrutura fundiária;
- . Infra-estrutura: água, saneamento, energia, etc;
- . Sistema viário;
- . Saúde e saneamento;
- . Atividades econômicas;
- . Atividades culturais;
- . Patrimônio paisagístico e arqueológico;
- . Recreação, lazer e educação;
- . Unidades de conservação.

### 3.1.3. Licenciamento

Do ponto de vista das medidas de proteção ao meio ambiente, o primeiro passo a ser dado na implantação de qualquer projeto consiste no licenciamento do empreendimento junto ao órgão responsável pelo controle das condições ambientais na área de sua implantação.

As etapas do processo de licenciamento são definidas pelo órgão controlador com jurisdição na área de implantação do projeto e podem variar de caso para caso. Na maioria das vezes, no entanto, é constituído das seguintes etapas:

- . Licença Prévia;
- . Licença de Instalação;
- . Licença de Operação.

A licença prévia é obtida através de carta consulta, que deve ser acompanhada das características básicas do empreendimento, bem como de sua concepção inicial, ou seja, requer a definição, caracterização e concepção do tipo de usina a instalar.

A licença de instalação já irá requerer a apresentação do projeto básico da usina, que deverá ser compatível com as informações que permitiram a obtenção da licença prévia.

O projeto básico será analisado e aprovado pelo órgão controlador, que irá usá-lo como parâmetro básico na fiscalização da implantação do empreendimento.

Por fim há a necessidade de obtenção da licença de operação, que será cedida mediante apresentação de descrição detalhada dos diversos sistemas componentes da instalação, bem como das condições operacionais da unidade e constatação dos limites impostos a cada um dos efluentes.

Os itens seguintes deste Manual indicam os diversos estudos que deverão ser realizados nas diversas etapas do desenvolvimento da implantação de uma nova termelétrica, visando enquadrá-la dentro de padrões aceitáveis para ao meio ambiente no qual irá operar.



## 3.2. Conceituação Básica

### 3.2.1. Generalidades

Inicialmente é descrito o processo de obtenção de energia elétrica em uma termelétrica, de modo a facilitar a compreensão dos diversos itens considerados e a sua importância relativa no processo de funcionamento da usina. Utiliza-se como referência a descrição de uma termelétrica a carvão por ser a que apresenta maior complexidade e, portanto, a mais completa quanto ao sistema.

Fundamentalmente, as usinas termelétricas produzem energia num processo de três estágios, independentemente do combustível utilizado. A primeira operação consiste em queimar o combustível, transformando a água da caldeira em vapor. A segunda consiste na conversão do vapor a alta temperatura e pressão em energia mecânica na turbina. Na terceira operação, o vapor é condensado, transferindo-se calor para o meio refrigerante e retomando à caldeira para completar o ciclo. Concomitantemente, a energia mecânica é transformada em energia elétrica no gerador.

Usinas termelétricas utilizam como combustível para a geração de energia o carvão, derivados de petróleo, gás, biomassa, etc. Em termos de meio ambiente, cada combustível produz poluentes em quantidades e características diferentes por unidade de massa queimada. Tendo em vista os objetivos deste Manual, considera-se que os combustíveis utilizados nas termelétricas já se encontram nos pátios de estocagem das usinas, conforme mencionado anteriormente.

### 3.2.2. Efluentes

Efluentes são todos os elementos, materiais ou energéticos lançados no meio ambiente, em consequência do processo de geração de energia elétrica numa termelétrica.

A figura a seguir mostra as fontes de efluentes poluidores, sendo o fluxograma válido para qualquer tipo de combustível não-nuclear, seja ele carvão, óleo, gás, ou biomassa.

A composição química dos efluentes pode variar conforme o combustível usado.

Os efluentes de uma termelétrica podem ser classificados de muitas formas. Neste trabalho foram classificados como aéreos, líquidos e sólidos.

#### 3.2.2.1. Efluentes Aéreos

Os efluentes aéreos são constituídos por gases e materiais particulados gerados na operação de uma usina termelétrica capazes de afetar a atmosfera de forma física e/ou química.

##### - Material Particulado

Durante a combustão, parte das cinzas formadas são arrastadas pelo fluxo de gases para a chaminé, recebendo o nome técnico de cinzas volantes (fly ash). Nem todas as cinzas são volantes: parte delas fica no fundo da caldeira, sendo chamadas de cinzas residuais ou pesadas (bottom ash).

#### - Óxidos de Enxofre (SO<sub>x</sub>)

O enxofre presente naturalmente no combustível (óleo e carvão) transforma-se em óxidos de enxofre durante a combustão, principalmente dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>). Na atmosfera, o SO<sub>2</sub> oxida-se dando origem a sulfatos e gotículas de ácido sulfúrico. Ao contrário do que ocorre com o material particulado, as emissões sulfurosas de usinas a óleo são superiores às emissões de usinas a carvão devido ao maior teor de enxofre no óleo queimado nas termelétricas.

#### - Óxidos de Nitrogênio NO<sub>x</sub>

Os óxidos de nitrogênio são formados na combustão, dependendo da temperatura e da forma de combustão e do tipo de queimadores das caldeiras. Estes óxidos aparecem principalmente sob a forma de monóxido e dióxido de nitrogênio (NO e NO<sub>2</sub>).

O nitrogênio contido no combustível contribui muito pouco para a formação dos óxidos de nitrogênio durante a queima. Sua origem é do ar queimado.

#### - Hidrocarbonetos, Monóxido de Carbono e Oxidantes Fotoquímicos

Monóxido de carbono e hidrocarbonetos são emitidos em usinas devido a queima incompleta do combustível. Embora os hidrocarbonetos, na maior parte, não sejam nocivos, seu perigo decorre das suas reações fotoquímicas com o óxido de nitrogênio, resultando em ozônio e outros oxidantes fotoquímicos.

As emissões de oxidantes fotoquímicos não podem ser quantificadas pois, na maioria, eles são formados na atmosfera sob ação da luz solar.

Alguns hidrocarbonetos resultantes da fermentação de combustíveis orgânicos provocam odores desagradáveis.

#### 3.2.2.2. Efluentes Líquidos

Os efluentes líquidos, constituídos por líquidos gerados na operação de uma termelétrica, são capazes de afetar física e/ou quimicamente o solo e águas de sub-solo e superfície, no meio ambiente.

#### - Efluente da Drenagem do Combustível Estocado

A ação da chuva sobre os estoques de carvão provoca uma drenagem altamente poluidora com elevados teores de sólidos em suspensão e baixo pH. Estes dois fatos induzem à lixiviação de metais tóxicos. A vazão da drenagem e sua qualidade depende do tamanho do estoque e do regime pluviométrico da região.

#### - Efluente da Disposição de Cinzas

A disposição das cinzas volantes em aterros oferece perigos potenciais aos mananciais hídricos, pois as cinzas tanto podem se arrastadas pelas águas superficiais quanto podem ser percoladas pela água da chuva, arrastando para o lençol freático substâncias tóxicas lixiviadas. Na disposição hidráulica das cinzas haverá formação de efluente potencialmente poluidor.

#### - Efluente do Sistema de Refrigeração

O sistema de refrigeração tem por finalidade condensar o vapor que retornará à caldeira. Um circuito paralelo de água retira calor do vapor e entrega-o ao meio ambiente, podendo gerar efeitos térmicos. Sistemas de refrigeração podem utilizar a água apenas uma vez e descartá-la no meio ambiente, ou recircular o fluido refrigerante que entregará o calor à atmosfera numa torre de refrigeração, seca ou úmida.

No caso de água não recirculada, a composição química do efluente é praticamente igual à da água captada, com exceção de quantidades mínimas de óxidos metálicos devido a corrosão interna do equipamento e de biocidas destinados a controlar o crescimento de algas e limo. O biocida mais utilizado é o cloro.

No caso de água recirculada é necessário purgar o líquido refrigerante para evitar a formação de incrustações. Esta purga pode estar contaminada com cromatos, zinco, fosfatos e silicatos, para combate à corrosão, e polifosfatos, dispersantes, quelantes, ácidos e polímeros, para evitar incrustações.

#### - Efluente do Sistema de Tratamento de Água

As usinas termelétricas necessitam de água tratada para sua operação e água desmineralizada para a produção de vapor.

Estes tratamentos são feitos com o auxílio de produtos químicos resultando efluentes potencialmente poluidores.

#### - Efluente da Purga das Caldeiras

Um problema constante em caldeiras a vapor é a formação de incrustações devido aos sais naturalmente presentes na água. A solubilidade destes sais decresce com a temperatura e com a pressão, de modo que com a perda de calor os sais acumulam-se e cristalizam-se, formando crostas nas paredes internas da caldeira.

A boa operação da caldeira depende da capacidade de limitar a presença de sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos no interior da mesma, o que é obtido alimentando-se o sistema com água desmineralizada de alta qualidade, adicionando-se produtos químicos e purgando-se a caldeira.

#### - Efluente da Limpeza de Equipamentos

Depósitos que se acumulam nos equipamentos de queima e de geração de vapor numa usina dificultam a troca de calor, necessitando remoção periódica.

Os equipamentos são limpos, periodicamente, utilizando-se para tanto compostos químicos, que resultam num efluente líquido potencialmente poluidor.

#### - Demais Efluentes

Estão associados ao super-enchimento de tanques de armazenamento, ruptura de tanques e tubos, falhas de válvulas, selos de bombas, etc. A característica do efluente depende do fluido que escapa, que, entre outros, pode ser constituído de produtos químicos (ver tabela - Produtos Químicos).

