

A PRESENTAÇÃO



A última edição das “Diretrizes para Elaboração de Projeto Básico de Usinas Hidrelétricas” é datada de outubro de 1995.

O presente trabalho irá nortear as exigências para a elaboração do Projeto Básico de Usinas Hidrelétricas, assim como, complementar a série de revisões dos Manuais utilizados no desenvolvimento de projetos hidrelétricos, quais sejam:

- Instruções para Estudos de Viabilidade de Usinas Hidrelétricas (término em abril/97);
- Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas (término em setembro/97);
- Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas (término em agosto/99).

Este trabalho contém a experiência do Setor Elétrico Brasileiro na execução de Projeto Básico de Usinas Hidrelétricas e foi realizado de modo a permitir aos interessados no desenvolvimento de projetos hidrelétricos, um pleno entendimento das atividades necessárias a sua execução.

Devemos considerar, que as várias recomendações aqui apresentadas, baseiam-se na tecnologia atualmente disponível no mercado e na legislação vigente, e que estas deverão acompanhar o estado da arte. Portanto, este trabalho está aberto a comentários, sugestões ou contribuições para enriquecê-lo tecnicamente, as quais deverão ser encaminhadas ao Departamento de Engenharia de Geração da Diretoria de Engenharia ELETROBRÁS.

Finalmente, cumpre consignar aqui os agradecimentos às empresas que cederam seus técnicos, bem como aos mesmos, que acompanharam e participaram dos trabalhos, e também aos técnicos da ANEEL e da ELETROBRÁS, cujo esforço e dedicação em muito contribuíram para a concretização da presente revisão das Diretrizes para Elaboração de Projeto Básico.

Rio de Janeiro, 12 setembro de 1999.

XISTO VIEIRA FILHO
Diretor de Planejamento
ELETROBRÁS

JOSÉ MÁRIO ABDO
Diretor da Agência Nacional
de Energia Elétrica - ANEEL

ESCOPO DESTAS DIRETRIZES

As Diretrizes para Elaboração de Projeto Básico de Usinas Hidrelétricas destinam-se a servir de roteiro básico para caracterizar a abrangência e a profundidade com que deve ser tratada a fase de Projeto Básico de um empreendimento hidrelétrico, de modo a manter a qualidade técnica dos projetos e sua segurança, e atender a Lei 9.074 artigo 5º, capítulo II, que fala de sua obrigatoriedade.

No desenvolvimento do Projeto Básico deverão ser mantidos os principais itens fixados no edital de licitação do empreendimento e que foram definidos na fase de Estudos de Viabilidade, de modo a manter, nesta fase de projeto, sua energia assegurada. São descritos, a seguir, os principais itens que não deverão ser alterados:

- NA Max Montante;
- Na Jusante;
- Potência Mínima;
- Coordenadas Geográficas.

Nesta etapa são detalhados os programas sócio-ambientais definidos nos Estudos de Viabilidade. Trata-se, portanto, de aprofundar o conhecimento sobre as medidas necessárias à prevenção, mitigação ou compensação aos impactos identificados, até o nível de projeto, preparando-os para a imediata implantação.

As atividades integrantes destas Diretrizes para Elaboração de Projeto Básico de Usinas Hidrelétricas, pretendem abranger a totalidade dos trabalhos a desenvolver, devendo, portanto, servir de orientação para a elaboração da programação específica para empreendimentos de médio a grande porte com potências maiores que 30 MW ou aqueles que não atendam a resolução ANEEL 394 de 04/12/98. Caberá aos usuários adaptar a extensão e a profundidade das atividades à situação particular do aproveitamento a estudar, no sentido de assegurar a qualidade dos estudos, preconizada nestas diretrizes.

ETAPAS DE ESTUDOS E PROJETOS PARA IMPLANTAÇÃO DE UM APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO

As etapas de estudos e projetos para implantação de um aproveitamento hidrelétrico são as seguintes:

***P* ESTIMATIVA DO POTENCIAL HIDRELÉTRICO**

É a etapa dos estudos em que se procede a análise preliminar das características da bacia hidrográfica, especialmente quanto aos aspectos topográficos, hidrológicos, geológicos e ambientais, no sentido de verificar a vocação da bacia para geração de energia elétrica .

Essa análise, exclusivamente pautada nos dados disponíveis, permite efetuar uma primeira avaliação do potencial, definir prioridades, prazos e os custos dos estudos da etapa seguinte.