Principais produtos químicos utilizados em termelétricas

Uso	Produto Químico
Limpeza de caldeira	Ácido Hidroclórico Ácido Cítrico Ácido Fórmico Ácido Hidroxiacético Bromato de Potássio Fosfatos Tiouréia Hidrazina Hidróxido de Amônia Hidróxido de Sódio Carbonato de Sódio Nitratos
Tratamento do condensado através de troca iônica	Soda Cáustica Ácido Sulfúrico Amonex
Inibição de corrosão ou prevenção de incrustações nas torres de refrigeração	Fosfatos Orgânicos Fosfato de Sódio Cromatos Sais de Zinco Produtos orgânicos sintéticos
Biocidas nas torres de refrigeração	Cloro Ácido Hidrocloroso Hipoclorito de Sódio Hipoclorito de Cálcio Cromatos Orgânicos Compostos Orgânicos de Zinco Clorofenatos Tiacianatos Enxofres Orgânicos
Controle de pH nas torres de refrigeração	Ácido Sulfúrico Ácido Hidroclórico
Agentes dispersantes nas torres de refrigeração	Ligninas Taninos Poliacrilonitrila Poliacrilamida Ácidos Poliacrílicos Sais Ácidos Poliacrílicos
Biocidas no condensador do sistema de refrigeração de água	Cloro Hipocloritos

Demais usos	Cloro Cromatos Soda Cáustica Boratos Nitratos Compostos comerciais não especificados
Coagulante para clarificação	Sulfato de Alumínio Aluminato de Sódio Sulfato Ferroso Cloreto Férrico Carbonato de Cálcio
Regeneração da resina utilizada na troca iônica	Soda Cáustica Acido Sulfúrico Acido Hidroclórico Sal comum Carbonato de Sódio Hidróxido de Amônia
Abrandamento da água	Carbonato de sódio Cal Magnésia Ativada Coagulante Férrico Cal Dolomítica
Inibição de corrosão ou prevenção de incrustações nas caldeiras	Fosfato Dissódio Fosfato Trissódio Nitrato
Controle de pH nas Caldeiras	Amônia Ciclohexilamina
Condicionantes do lodo	Taninos Ligninas Quelantes como EDTA, NTA
Depleção do oxigênio das caldeiras	Hidrazina Morfalina

---

### Drenagem Geral e Efluentes Sanitários

A drenagem geral refere-se ao líquido que se acumula no chão e nos pátios, como resultado das chuvas e da limpeza periódica. A qualidade do efluente varia com a usina, com a época do ano e com o regime das chuvas.

Os efluentes sanitários são constituídos de esgotos orgânicos, resultantes de despejos sanitários, lavagens de refeitórios e outros.

#### - Efluentes Químicos

Para seu funcionamento, a usina necessita de uma vasta gama de produtos químicos. Na tabela - Produtos Químicos - temos uma lista dos principais produtos com suas finalidades. Nem todos os produtos listados são necessariamente usados durante a operação de uma usina termelétrica. O volume de produtos depende das características de cada usina.

### 3.2.2.3. Efluentes Sólidos

Os efluentes sólidos são constituídos por cinzas e resíduos gerados em consequência de operação de uma usina termelétrica e que, pela sua disposição inadequada, podem afetar física e/ou quimicamente o meio ambiente.

#### - Cinzas

O resíduo da combustão poderá formar dois tipos de cinzas: cinzas leves ou volantes (fly ash) ou as cinzas pesadas (bottom ash).

As cinzas podem ser removidas a seco ou por via hidráulica para o local de deposição.

Estes efluentes não podem ser abandonados no meio ambiente pois formam, com ajuda da chuva e dos ventos, dois novos efluentes poluidores, um aéreo e outro líquido, já descritos anteriormente.

#### - Sólidos Resultantes do Manuseio de Combustíveis

Os depósitos de combustíveis sólidos a céu aberto e o manuseio dos mesmos sem as devidas precauções podem gerar, com o auxílio do vento, efluentes aéreos que causam danos ao meio ambiente.

#### - Sólidos Resultantes do Tratamento D'Água

Os resíduos sólidos resultantes do tratamento d'água são constituídos pelos sólidos em suspensão presentes no manancial de captação. Estes resíduos, concentrados pelo tratamento, se devolvidos aos mananciais de origem ou a outros corpos d'água, causarão prejuízos ao meio ambiente.

#### - Sólidos Resultantes do Sistema de Tratamento de Esgotos

Os efluentes sanitários são de volume reduzido, mas capazes de afetar, de forma bastante conhecida, o meio ambiente.

### 3.2.3. Efeitos Ambientais

Os principais efeitos ambientais produzidos pelas termelétricas provêm das emissões gasosas de material particulado, óxidos de enxofre e de nitrogênio; das emissões líquidas dos sistemas de refrigeração e de disposição de cinzas; das disposições dos rejeitos sólidos (cinzas secas); dos efluentes do sistema de desmineralização e da limpeza interna dos equipamentos.

Os problemas de poluição do ar são dos mais graves dentre os efeitos ambientais produzidos por termelétricas. Na queima de qualquer combustível há a formação de efluentes gasosos nocivos ao meio ambiente.

#### 3.2.3.1. Efeitos Ambientais dos Efluentes Aéreos

##### - Material Particulado

O material particulado (cinzas volantes) está presente em toda a combustão. Na queima do carvão as cinzas volantes podem chegar a altos percentuais em relação ao peso do combustível, enquanto que na queima de óleo ou lenha elas alcançam percentuais reduzidos.

O material particulado afeta o meio ambiente pelos efeitos decorrentes de sua deposição nos bens imóveis e suas benfeitorias, no sistema respiratório de pessoas, animais e plantas, na visibilidade atmosférica e instalações elétricas, entre outros.

##### - Óxidos de Enxofre

Os óxidos de enxofre, provenientes da queima do combustível, em associação com o material particulado, são os responsáveis pelos problemas respiratórios que afetam as populações que vivem em torno de usinas que não controlam suas emissões.

O  $SO_2$  associado ao material particulado afeta a flora e a fauna em graus variáveis, sendo responsável, dependendo de sua concentração, pelo surgimento da chuva ácida e diminuição da visibilidade atmosférica.

Os gases da combustão contendo óxidos de enxofre podem causar efeitos ambientais a consideráveis distâncias dos locais da emanção.

##### - Óxidos de Nitrogênio

Os óxidos de nitrogênio provenientes da queima do combustível, em associação com o material particulado, são responsáveis pelo agravamento das enfermidades pulmonares, cardiovasculares e renais. Acarretam, ainda, a perda de coloração das pinturas e diminuem a visibilidade atmosférica. Reduzem também o crescimento das plantas e provocam a queda prematura das folhas.

##### - Oxidantes Fotoquímicos

Oxidantes fotoquímicos, principalmente ozônio e peroxiacetil nitrado (PAN), são produzidos fotoliticamente a partir dos hidrocarbonetos e do óxido de nitrogênio na presença de luz solar. Os oxidantes fotoquímicos são os causadores dos problemas de poluição como o "smog", irritação dos olhos e garganta, queima de espécies vegetais e deterioração da borracha natural.

### 3.2.3.2. Efeitos dos Efluentes Líquidos

#### - Estocagem e Manuseio dos Combustíveis

A estocagem do combustível em termelétricas pode resultar em drenagens ácidas que afetam tanto as águas superficiais quanto as águas subterrâneas. A percolação da drenagem através do solo pode acidificar o lençol freático, tornando a água de poços impróprios e sendo potencialmente corrosivo à fundações e estruturas enterradas.

O manuseio e o transporte do combustível são sempre potencialmente poluidores. Dependendo da natureza do combustível, este pode exercer maior ou menor influência no meio ambiente.

#### - Disposição de Cinzas

O efluente líquido proveniente da percolação de águas através de cinzas, poderá contaminar em maior ou menor grau as águas de superfície e subsolo, como consequência da composição química das cinzas e condições de lixiviação das cinzas pela água.

A contaminação feita por metais tóxicos e material sólido em suspensão representa risco potencial para flora, fauna e população que se abastece nos mananciais atingidos.

#### - Sistema de Refrigeração

O grande problema de poluição causado por sistemas de refrigeração não recirculantes, é a elevação de temperatura do efluente final em relação ao captado. A elevação de temperatura da água diminui a concentração de oxigênio provocando alterações no meio ambiente aquático.

Além do problema de poluição da água, as torres úmidas de refrigeração provocam problemas de redução da visibilidade em estradas e rotas de aviões e aumento do teor de ácido sulfúrico no ar pela mistura com a pluma da chaminé. Poderão também ocorrer variações climáticas nas proximidades da usina.

Alguns tipos de biocidas ou anti-corrosivos utilizados em torres úmidas poderão formar névoas quimicamente ativas para o meio ambiente.

Os efeitos ambientais deste efluente são bastante sensíveis à variação de clima.

#### - Efluentes Sanitários

Os despejos orgânicos constituem efluente danoso ao meio ambiente através de reações químicas que prejudicam a fauna, além de constituir foco contínuo de bactérias capazes de transmitir doenças ao homem.

#### - Parâmetros de Avaliação

Todos os efluentes líquidos possuem características químicas e físicas que os tornam mais ou menos agressivos ao meio ambiente, dependendo da qualidade e concentração dos seus componentes.

Destacam-se a seguir os mais importantes parâmetros de avaliação de agressividade dos efluentes e informam-se seus principais efeitos no meio ambiente.



**- pH**

O valor do pH indica a característica ácida ou básica do fluxo e representa, provavelmente, o mais significativo parâmetro do potencial poluidor do efluente.

Águas com um pH baixo são potencialmente corrosivas para estruturas de concreto, linhas de distribuição e encanamentos, sendo capazes de solubilizar substâncias tóxicas na água.

Mudanças rápidas de pH podem provocar interferências nos ecossistemas aquáticos.

**- Cloro**

O cloro é o mais comum dos biocidas, sendo utilizado no tratamento de água potável e podendo ser ou não utilizado nas águas de refrigeração das usinas.

O cloro e seus compostos são conhecidos pela sua toxidez.

**- Ferro**

O ferro pode aparecer no efluente líquido de uma usina, tanto no sistema de transporte de cinzas quanto na drenagem do carvão estocado nos pátios ao ar livre. Todos os seus precipitados formam gelatinas ou flocos que cobrem os fundos dos rios, constituindo camadas rígidas que soterram a flora e não permitem a procriação dos peixes.

**- Cromo**

O cromo, quando utilizado nos sistemas de refrigeração para o controle da corrosão, aparece nas formas trivalente e hexavalente e sua toxidez depende de sua valência no composto.

O cromo hexavalente é extremamente tóxico ao homem.

Os peixes são relativamente tolerantes aos sais de cromo, mas as formas inferiores de vida aquática são extremamente sensíveis. Além disso, ocorre a bioacumulação do elemento, cuja concentração nos peixes pode ser centenas de vezes superior à concentração presente na água.

As águas contaminadas com cromo são prejudiciais à lavoura.

**- Cobre**

Em termelétricas, o cobre pode aparecer nas purgas e lavagens de equipamentos, pois as superfícies metálicas estão sujeitas a corrosão.

O cobre é tóxico ao homem, à flora e à fauna aquática.

**- Sólidos em Suspensão**

Sólidos em suspensão na água incluem tanto materiais inorgânicos (areia, silte, argila e cinzas) quanto frações orgânicas (óleos, graxas, fibras, entre outros).

Os sólidos em suspensão afetam negativamente a fauna aquática pois, ao se depositarem no fundo de lagoas e rios, formam uma cobertura de material que destrói a flora que serve de alimento para os peixes, além de diminuir o suprimento de oxigênio natural dos lagos, produzindo gás sulfídrico, metano e outros gases tóxicos.

A turbidez das águas também está relacionada com a presença de sólidos em suspensão, que impedem a penetração da luz, prejudicando a fotossíntese de vegetais subaquáticos.

No fundo de rios e lagos, o lodo formado por sólidos em suspensão dá à água aspecto e sensação desagradáveis, prejudicando a recreação.

### 3.2.3.3. Efeitos Ambientais dos Efluentes Sólidos

#### - Cinzas

As cinzas afetam o meio ambiente através da ação dos ventos que as suspendem causando contaminação geral da área.

As conseqüências da ação das chuvas sobre as cinzas já foram tratadas nos efluentes líquidos.

#### - Poeiras

Os depósitos de combustíveis a céu aberto podem permitir que as poeiras características de cada um deles, sob a ação do vento, criem um efluente aéreo. No caso específico, o pó de carvão é mais nocivo que as cinzas, devido a sua composição química. O manuseio de carvão (correias transportadoras, veículos de carga, etc.) também é fonte geradora de poeira.

### 3.2.3.4. Efeitos Sonoros

Os efeitos sonoros que ocorrem durante a fase de instalação da usina, causados pela limpeza da caldeira (sopragem), são inevitáveis, embora de duração transitória.

Durante o funcionamento da termelétrica, as válvulas de segurança podem ser acionadas e constituem poderosas fontes de ruído, atenuadas por silenciadores.

### 3.2.3.5. Efeitos Odores

O depósito de alguns combustíveis orgânicos, tais como bagaço de cana de açúcar, causam emissão de cheiro desagradável.

### 3.2.3.6. Outros Efeitos

As vibrações e efeitos térmicos na atmosfera são desprezíveis no que diz respeito ao meio ambiente, por isso não foram tratados anteriormente e não merecem comentários.

## 3.2.4. Monitoramento Ambiental

Na construção de uma usina termelétrica todos os efeitos poluidores anteriormente descritos deverão ser analisados. O projeto da usina deverá prever os equipamentos necessários de modo a evitá-los. A eficiência desses equipamentos anti-poluidores deverá ser constantemente aferida através de um sistema de monitoramento ambiental.

Entende-se por monitoramento ambiental, os processos físicos, químicos e biológicos, que possibilitem a avaliação da carga de poluentes existentes no meio ambiente.

O sistema composto de diversos processos e pontos de coleta de informação constituem uma rede de monitoramento.

Os parâmetros a serem monitorados deverão ser definidos nas etapas de viabilidade e projeto básico/executivo.

### 3.3. Viabilidade

#### 3.3.1. Objetivos

Nesta etapa deverão ser analisadas as condições ambientais existentes, em relação ao impacto previsto, de modo a se poder avaliar a localização, concepção geral do empreendimento e os equipamentos, obtendo-se os subsídios para o projeto e o cálculo dos custos envolvidos na minimização dos problemas ocasionados pela implantação da usina termelétrica, assim como da maximização dos benefícios a serem obtidos, de forma a demonstrar sua viabilidade.

Os estudos nesta etapa compõem-se dos itens a seguir enumerados.

#### 3.3.2. Usina

Descrição da usina: informações gerais sobre a usina, parâmetros sob diversos modos de operação, processos de queima e de refrigeração, principais processos químicos utilizados, número de empregados no empreendimento, principais desenhos do projeto em escala apropriada.

Combustíveis utilizados: características dos combustíveis, consumo para os diversos modos de operação e sua composição química também devem ser descritos.

#### 3.3.3. Localização e Definição da Área de Influência

As alternativas de localização da usina devem ser especificadas em relação a divisões estaduais e municipais. Aspectos naturais importantes, como lagos e rios, bem como aqueles construídos pelo homem, como canais, devem ser identificados em relação à posição da usina até o limite proposto pelo estudo (área de controle). A área de influência direta e a área de controle devem ser indicadas em mapa. Estas áreas serão definidas como resultado do item 3.3.7 (Avaliação das Condições Ambientais Decorrentes) e devem ser identificadas a luz da legislação ambiental vigente. As recomendações dos estudos ambientais confrontados com os custos de instalação, que incluem custos de equipamentos anti-poluentes e custos inerentes à implantação da usina em determinado local, irão definir a sua localização final.

#### 3.3.4. Condições Ambientais Existentes

As condições ambientais existentes deverão ser avaliadas através de monitoramento ambiental, de indicadores físicos, químicos e biológicos ou de estudos já realizados.

##### 3.3.4.1. Aspectos Físicos e Químicos

A descrição das condições existentes antes do empreendimento devem ser apresentadas. Se a área para a nova usina já contém outras usinas e/ou indústrias em operação, o estudo deve considerar as condições naturais e as causadas pelas usinas e/ou indústrias já em operação, e seus efeitos cumulativos.

##### - Geologia

Os principais aspectos geológicos do local da implantação da usina e de suas áreas imediatamente vizinhas devem ser conhecidos. O nível de detalhamento deve ser consistente com o projeto. Devem ser descritas as características do solo, subsolo e topografia geral.

#### - Climatologia e Meteorologia

A climatologia na região de implantação do projeto deve ser conhecida. Descrição dos principais ciclos climatológicos existentes na área e na região deve ser apresentada. Os parâmetros meteorológicos do local devem ser descritos em função de no mínimo um ano de dados. Dados regionais podem auxiliar na análise das informações. Os dados devem ser coletados numa estação meteorológica instalada no local de implantação da usina e os parâmetros medidos devem permitir a caracterização do transporte e da dispersão atmosférica devido ao efluente da usina, bem como de outros fenômenos que possam ser influenciados pela micrometeorologia local (ex. torres de refrigeração seca ou úmida).

#### - Hidrologia

Neste item devem ser apresentadas as características hidrológicas com faixas e médias sazonais e valores históricos extremos tanto para os recursos de superfície quanto para os subterrâneos. As informações devem ser fornecidas para os corpos d'água que possam ser afetados pelo efluente da usina ou pelo seu sistema de abastecimento d'água.

#### 3.3.4.2. Aspectos Bióticos

Neste item deve ser apresentada uma descrição da flora e fauna na área de controle da usina, seus hábitos, abundância, cadeias alimentares e sua distribuição espacial e temporal. O levantamento do inventário inicial deve estabelecer a identidade da maior parte dos organismos terrestres e aquáticos, indicando a existência daqueles que devido a sua importância na comunidade ecológica merecem cuidados especiais. Deve ser avaliada a importância relativa da área da usina frente a área regional. Devem ser identificadas tensões ecológicas já existentes, bem como condições que possam levar a estas tensões.