***P* ESTUDOS DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO**

É a etapa em que se determina o potencial hidrelétrico da bacia hidrográfica e se estabelece a melhor divisão de queda, mediante a identificação dos aproveitamentos que, no seu conjunto, propiciem o máximo de energia, ao menor custo e com o mínimo impacto ao meio ambiente.

Essa análise é efetuada com base em dados secundários, complementados com essenciais informações de campo, e pautado em estudos básicos cartográficos, hidrometeorológicos, energéticos, geológicos e geotécnicos, ambientais e outros usos de água. Dessa análise resultará um conjunto de aproveitamentos, suas principais características, índices custo – benefício e índices ambientais .

***P* ESTUDOS DE VIABILIDADE**

É a etapa em que se define a concepção global de um dado aproveitamento, da divisão de queda selecionada na etapa anterior, visando sua otimização técnico-econômica e ambiental e a obtenção de seus benefícios e custos associados. Essa concepção compreende o dimensionamento do aproveitamento, as obras de infra-estrutura local e regional necessárias a sua implantação, o reservatório, a área de influência, os outros usos da água e as ações sócio-ambientais correspondentes.

Os Estudos de Viabilidade se constituem em documento de suporte técnico para os processos de licitação da concessão.

▮ PROJETO BÁSICO

É a etapa em que o aproveitamento, concebido nos Estudos de Viabilidade, é detalhado de modo a definir, com maior precisão, a segurança das estruturas através do desenvolvimento das características técnicas do projeto, as especificações técnicas das obras civis e equipamentos eletromecânicos, bem como os projetos sócio- ambientais.

▮ PROJETO EXECUTIVO

É a etapa em que se processa a elaboração dos desenhos de detalhamento das obras civis e dos equipamentos eletromecânicos, necessários a execução da obra e a montagem dos equipamentos. Nesta etapa são tomadas todas as medidas pertinentes à implantação do reservatório e dos projetos sócio-ambientais.

OBJETIVO DO PROJETO BÁSICO

Atender a obrigatoriedade legal da elaboração do Projeto Básico, além de garantir a qualidade técnica e sócio-ambiental dos projetos. Desta forma, o Projeto Básico estará garantindo os critérios de segurança das estruturas e dos equipamentos, bem como o compromisso de disponibilidade de energia para atendimento ao mercado, através do detalhamento das características técnicas das obras civis e dos equipamentos eletromecânicos e da elaboração de suas correspondentes especificações técnicas.

ESTRUTURA DESTAS DIRETRIZES

Este relatório é composto de 7 capítulos e 5 anexos além dos itens Apresentação e Introdução.

- 1- Análise Crítica dos Estudos Anteriores
- 2- Levantamentos Complementares
- 3- Estudos Básicos
- 4- Critérios Gerais de Projeto
- 5- Projeto Básico das Obras Principais
- 6- Projetos Sócio-Ambientais
- 7- Relatório Final do Projeto Básico

- Anexo I - Quadro Síntese do OPE
- Anexo II - Ficha Técnica
- Anexo III- Procedimentos para Licenciamento Ambiental
- Anexo IV- Referência Bibliográfica
- Anexo V - Participantes do Grupo de Trabalho

ASPECTOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS

Os aspectos institucionais e legais, de interesse à realização do projeto básico que deverão ser considerados, desde o registro até a “aprovação de estudo” pela ANEEL, abrangem uma faixa ampla da legislação vigente, tendo como linhas mestras a “Constituição da República Federativa do Brasil”, de 1988 o “Código de Águas”, Decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934, Leis nºs 8.987 de 13 de fevereiro de 1995 e 9.427 de 26 de dezembro de 1996 que institui à ANEEL é legislação complementar.

De acordo com a Constituição Federal, os potenciais de energia hidráulica constituem bens da União (capítulo II, art. 20, inciso VIII).

De acordo, ainda, com a Constituição, compete à União explorar diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão, o aproveitamento energético dos cursos d’água, em articulação com os Estados onde se situam os potenciais hidroenergéticos. (capítulo II, art. 21, inciso XII, alínea b).

Do ponto de vista legal o projeto básico pode ser considerado sob três aspectos:

I - Para centrais até 1 MW. É necessário apenas a comunicação à ANEEL para fins de registro estatístico.