#### 3.3.4.3. Aspectos Sociais, Econômicos e Culturais

Para análise do uso da terra e das águas, em mapas apropriados, devem ser apresentados os limites do perímetro da usina, área de influência direta e área de controle. Terras, corpos d'água, florestas, fazendas, residências, núcleos populacionais, áreas comerciais, unidades industriais, unidades de conservação, etc., devem ser indicados, assim como as atividades e produção que serão substituídas pela implantação da usina. Atividades agrícolas e criação de animais devem ser apresentadas com a sua produção bem como sua projeção. Fatos alheios à implantação da usina e que possam alterar o quadro existente devem ser evidenciados. Os usos dos corpos d'água devem ser apresentados, tanto para as atividades recreacionais (banho, pesca, etc.) quanto as comerciais. Para as atividades comerciais devem ser apresentados os valores da produção, consumo, bem como o seu destino. Os principais locais da pesca (peixes, invertebrados, etc.) próximos à usina devem ser indicados. Os locais, natureza, quantidade presente e projetada de consumo de água de superfície e subterrânea (p. ex. sistema de abastecimento residencial, industrial, irrigação) devem ser conhecidos para os corpos d'água que apresentem alguma possibilidade de contaminação devido ao efluente da usina. A população associada a estas fontes deve ser determinada.

Além dos aspectos sociais e econômicos, o estudo de implantação da usina deve apresentar uma descrição dos aspectos históricos da região. O relatório deve identificar a existência ou não de sítios arqueológicos.

Aspectos arquitetônicos e culturais devem ser descritos e estudados, considerando a integração da usina neste ambiente. Aspectos de incompatibilidade entre a usina e o meio ambiente arquitetônico e cultural devem ser apontados.

### 3.3.5. Estudos dos Efluentes

Neste item deve ser apresentada uma descrição dos efluentes líquidos, sólidos e aéreos. A previsão das características dos efluentes deve ser apresentada qualitativa e quantitativamente. Havendo experiência operacional de usinas de mesma tecnologia e de porte compatível, ela deve ser considerada.

Aspectos de engenharia que influenciem as características dos efluentes emitidos para o meio ambiente devem ser citados.

#### 3.3.5.1. Efluentes Aéreos

As estimativas das quantidades e concentrações liberadas para o meio ambiente devem ser apresentadas. Todos os locais das instalações em que ocorrem liberações para a atmosfera devem ser identificados. Nesta identificação devem ser incluídos os dados referentes a sua altura acima do solo, vazão de liberação, temperatura de emissão e velocidade. Os efluentes de cada um destes pontos devem ser apresentados quantitativa e qualitativamente.

#### 3.3.5.2. Efluentes Líquidos

As estimativas das quantidades e concentrações das fontes de emissão devem ser apresentadas. Efluentes líquidos que contenham poluentes, mesmo que não façam parte da instalação, como rejeitos sanitários, devem ser apresentados. Se a instalação utilizar produtos químicos biocidas no tratamento de incrustações, como cracas, algas e outros, estes devem ser conhecidos.

#### 3.3.5.3. Efluentes Sólidos

As estimativas das quantidades e concentrações liberadas para o meio ambiente devem ser apresentadas.

Todos os locais em que ocorrer liberação das instalações para o meio ambiente devem ser identificados.

Os efluentes de cada um destes pontos devem ser caracterizados.

### 3.3.6. Estudo da Disposição dos Efluentes

Identificados e conhecidos os corpos receptores, a qualidade e as quantidades dos efluentes, estes devem ser estudados e tratados para serem adequados ao meio ambiente, de acordo com a legislação vigente.

Os tratamentos dos efluentes que visam a viabilização do empreendimento deverão ser de comprovada eficiência e suas instalações adequadas ao vulto da obra e à necessidade de proteção do meio ambiente.

A forma do tratamento dos efluentes da usina deverá ser descrita, demonstrando sua capacidade de coletar, controlar, processar, armazenar e liberar, ou não, para o ambiente. O seu modo normal de operação deve ser descrito.

#### 3.3.6.1. Efluentes Aéreos

Estabelecidas as cargas poluidoras e a qualidade do ar exigidas pela legislação, a forma e o modo da liberação dos gases e partículas na atmosfera deverão ser descritas.

Quando os efluentes forem oriundos da chaminé, as recomendações serão resultados de cálculos de dispersão atmosférica, envolvendo eficiência de filtros de material particulado e de filtros de gases, se necessário, altura de chaminés, velocidade de saída dos gases, estudo do clima, etc.

O beneficiamento do combustível deverá ser cogitado.

O depósito e o manuseio de combustível e cinzas deverão dispor de facilidades que evitem a formação de efluentes aéreos.

### 3.3.6.2. Efluentes Líquidos

A forma de liberação do efluente líquido deve ser descrita. Suas características físicas e químicas devem ser apresentadas. O corpo receptor deve ter suas características conhecidas, descrevendo sua capacidade de auto-depuração e de dispersão do efluente. Situações especiais, previsíveis, devem ser mencionadas. Parâmetros que influenciem na destinação devem ser estudados, indicando as medidas para o seu controle.

As especificações de liberação do efluente para o meio ambiente devem ser fixadas demonstrando sua compatibilidade com as regulamentações em vigor.

### 3.3.6.3. Efluentes Sólidos

Os efluentes sólidos, constituídos pelas cinzas volantes e pesadas, podem ser dispostos em silos, em depósitos abertos provisórios ou em áreas para permanência definitiva.

Os locais de disposição e as condições do corpo receptor devem ser analisados de maneira a permitir o funcionamento contínuo da usina, sem prejuízo para o meio ambiente.

O manuseio e disposição devem ser descritos e previstas as situações especiais.

## 3.3.7. Prognóstico das Condições Decorrentes da Construção e Operação da Usina

Deverão ser analisados os aspectos benéficos e adversos do empreendimento.

### 3.3.7.1. Na Atmosfera

As condições de dispersão do efluente na atmosfera devem ser descritas. As concentrações em locais afastados da usina (como centros urbanos, locais de cultura agrícola, etc.) devem ser apresentadas em função das condições de dispersão do efluente.

A avaliação deve ser feita baseada nas diversas condições atmosféricas, considerando, também, a persistência das piores condições na região. Os padrões de qualidade do ar na vizinhança da usina devem ser avaliados. Mecanismos que concentrem poluentes em meios bióticos e abióticos devem ser conhecidos e descritos. Efeitos das torres de resfriamento sobre clima local devem ser descritos. Efeitos imediatos e cumulativos (durante o período de vida útil da usina) devem ser analisados.

Os modelos e as premissas adotados nos cálculos devem ser descritos.

### 3.3.7.2. No Meio-Aquático

As condições ambientais devido ao efluente líquido devem ser avaliadas, considerando, principalmente, a tomada e descarga da água de refrigeração. O impacto do sistema de tomada e descarga deve ser apresentado, principalmente, sobre a fauna e flora local. O efeito do aumento da temperatura da água sobre o ambiente deve ser descrito, quer seja na superfície de um rio, lago, estuário, etc. As alterações físicas e biológicas desta descarga sobre o meio ambiente devem ser descritas.

Poluentes no efluente serão dispersos e/ou concentrados em meios bióticos e abióticos. Os seus mecanismos de diluição e concentração devem ser apresentados e suas concentrações no corpo d'água receptor previstas, comparando-os aos padrões de qualidade permitidos. Situações extremas, modelos e premissas adotadas nos cálculos devem ser descritos.

### 3.3.7.3. No Solo

O estado dos solos junto aos pátios de combustível, depósitos de cinzas e tanques de decantação deverá ser testado, comparando-o com as análises das águas do mesmo local, antes do início das operações.

### 3.3.7.4. Aspectos Sociais e Econômicos

Descrição dos Efeitos decorrentes da construção e operação do empreendimento no sistema social e econômico.

### 3.3.8. Recomendações para a Etapa de Projeto Básico/Executivo

Neste item devem ser apresentados os impactos que merecerão cuidados especiais durante a etapa de Projeto Básico e Executivo, considerando o impacto sobre o meio ambiente.

Soluções propostas para a minimização dos efeitos da instalação sobre o meio ambiente devem ser apresentadas e avaliadas.

Estudos mais aprofundados e que necessitem ser mantidos por um período de tempo mais prolongado devem ser recomendados.

Devem ser recomendados sistemas de engenharia que minimizem o impacto da construção e operação da instalação sobre o ambiente, discutindo-se as possíveis alternativas.

As estimativas de custo devem ser apresentadas em função das recomendações.

Relações de custo x benefício, quando quantificáveis, devem ser apresentadas em função das recomendações.



### 3.4. Projeto Básico/Executivo

#### 3.4.1. Objetivos do Estudo

Nesta etapa serão desenvolvidos os projetos dos equipamentos e sistemas necessários ao tratamento dos efluentes, de acordo com as recomendações da etapa de viabilidade.

Durante esta etapa, quando for necessário, serão efetuados estudos e recomendações de forma a suprir o projeto de dados complementares, de maneira a facilitar e adequar o seu desenvolvimento.

Poderão ocorrer nesta etapa problemas técnicos ou de custos que forcem a modificação da solução de tratamento adotada.

Deverá ser averiguado se as instalações projetadas atendem, em condições normais de funcionamento, às finalidades propostas.

Experiências de outras usinas do mesmo porte e tecnologia deverão ser absorvidas para auxiliar o projeto.

Durante esta etapa deverá ser desenvolvido o plano de monitoramento ambiental. As instalações e facilidades para a execução desta tarefa deverão ser apuradas de forma a entrarem em operação na ocasião correta.

#### 3.4.2. Projeto para Minimização do Impacto Social

Durante a construção da usina há uma concentração de mão-de-obra qualificada e mesmo sem qualificação, que normalmente irá pressionar a estrutura social pré-existente. O projeto de minimização do impacto social deve prever de que maneira este assunto será encaminhado, ressaltando o desenvolvimento de planos e programas para incrementar os aspectos positivos resultantes da construção e operação do empreendimento.

#### 3.4.3. Projeto de Tratamento e Disposição de Efluentes

##### 3.4.3.1. Efluentes Aéreos

###### - Emissão de Óxidos de Enxofre (SOx)

Deverá ser realizada, nesta etapa, um projeto de adequação das emissões de SOx, de acordo com a necessidade de redução já prevista durante a etapa de Viabilidade.

A redução de SOx será possível através de processos baseados nos seguintes princípios: beneficiamento ou substituição de combustível, aditivos na queima, filtros na saída dos gases ou dispersão atmosférica.

A adequação do combustível usado e os custos deverão ser também considerados.

###### - Material Particulado

A emissão de material particulado pela chaminé deve ser adequada através de um projeto detalhado. Dependendo da eficiência desejada existem várias formas de captar este material da emissão ao ar.

Deverão ser realizados projetos específicos para minimizar a emissão de material particulado no manuseio de combustível.

- Demais Efluentes

O projeto da queima do combustível deve ser otimizado de modo a obter-se níveis satisfatórios nas emissões de óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos (HC).

3.4.3.2. Efluentes Líquidos

- Efluentes da Drenagem do Combustível Estocado

Nesta etapa deve ser realizado um projeto de tratamento do efluente da drenagem na área do combustível estocado.

Também deve ser feito o projeto para a área de armazenamento e manuseio do combustível de modo a evitar a contaminação do lençol freático, incluindo, se necessário, o revestimento da área de estocagem, sistema de canais, bacia de equalização e uma unidade de tratamento químico.

- Efluente da Drenagem da Bacia de Cinzas

Uma das soluções mais comuns da disposição de cinzas de uma termelétrica é por via úmida. Este projeto deve ser resultado da observação do pH, teor de metais pesados e teor de sólidos em suspensão do efluente líquido final.

- Efluente do Sistema de Refrigeração

Devem ser projetadas instalações de tratamento dos efluentes da água de refrigeração para adequá-las às especificações de liberação no meio ambiente.

- Efluente do Sistema de Desmineralização da Água

O processo de tratamento dos efluentes decorrentes da desmineralização da água deverá ser adotado em função dos padrões de qualidade exigida para a mesma.

- Efluente da Purga da Caldeira

Deverá ser feito um projeto que trate o efluente da purga da caldeira, adequando-o para liberação ao meio ambiente.

- Efluente da Limpeza de Caldeira

O projeto deve prever a minimização dos efeitos negativos provocados pelos efluentes da limpeza química dos metais diretamente em contato com o fogo, com a água da caldeira, com a água de refrigeração e com os gases de combustão.

- Demais Efluentes

Nesta etapa deverão ser realizados projetos de:

- proteção e contenção de derrames e vazamentos;
- tratamento de efluentes sanitários;
- drenagem geral.

### 3.4.3.3. Efluentes Sólidos

#### - Cinzas

O projeto em questão deve ser subdividido em dois projetos: de cinza leve e de cinza pesada. O projeto deverá detalhar os equipamentos de captação de cinza leve, bem como o processo de remoção da cinza pesada. A disposição final destes rejeitos deve constar claramente no projeto.

#### - Sólidos Resultantes do Tratamento d'Água

Nesta fase, deverá ser realizado um projeto para remoção de sólidos em suspensão, areia e matéria orgânica bruta da água captada. Também é necessária a remoção de sólidos resultantes da precipitação química das impurezas contidas na água tratada da usina.

#### - Sólidos do Sistema de Tratamento de Esgoto

Deve-se aqui realizar um projeto de disposição dos sólidos no tratamento do esgoto.

### 3.4.4. Projeto do Sistema e Definição do Programa de Monitoramento das Condições Ambientais

O projeto de monitoramento tem como objetivo observar as condições ambientais decorrentes da implantação da usina, fornecendo elementos indicativos para eventuais necessidades de reprogramação do projeto original.

Com a instalação de unidades de tratamento dos efluentes sólidos e líquidos, as usinas termelétricas poderão operar sem danos consideráveis ao meio ambiente.

#### - Monitoramento do Dióxido de Enxofre

Com referência aos efluentes aéreos existem diversos sistemas de monitoramento passíveis de serem executados para o controle da qualidade do ar. Entre estes sistemas, poderíamos destacar os indicadores biológicos, químicos e estáticos. Fica claro que quanto mais sistemas forem colocados, mais facilmente poderão ser detectados possíveis problemas.

#### - Monitoramento do Material Particulado

O monitoramento do material particulado no meio ambiente é uma tarefa mais fácil e imediata, porém não menos importante.

Recomenda-se a colocação de pelo menos um instrumento de monitoramento em cada área sensível.

#### - Monitoramento de Óxidos de Nitrogênio, Monóxido de Carbono, Hidrocarbonetos e Oxidantes Fotoquímicos

Estes elementos devem ser monitorados constantemente apesar de, normalmente, em usinas termelétrica, encontrarem-se em quantidades menores do que o dióxido de enxofre e o material particulado.

### 3.5. Construção

Durante a etapa de construção podem ocorrer danos ao meio ambiente, decorrentes da própria construção da usina. Os efeitos ambientais consequentes deverão ser apenas passageiros, restringindo-se seus efeitos ao processo de construção do empreendimento. Deve ser dada atenção, principalmente, a obras de terraplanagem e movimentação de equipamentos e materiais necessários.

### 3.6. Operação do Empreendimento

#### 3.6.1. Objetivo

O objetivo é constatar se os projetos de tratamento atenderam a adequação dos efluentes da termelétrica ao meio ambiente, reavaliando, conforme o caso, as soluções e sugerindo outras mais eficientes.

Cumpra à operação de monitoramento a tarefa de prevenir efeitos nocivos ao meio ambiente.

Devem ser coletados e organizados dados de interesse do meio ambiente para comparações e estudos.

#### 3.6.2. Operação do Sistema de Monitoramento das Condições Ambientais

O sistema de monitoramento deve assegurar que o meio ambiente esteja sendo realmente conservado.

Deve ser operado de acordo com as premissas estabelecidas em projeto, antecipando-se ao funcionamento da usina para que possam ser avaliadas as condições existentes antes e depois da implantação.

#### 3.6.3. Reavaliação do Projeto de Monitoramento

O projeto de monitoramento poderá ser revisado e modificado caso se verifique estar inadequado à finalidade.

As avaliações indiretas dos efeitos ambientais realizadas através de observações efetivas de mudanças de flora e fauna, em locais não monitorados, devem ser auxiliares contínuos da adequação do monitoramento.

#### 3.6.4. Projeto para Situações de Emergência

Deve ser executado um projeto que defina rotinas a serem seguidas nas situações de emergência.

## 4. LINHAS DE TRANSMISSÃO E SUBESTAÇÕES

### 4.1. Introdução

Uma conscientização ecológica cada vez maior da sociedade tende a exigir projetos cada vez mais integrados ao meio ambiente. Com isso, os projetos além de atender a critérios técnico-econômicos e respeitar a disposições legais, têm de atender ao critério de preservação e conservação do meio ambiente físico, biológico, sócio-econômico e cultural.

As linhas de transmissão e subestações são na realidade parte de um projeto maior de geração. No entanto, dada a sua importância para o meio ambiente, julgou-se melhor tratar do assunto em separado.

As transformações ambientais decorrentes da implantação de linhas de transmissão e subestações, ainda que importantes, são de pequeno vulto quando comparadas com as dos empreendimentos de geração.

Os estudos ambientais em linhas e subestações iniciam-se na etapa de viabilidade/projeto básico. Seguindo a mesma orientação adotada nos outros capítulos, resolveu-se não criar nenhuma etapa em separado para os estudos de meio ambiente, acompanhando o mesmo desenvolvimento adotado na área de engenharia.

### 4.2. Viabilidade/Projeto Básico

#### 4.2.1. Objetivos dos Estudos

Estes estudos têm por finalidade conduzir a recomendações que influirão nos estudos de viabilidade e nos projetos básicos das linhas de transmissão e das subestações, através da consideração de todas as influências recíprocas entre o meio ambiente e o sistema que interfiram com as diversas alternativas, mediante o levantamento preliminar dos custos financeiros e sociais conseqüentes.

Estas indicações serão utilizadas pelos setores de engenharia, que definirão as melhores localizações e traçados das subestações e linhas, bem como os critérios e dados básicos de projeto, levando em conta seus efeitos sobre o meio ambiente.

#### 4.2.2. Traçado e Localização

Caracterização geral das regiões a serem atravessadas pela linha de transmissão, ou das alternativas de áreas para localização das subestações.

##### - Unidades de Conservação

Identificar e delimitar, em mapas adequados mencionando-se todas as suas particularidades, as seguintes áreas:

- . Áreas de proteção ambiental;
- . Parques Nacionais;
- . Estações Ecológicas;

- . Reservas Florestais;
- . Florestas Nacionais;
- . Mananciais;
- . Reservatórios de água;
- . Outras unidades de conservação específicas.

#### - Reservas Indígenas

Identificar e delimitar, em mapa adequado, as reservas indígenas, áreas interditadas, demarcações e presença indígena, em povoações fixas e/ou em perambulação. Levantar, mediante ligações com a Funai e trabalhos de campo, a história e tradições da população indígena, visando identificar cemitérios e outras áreas que devam ser especialmente protegidas consoantes as tradições e rituais da população indígena.

#### - Obras de Engenharia

Identificar e localizar, em mapa adequado, as rodovias, ferrovias, aeroportos, hidrovias, oleodutos, gasodutos, aquedutos, linhas de transmissão de energia, linhas telefônicas, torres de microonda, e outras obras existentes e projetadas que possam constituir obstáculo para a passagem da linha ou implantação da subestação, assinalando os requisitos e distâncias mínimas impostos ao projeto por essas instalações.