II - Para usina com potência instalada entre 1 e 30 MW e com área total de reservatório igual ou inferior a 3 km² (Resolução ANEEL 394/98), o projeto básico representa a condição para a obtenção da autorização para exploração do aproveitamento hidrelétrico.

Para o desenvolvimento do projeto básico desse aproveitamento, o interessado deve encaminhar à ANEEL os documentos necessários ao registro dos estudos em conformidade com a Resolução ANEEL nº 395 de 04 de dezembro de 1998.

O Projeto Básico deve ser elaborado de acordo com as Normas da ANEEL sobre o assunto e atender ao documento “Diretrizes para Estudos de Pequenas Centrais Hidrelétricas”.

A autorização para exploração do aproveitamento, nesta faixa de potência, fica condicionada à apresentação do Projeto Básico e outras condicionantes previstas em Resolução da ANEEL.

A aprovação do projeto e a autorização para início da construção serão concedidas após a apresentação da Licença Ambiental de Instalação (LI).

III - Para usina com potência instalada maior que 30 MW ou até 30 MW sem características de PCH, o Projeto Básico representa o atendimento de condicionante estabelecida no processo licitatório e de atendimento à exigência para início da construção do aproveitamento hidrelétrico.

O Projeto Básico deve ser elaborado de acordo com as Normas da ANEEL sobre o assunto e atender as presentes diretrizes.

O relatório final do Projeto Básico deverá ser submetido à aprovação da ANEEL.

A aprovação do Projeto Básico e a autorização para início da construção serão concedidas após a apresentação da Licença Ambiental de Instalação (LI).

Os procedimentos recomendados nestas Diretrizes têm caráter geral, independem do tipo de pessoa jurídica (empresa estatal, privada etc), que vai realizar o inventário hidrelétrico, e independem da destinação da energia a ser gerada pelo potencial (autoprodução, produção independente e serviço público).

Estas diretrizes não impedem a aplicação de técnicas diferentes das previstas, desde que estas garantam a profundidade necessária para o estágio do empreendimento.

Estas diretrizes foram elaboradas considerando o ambiente institucional vigente no ano de 1999.

No que se refere aos aspectos sócio-ambientais, os aproveitamentos hidrelétricos estão submetidos a um processo de licenciamento ambiental exigido para as atividades que utilizam os recursos ambientais e possam provocar degradação ambiental, nos termos da legislação vigente.

Os principais textos legais que orientam o licenciamento ambiental são a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei n.º 6.931/81), o Decreto n.º 99.274/90, as Resoluções do CONAMA nº 237/97 e a Lei de Crimes Ambientais. É necessário, também, o atendimento das exigências das legislações estadual e municipal.

Os procedimentos para este licenciamento estão descritos no Anexo III - Procedimentos para o Licenciamento Ambiental.



1

ANÁLISE CRÍTICA DOS ESTUDOS ANTERIORES



1. ANÁLISE CRÍTICA DOS ESTUDOS ANTERIORES

Os estudos para o Projeto Básico de um aproveitamento hidrelétrico devem ser iniciados com uma análise crítica dos estudos realizados nas etapas anteriores, particularmente da fase dos Estudos de Viabilidade .

A etapa de Estudos de Viabilidade contempla a definição global do aproveitamento visando sua otimização econômica e a definição para fins de planejamento dos respectivos benefícios e custos associados. A concepção do aproveitamento nessa fase compreende o seu dimensionamento, as obras de infra-estrutura local e regional necessárias à sua implantação, o reservatório e a respectiva área de influência, o uso múltiplo da água e os efeitos sobre o meio ambiente.

O Projeto Básico é, no caso das usinas de médio e grande porte, para as quais o presente documento é basicamente orientado, o detalhamento da alternativa de aproveitamento escolhida como melhor, sob os aspectos técnico-econômico e ambiental, na fase de Estudos de Viabilidade.