#### - Cidades, Vilas, Loteamentos, Povoações e Patrimônios Arqueológicos, Históricos, Culturais e Paisagísticos

Identificar e localizar em mapa adequado, levantando-se as limitações e restrições legais específicas.

#### - Atividades Extrativas Vegetais e Minerais

Levantar as atividades supracitadas, implantadas, programadas e inventariadas; expansões e atual estágio de operação; investimentos realizados e estatísticas de produção e situação legal junto aos órgãos competentes.

#### - Atividades Agro-Pastoris

Levantar as atividades agro-pastoris implantadas e programadas, investimentos realizados e estatísticas de produção.

#### - Avaliação das Interferências

É necessário que se identifique as interferências entre linhas ou subestações e o meio ambiente, para as diversas alternativas de projeto. Estas interferências podem ser mensuráveis economicamente ou não.

#### - Interferências Não Mensuráveis Economicamente

Verificar quais as interferências de caráter social, cultural e paisagístico, não quantificáveis economicamente e que devam ser consideradas, antes da definição final do traçado da LT ou localização da SE.

#### - Interferências Mensuráveis Economicamente

Levantar as interferências supracitadas e orçar as despesas necessárias para a adequada proteção ao meio ambiente. Levar em conta tais despesas na escolha do traçado final da LT ou seleção do local da SE.

**- Aspectos Institucionais**

Para cada traçado ou localização proposta, verificar, com o apoio nos dados levantados, quais as interferências com o meio ambiente que estejam regulados por lei ou controladas por órgão oficial. No caso, deverão tais órgãos ser consultados para fixação da diretriz e/ou da localização final.

Relacionam-se a seguir as principais instituições que devem ser consultadas tendo em vista a interferência com o meio ambiente:

**. Fundação Nacional do Índio - FUNAI**

Deverá ser contactada toda vez que uma linha de transmissão ou subestação interfira em uma reserva indígena.

**. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF**

É o órgão responsável pela formulação da política florestal e pela administração dos parques nacionais, florestas nacionais, reservas biológicas, etc.

**- Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN**

É o órgão responsável pela proteção do patrimônio histórico e artístico nacional, no qual se incluem os "sítios e paisagens que importe conservar e proteger pela feição notável com que tenham sido dotados pela natureza...".

**- Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA e Órgãos Estaduais de Meio Ambiente**

São os órgãos que disciplinam o uso dos recursos naturais visando a conservação do meio ambiente. Promovem a elaboração de normas e padrões relativos à preservação do meio ambiente, em especial, dos recursos hídricos. Controlam o nível da poluição provocada por estabelecimentos industriais.

**- Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA**

Promove o reassentamento das populações rurais e disciplina o parcelamento das terras rurais.

**- Ministério da Aeronáutica**

Estabelece as restrições ao aproveitamento das áreas vizinhas dos aeródromos, heliportos e áreas de auxílio à navegação aérea.

**- Ministério das Comunicações**

Estabelece os padrões e níveis máximos de interferência nas comunicações (rádio e televisão).

**- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT**

Estabelece as condições básicas para o projeto de linhas e subestações de transmissão de energia elétrica de modo a garantir níveis mínimos de segurança e limitar perturbações em instalações próximas.

- Empresas brasileira de Turismo - EMBRATUR/MIC

Disciplina o uso e ocupação das áreas especiais e locais especiais de interesse turístico.

- Empresas Públicas de Planejamento Urbano

Estabelecem o planejamento do uso da terra, particularmente das regiões metropolitanas, em conformidade com a legislação pertinente.

- Concessionárias de Serviços Públicos (DNER, DER's, RFFSA, Companhias Concessionárias de Energia Elétrica, etc.)

Estabelecem as restrições quanto a travessias, cruzamentos, aproximações e paralelismos das linhas de transmissão com suas instalações (rodovias federais e estaduais, ferrovias, linhas de transmissão, etc.).

- Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM/MME

Estabelece o controle e mapeamento das jazidas minerais em exploração e passíveis de exploração futura.

- Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRÁS/MME

Disciplina a aproximação da LT com os poços em exploração e passíveis de exploração futura e com suas instalações de transporte de petróleo bruto e gás natural (oleodutos e gasodutos).

- Consulta às Comunidades Interessadas

No processo de escolha de traçado de linhas e localização de subestações, é necessário que a comunidade e órgãos envolvidos sejam consultados, o que pode ser feito através de um programa de comunicação social.

Para que isso possa ser convenientemente alcançado é, muitas vezes, necessária a participação dos vários segmentos representativos das comunidades locais. De modo geral, identificam-se quatro segmentos básicos diretamente interessados no fornecimento adequado e confiável de energia elétrica e na integração harmoniosa dos projetos das linhas de transmissão e subestações ao meio ambiente, que são:

- os poderes público municipal, estadual e federal;
- os consumidores de energia elétrica em geral;
- os proprietários das terras que serão utilizadas para passagem das LT's ou implantação das SE's;
- o público em geral.

Com vistas à integração harmoniosa do empreendimento ao meio ambiente é recomendável, na etapa de viabilidade/projeto básico, implementar programas de comunicação visando esses segmentos. Esses programas podem se concretizar através do intercâmbio de informações entre as empresas concessionárias e instituições técnico-científicas, órgãos ou entidades públicas ou privadas e o público em geral representado por suas organizações. Os meios para realização desse intercâmbio podem ser:



- divulgação das grandes linhas do projeto através dos veículos de comunicação de massa - jornais, rádio e televisão;
- contatos e negociações diretas com os proprietários das terras a serem ocupadas;
- planejamento integrado com as entidades públicas municipais, estaduais e federais e com os consumidores (concessionárias estaduais);
- promoção de conferências, palestras e debates com os organismos representativos da sociedade - clubes de serviço, entidades de classe e instituições técnico-científicas.

#### 4.2.3. Impacto do Meio Ambiente sobre a LT ou a SE

Evitar, ou minimizar, os efeitos da poluição que possam contribuir para a diminuição da vida útil e da eficiência operacional das instalações.

É, pois, necessário evitar-se a proximidade de indústrias que emanem fumaças ou gases corrosivos que ataquem a galvanização das estruturas, as ferragens, os cabos condutores, e provoquem a poluição dos isoladores, sobretudo se os ventos dominantes na região favorecem a ação nociva desses elementos. Da mesma maneira, evitar a proximidade de pedreiras, depósitos de explosivos ou combustível, refinarias, fornos de cal, salinas, etc. Na impossibilidade de se obter traçados ou localizações alternativos, estudar soluções especiais de projeto. Em áreas industrializadas, a escolha do traçado de uma linha e a localização de uma subestação poderão exigir o monitoramento da região, visando detectar poluentes, sua natureza e a intensidade da poluição.

Sumarizar as recomendações de providências de proteção ao meio ambiente, considerando apenas aquelas referentes ao traçado final da LT ou localização definitiva da SE.

#### 4.2.4. Critérios de Projeto

Levar em conta, no estabelecimento dos critérios de projeto, a necessidade de atenuar o impacto no meio físico, minimizando a área afetada.

- No caso de linhas de transmissão isso é obtido buscando-se minimizar a largura da faixa necessária para passagem da linha e o corte de árvores dentro e próximo à faixa, através de desmatamento seletivo. Em casos especiais poderá ser necessária a solução de linha de transmissão compacta ou linha subterrânea, sobretudo nos grandes centros urbanos.

- No caso de subestações a redução da área afetada pode ser conseguida através do uso de patamares para cada setor e de um arranjo compacto dos componentes da instalação, tais como subestações blindadas, principalmente nos grandes centros urbanos.

No estabelecimento dos critérios de projeto, levar em conta a necessidade de atenuar o impacto visual, procurando conceber padrões de estrutura que melhor se harmonizem com o meio ambiente, e aproveitando as condições do terreno e vegetação para minimizar esse impacto.

Levar em conta, também, efeitos elétricos, tais como interferência em equipamentos de comunicação, ruídos audíveis, indução eletrostática e eletromagnética, elevação de potencial de terra, descargas elétricas, etc.

#### 4.2.5. Aspectos Especificamente Aplicáveis a Linhas de Transmissão

Considerar o uso múltiplo das faixas sob as linhas, visando sua ocupação planejada. Naturalmente o incentivo ou não do uso múltiplo das faixas está vinculado à política de cada empresa, visando sempre atender às atuais exigências de melhor aproveitamento da terra. Entretanto, no sentido de se preservar a segurança dos próprios usuários das faixas, a confiabilidade do sistema e a integridade das instalações, devem ser adotados critérios que assegurem condições de segurança no uso múltiplo das faixas.

Aproveitar, tanto quanto possível, a ampliação das faixas de passagem existentes para as novas LT's. As vantagens e desvantagens de localizar uma nova linha de transmissão adjacente ou afastada das linhas existentes devem ser consideradas.

Onde possível, usar estruturas de circuito duplo para reduzir a largura da faixa.

Adotar solução de projeto com largura de faixa variável em função das diferentes regiões atravessadas pela LT.

Onde existe uma LT de concepção antiga, é preferível que a implantação de uma nova linha paralela, com as mesmas características, siga a mesma concepção, mesmo que já se disponha de estruturas de melhor aspecto visual.

Evitar, sempre que possível, terrenos muito ondulados, encostas laterais e regiões de difícil acesso, visando minimizar desmatamentos para implantação das estruturas e das estradas de acesso necessárias a construção e manutenção da LT.

Evitar terrenos alagadiços ou sujeitos a inundações, terrenos rochosos e montanhosos (fundos de vales e cristas de serras, encostas íngremes, etc.). Evitar extensões abertas de água e pântanos e, particularmente, aquelas áreas utilizadas como rotas de vôo pelas aves migratórias e por outras aves. Evitar, também, áreas onde há vida animal, como aquelas onde as aves formam os ninhos e se criam.

Definir, sempre que possível, a faixa total a ser ocupada por linhas paralelas, previstas no horizonte do plano de expansão, em épocas diversas, visando minimizar os custos econômicos e sociais da definição das faixas de servidão em épocas distintas.

#### 4.2.6. Aspectos Especificamente Aplicáveis a Subestações

Evitar grandes movimentações de terra, para a implantação da subestação e das estradas de acesso. Para isso, evitar a escolha de áreas em terrenos elevados e íngremes, em terrenos afastados das estradas; adotar soluções de níveis múltiplos para minimizar os cortes e aterros, etc.

Evitar, tanto quanto possível, grandes projetos com grande concentração de potência e muitas saídas de linha, sobretudo em áreas populosas, áreas cênicas, nas proximidades de parques, monumentos, etc.

Escolher o terreno e definir o "arranjo" e os parâmetros de projeto, tanto quanto possível, coordenado com os órgãos locais de planejamento, para assegurar a máxima compatibilidade entre as instalações e o uso da terra no presente e no futuro. Considerar o crescimento previsto da cidade.

Sempre que possível, usar estruturas funcionais e simplificadas em lugar dos tipos convencionais de treliça, para melhorar a aparência global das instalações. Adotar projeto estrutural e arquitetônico que se harmonize com os arredores da subestação.

Subestações de transmissão, sempre que possível, devem ser localizadas, nos arredores das cidades, de forma a poder contar com a infra-estrutura existente, evitando a construção de grandes almoxarifados, oficinas, depósitos, residências para operadores, etc.

Levar em conta, no estudo de viabilidade/projeto básico e no estabelecimento dos dados básicos de projeto, as expansões futuras até a configuração limite prevista para a subestação.

Estudar alternativas de subestação híbrida ou subestação blindada em SF6, entradas subterrâneas, etc., onde houver limitações no espaço disponível e restrições urbanísticas.

### 4.3. Projeto Executivo

#### 4.3.1. Objetivos dos Estudos

Estes estudos têm por objetivo o detalhamento das ações e respectivos custos para proteção ambiental na faixa de passagem das linhas de transmissão e na área de localização da subestação e de suas respectivas zonas de influência.

#### 4.3.2. Aspectos Comuns a Linhas de Transmissão e Subestações

Estabelecer, nas especificações de construção, procedimentos específicos com vistas a reduzir os impactos sobre o meio ambiente.

##### 4.3.2.1. Desmatamento

Especificar, de modo seletivo, o desmatamento, restringindo-o ao mínimo, tanto para a implantação da obra propriamente dita, quanto para as áreas destinadas aos canteiros de obras, acampamentos, almoxarifados, etc., observando-se as normas e recomendações existentes a respeito.

Evitar desmatamento e cortes no terreno que desencadeiem ou acelerem processo de erosão e/ou de represamento de águas, a fim de prevenir instabilidade das estruturas e/ou de benfeitorias em suas proximidades. Além disso, o volume de solo carregado pelas águas pode provocar o assoreamento de rios da região, causando inundações nas estações chuvosas. Por outro lado, a erosão pode ainda prejudicar mananciais, afetando a qualidade de água que supre populações próximas.

Em caso de necessidade, elaborar instruções detalhadas quanto a metodologia de utilização de herbicidas e corantes, levando em conta os efeitos ambientais e tendo em mente que seu uso inadequado pode impedir aproveitamentos do solo para atividades agro-pastoris, contaminar mananciais locais e propagar seus efeitos para outras áreas através das águas pluviais.

Elaborar instruções detalhadas quanto ao uso de materiais e/ou substâncias perigosas, relativamente à armazenagem, transporte, métodos de utilização, manuseio e descarte, no sentido de orientar o pessoal usuário. Tais instruções devem se basear nas recomendações dos fabricantes, nas normas de proteção ao meio ambiente e na literatura disponível.

Elaborar, para casos particulares, projetos específicos para proteção ao meio ambiente.

Elaborar o programa de acompanhamento para execução dos projetos de proteção ambiental constantes das especificações da construção.

#### 4.3.3. Aspectos Especificamente Aplicáveis a Linhas de Transmissão

Levar em conta, na plotação das torres, as providências necessárias para atenuar o impacto visual, procurando evitar vistas longas de linhas paralelas a rodovia e ferrovias.

Evitar os cruzamentos em rodovias e ferrovias nas proximidades de interseções nos pontos elevados, para que as torres não sejam visíveis a grandes distâncias, sobre as pontes rodoviárias e ferroviárias, etc. Cruzar, onde possível, em uma depressão ou uma curva para reduzir ao máximo a visibilidade da LT.

Evitar áreas que impliquem em relocações de estradas, linhas telefônicas, linhas de transmissão existentes, reassentamento de populações e outras relocações.

Evitar as extensões de linha a céu aberto, sobretudo na vizinhança dos aglomerados urbanos, áreas de lazer e recreação, áreas cênicas, sítios históricos, etc. Tirar proveito, tanto quanto possível, da proteção natural oferecida pelas árvores e os contornos do terreno, para camuflar a LT.

Evitar as verdadeiras "florestas" de estruturas onde as linhas convergem para uma mesma subestação. A aparência global é melhorada com estruturas de concepção e dimensões similares, instaladas de maneira ordenada e com flechas uniformes para todas as linhas.

Aproveitar, tanto quanto possível, a ampliação das faixas de passagem existentes, para as novas LT's.

Evitar, sempre que possível, estruturas instaladas junto às rodovias, ferrovias e áreas abertas ao público em geral. Onde possível, usar estruturas de circuito duplo para reduzir a largura da faixa.

#### 4.3.4. Aspectos Especificamente Aplicáveis a Subestações

Levar em conta, no detalhamento do projeto, os impactos ao meio ambiente com relação às áreas de captação de água de serviço, drenagem de águas pluviais e encaminhamento de esgotos sanitários.

Observar sempre a necessidade de dotar a instalação de poços de captação e recuperação de óleo mineral isolante, de forma a evitar o seu lançamento nos drenos de águas pluviais em casos de acidentes.

Adotar projetos de iluminação para os pátios externos compatíveis com as necessidades de operação e manutenção, de maneira a evitar o realce inadequado das instalações no meio ambiente.

Levar em conta, no detalhamento do projeto, os cuidados necessários para evitar a transferência de potenciais perigosos para fora da subestação através de rede d'água, rede telefônica, etc. Considerar, nas áreas urbanas, o uso de muros de alvenaria na periferia da subestação, isto é, no limite da propriedade, em lugar de cercas metálicas.

Para atenuar o impacto visual, sobretudo em área urbanas, ter em mente a necessidade de tratamento paisagístico com cercas vivas ao longo da cerca externa da subestação, jardins, arruamentos, etc., compatíveis com os arredores.

Prevenir a instalação contra riscos de incêndio e sua propagação.

Proteger as áreas não utilizadas e previstas para a expansão futuras para prevenir danos a subestação e aos terrenos vizinhos.

#### 4.3.5. Recomendações para a Etapa de Construção

Planejar a prevenção de incêndios florestais e nos canteiros de obras, através do treinamento do pessoal e de um programa de inspeção, durante toda a fase de construção.

Considerar a utilização de helicópteros para acesso a pontos situados em áreas que não podem ser desmatadas por razões visuais, pelo significado histórico, para preservar unidades de conservação, etc.

Prevenir a erosão do solo ao longo da faixa da LT, ou área da SE, motivada pelos serviços de terraplenagem.

Escolher jazidas de empréstimo para aterros, brita, etc., de modo a minimizar os efeitos ambientais decorrentes.

Quando for necessário efetuar explosões, proteger a fauna e a flora existentes, através do adequado abafamento do ponto a ser detonado ou por meio de métodos alternativos.

Recompôr os cortes, aterros e outras áreas utilizadas, com vistas a reduzir a erosão, restabelecendo, tanto quanto possível, a aparência original e as condições para suprimento de alimento à fauna local.

Revegetalizar as áreas degradadas, incentivando o crescimento de grama e vegetação ecologicamente desejável.

Reintegrar, tanto quanto possível, as áreas de acampamentos, almoxarifados, etc. às condições ambientais locais.

#### **4.4. Construção**

##### **4.4.1. Objetivos dos Estudos**

Avaliação e implantação de medidas de proteção ao meio ambiente face a impactos conseqüentes de alterações em projetos e/ou metodologias de construção.

##### **4.4.2. Aspectos Comuns a Linhas de Transmissão e Subestações**

Fiscalizar a correta aplicação dos requisitos referentes à proteção ambiental, constantes das especificações de construção.

Reavaliar as condições da obra com os órgãos de projeto, quando da ocorrência de situações imprevistas. A colocação de estacas e/ou movimentação de terras, por exemplo, podem provocar interferências que terão que ser sanadas na fase de construção.

Após o término da obra, remover as instalações e os materiais não utilizados do canteiro de obras e todo o lixo ou sobra de material dispensável, recompondo as áreas com tratamento paisagístico adequado.

##### **4.4.3. Aspectos Especificamente Aplicáveis a Linhas de Transmissão**

Aproveitar ao máximo as vias de acesso existentes para os locais de implantação das LT's, somente construindo novas vias quando necessário e, neste caso, observar os critérios da etapa de projeto executivo com relação ao desmatamento, erosão, etc. Após o término da obra manter somente as vias permanentes necessárias aos serviços de manutenção, recompondo, tanto quanto possível, o aspecto original da área.

Ao executar desmatamentos e cortes no terreno evitar o desencadeamento ou aceleração de processos de erosão e/ou de represamento de águas, a fim de prevenir instabilidade das estruturas e/ou de benfeitorias em suas proximidades. Além disso, o volume de solo carreado pelas águas pode provocar o assoreamento de rios da região, causando inundações nas estações chuvosas. Por outro lado, a erosão pode, ainda, prejudicar mananciais, afetando a qualidade de água que supre populações próximas.

Dar preferência ao desmatamento por métodos mecânicos. Quando for necessário o uso de herbicidas, levar em conta os efeitos sobre o meio ambiente, disciplinando:

- os locais de aplicação;
- o modo de aplicação;
- a especificação do herbicida e respectiva licença;
- a especificação do corante.

Deve-se ter em mente que seu uso inadequado pode impedir aproveitamento do solo para atividades agro-pastoris, contaminar mananciais locais e propagar seus efeitos para outras áreas através das águas pluviais.

##### **4.4.4. Aspectos Especificamente Aplicáveis a Subestações**

Implantar os canteiros de obras nos centros urbanos de modo a prevenir a poluição visual.

**Prever instalações sanitárias e condições de higiene adequadas ao local, a fim de evitar interferências com a comunidade vizinha.**

**Compatibilizar com o tipo de local, o nível de ruído e o horário de trabalho de execução da obra.**

**Utilizar métodos alternativos para remoção de material rochoso, evitando-se o uso de explosivos nos centros urbanos.**



## 4.5. Operação

### 4.5.1. Objetivos dos Estudos

Estudar as recomendações e dados de projeto, e verificar os impactos ambientais ocorridos para correção do sistema em operação e fornecimento de subsídios para novos projetos de linhas de transmissão e subestações.

Estudar e aprovar os projetos específicos de uso múltiplo para faixas de linhas de transmissão em operação.

Estudar os novos condicionamentos ambientais e recomendações para adequação das linhas e subestações em operação às condições atuais.

### 4.5.2. Aspectos Comuns a Linhas de Transmissão e Subestações

Acompanhar a operação do sistema, visando determinar a necessidade de medidas corretivas e subsidiar futuros projetos.

Avaliar os procedimentos de manutenção, visando adequá-los aos padrões de conservação ambiental local.

Dar preferência a métodos mecânicos de controle de crescimento de vegetação. Quando necessário o uso de herbicidas durante os procedimentos de manutenção, controlar a sua utilização levando em conta os efeitos sobre o meio ambiente, e disciplinando:

- os locais de aplicação;
- o modo de aplicação;
- a especificação do herbicida e respectiva licença;
- a especificação do corante.

Deve-se ter em mente que o uso inadequado de herbicidas pode impedir aproveitamento do solo para atividades agro-pastoris, contaminar mananciais locais e propagar seus efeitos para outras áreas através das águas pluviais.

Elaborar instruções detalhadas quanto ao uso de materiais, substâncias perigosas, relativamente a armazenagem, transporte, métodos de utilização, manuseio e descarte, no sentido de orientar o pessoal usuário. Tais instruções devem se basear nas recomendações dos fabricantes e nas normas de proteção ao meio ambiente com relação ao produto considerado e na literatura disponível.

Controlar periodicamente o estado geral das instalações de tal forma que sejam mantidos os parâmetros de projeto.

### 4.5.3. Aspectos Especificamente Aplicáveis a Linhas de Transmissão

Incluir na atividade de inspeção aérea e terrestre da LT observações sobre erosão do solo, condições inadequadas de vegetação e ocupação da faixa de passagem.

Manter a vegetação nativa, poupada durante a construção e que não interfira com a integridade da LT, mormente no caso de ser relevante para a fauna, em conformidade com as condições ambientais locais.

#### 4.5.4. Aspectos Especificamente Aplicáveis a Subestações

Harmonizar os prédios e equipamentos da SE com as construções locais, em vista, naturalmente, de modificações profundas ocorridas nas adjacências.

Manter o nível de ruído, principalmente o causado por transformadores, dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente.

Utilizar, em áreas de alta densidade demográfica, equipamentos adequados para execução dos serviços, evitando improvisações ruidosas, principalmente para execução de serviços noturnos.

Controlar, periodicamente, a resistência e conexões da malha de terra, para assegurar as condições iniciais de projeto.

Controlar vazamentos de óleos e outros materiais ou substâncias poluentes para evitar contaminação através das águas pluviais ou outros corpos d'água.

## PARTICIPANTES DA ELABORAÇÃO DO MANUAL

O Manual de Estudos de Efeitos Ambientais dos Sistemas Elétricos foi elaborado por um grupo de trabalho composto por técnicos das Empresas do Setor Elétrico, sob a coordenação da ELETROBRÁS, a partir dos Termos de Referência debatidos entre aqueles técnicos e representantes da SEMA, do DNAEE e da FINEP.

A gestão dos trabalhos relacionados com o Manual foi realizada pela ELETROBRÁS e esteve sob a responsabilidade das seguintes pessoas:

- Antônio Carlos Tatit Holtz  
Diretor de Planejamento e Engenharia
- Akio Miyamoto  
Chefe do Departamento de Recursos Energéticos
- Nelson da Franca Ribeiro dos Anjos/Sérgio Barbosa de Almeida  
Chefes da Divisão de Recursos Hídricos
- Luiz Gonzaga de Oliveira Toulous  
Coordenador do Projeto

Acompanharam a redação do Manual, por parte da ELETROBRÁS, os seguintes técnicos:

- Eduardo King Carr
- Maria Cristina Cals de Oliveira
- Maria Izabel Granja
- Norma Soares Bond
- Ricardo Penna Chaves
- Suely Spiguel
- Ari Sardinha Parreiras

A responsabilidade de elaboração do Manual foi dividida entre os técnicos das empresas do setor de acordo com a etapa de projeto e/ou tipo de empreendimento, da seguinte forma:

- Aproveitamentos Hidrelétricos
  - Etapas de Estimativa do Potencial e de Inventário
  - Marcos Antonio Schwab - ELETROSUL - Coordenação
  - Eduardo Withers de Almeida - ELETROSUL
  - Fernando Ferreira da Silva - ELETROSUL
  - Hector Raul Muñoz Espinosa - ELETROSUL
  - Joanito Campos Júnior - CEMIG
  - Willy Antonio Pereira - ELETRONORTE
  - Paulo Roberto Jurema Dutra - CHESF
  - José C. Miranda - CHESF

**Etapas de Viabilidade, Projeto Básico, Projeto Executivo, Construção e Operação**

- Fernando Bidegain Neto - CESP - Coordenação
- Roberto Arn't Santana - CESP
- Jalcione Nazareno Nunes Diniz - CESP
- José Geraldo Araújo - CHESF
- Frederico Reichmann Neto - COPEL
- José Hermano Cohen - FURNAS

**- Usinas Termétricas**

- Saul Odilon Gil Cardoso - ELETROSUL - Coordenação
- João Mesquita Di Napoli - ELETROSUL
- Orlando Pardelhas Villela - ELETROSUL
- Marco Antonio Meirelles - ELETROSUL
- Fernando Ferreira da Silva - ELETROSUL
- Mário Rache Freitas - CEEE
- José Hermano Cohen - FURNAS
- Edgar Kircher - FURNAS
- Eduardo Carpentiere - CHESF

**- Linhas de Transmissão e Subestações**

- José Hermano Cohen - FURNAS - Coordenação
- Antonio Carlos Amaral - FURNAS
- Willy Antonio Pereira - ELETRONORTE
- Manoel Machado - CHESF
- Antonio Oliveira - CHESF
- Cleo Valentini Pinto - LIGHT
- Paulo Roberto Purger - LIGHT
- Hiroschi Tanimoto - ELETROPAULO
- Walter Morrone - ELETROPAULO
- Cyro Nivaldo de Angelo - ELETROPAULO
- José M. O. H. Nogueira - ELETROPAULO

**Outros Colaboradores**

- Manuel Pereira de Godoy - ELETROSUL
- Luiz Edmundo Rangel S. Brito - FURNAS
- João Eduardo Correa - ELETROPAULO
- Oscar Bras Berreta Pion - ELETROPUALO
- Anna Celina Felizzola - CEEE
- Antonio Carlos Rossato - CEEE
- J. A. Bandeira de Mello - CBGB
- Arnaldo Carlos Müller - ITAIPU BINACIONAL
- José Euber de Vasconcelos Araújo - SEMA
- Sandra de Sousa Hacon - FINEP
- Domingos do Carmo de Carvalho - DNAEE
- Ciro Loureiro da Rocha - DNAEE
- Ubirajara Wense Dias - DNAEE
- Oscar de Moraes Cordeiro Neto - DNAEE
- Neuma Maríalba Araujo Gomes - DNAEE
- Ricardo Augusto Braun - SEMA
- Augusto Carlos Quintanilha Hollanda Cunha - SEMA

Manifesta-se aqui os agradecimentos a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, colaboraram para a realização do trabalho.