Na análise crítica dos Estudos de Viabilidade e nas condicionantes da licença prévia deverá ser dado ênfase nos aspectos relacionados a seguir:

- Base Cartográfica: análise da necessidade de levantamentos complementares;
- Hidrometeorologia: análise da necessidade de levantamento e/ou coleta de dados adicionais;
- Geologia e Geotecnia: análise do detalhamento necessário através de investigações e ensaios de campo e/ou de ensaios de laboratórios complementares;
- Análise dos Estudos Energéticos-Econômicos: identificação da eventual necessidade de modificação dos parâmetros físico-operativos e da viabilidade econômica do empreendimento;
- Arranjo Geral das Obras Principais e dos Equipamentos: análise da concepção geral do aproveitamento e das estruturas, considerando-se os aspectos hidrológicos, hidráulicos, geológicos-geotécnicos e a capacidade instalada;
- Análise das Fases Construtivas e do Esquema de Desvio do Rio;
- Cronograma: análise do planejamento construtivo e da adequabilidade do cronograma e das datas marco;
- Infra-Estrutura e Suprimento para a Obra: análise das condições gerais para implantação do empreendimento com relação à infra-estrutura local e regional;

- Análise dos Programas Sócio-Ambientais

Ao iniciar as atividades sócio-ambientais do Projeto Básico, deverão ser realizadas duas atividades básicas: a análise crítica dos Estudos de Viabilidade e a programação das atividades de elaboração dos projetos sócio-ambientais.

Cada um dos programas sócio-ambientais indicados na etapa de viabilidade deverá ser analisado visando o dimensionamento das atividades necessárias ao seu detalhamento. Deverão ser indicados os levantamentos e estudos necessários à formulação e implementação dos projetos sócio-ambientais.

Deve ser realizado o planejamento das atividades referentes a elaboração do Projeto Básico adotando-se uma estratégia preventiva de forma a assegurar a implantação, antes do início da construção, de alguns projetos e ações que se mostrarem necessários.

Os programas propostos deverão ser analisados considerando novas necessidades decorrentes de exigências do licenciamento ambiental, de arranjos institucionais ou acordos com a população, ou decorrentes da postura empresarial do vencedor da licitação.

A estratégia proposta para a participação efetiva das comunidades locais e parceiros institucionais deverá também ser considerada.

Nesta etapa já terá sido aprovado o Estudo de Impacto Ambiental- EIA, pelo órgão licenciador ambiental e consequentemente obtida a Licença Prévia (LP) para que a ANEEL tenha aprovado os Estudos de Viabilidade.

A unidade de tratamento refere-se a cada projeto sócio-ambiental, uma vez que o conhecimento da região foi explorado na etapa anterior. Os projetos poderão ter características próprias com relação a :

- Abrangência espacial;
- Escala dos levantamentos;
- Profundidade dos estudos;
- Equipamentos e obras;
- Época de implantação (durante a etapa de projeto básico, construção ou operação).

2

LEVANTAMENTOS **C**OMPLEMENTARES

2. LEVANTAMENTOS COMPLEMENTARES

2.1 AEROFOTOGRAMÉTRICOS E TOPOBATIMÉTRICOS

Os dados topográficos básicos do empreendimento já deverão estar disponíveis, podendo, para o Projeto Básico, serem necessárias complementações dos levantamentos, a montante e a jusante da barragem, para atender finalidades específicas de investigações geológico-geotécnicas, de pesquisa de materiais de construção, simulações do escoamento e qualidade da água para o modelo reduzido, o reservatório e outras.

Todos os trabalhos de topografia deverão estar vinculados ao Sistema Geodésico Brasileiro, e serem executados conforme as normas vigentes da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

As escalas mais adequadas dos desenhos topográficos, sobre os quais serão desenvolvidos os estudos do Projeto Básico, dependerão das dimensões da estrutura e/ou parte da mesma, a ser estudada e representada graficamente. Na relação de levantamentos apresentada a seguir, são indicadas escalas mínimas usuais utilizadas em estudos de aproveitamentos constituídos por estruturas de médio e grande porte. Para aproveitamentos menores, poderão ser utilizadas escalas maiores.

2.1.1 Principais Levantamentos Utilizados no Desenvolvimento dos Estudos e Representação do Projeto Básico

Levantamentos Planialtimétricos e Batimétricos do Local de Implantação das Estruturas Principais

Para servir como base cartográfica no local do eixo selecionado nos Estudos de Viabilidade, os estudos de Projeto Básico necessitam de levantamentos topográficos e batimétricos, cobrindo a área das estruturas principais, que devem incluir ainda o levantamento de seções topobatimétricas, a montante e a jusante do barramento, na quantidade definida pelos estudos hidráulicos e de modelo hidráulico reduzido. Sobre estes levantamentos serão feitos todos os estudos e a representação gráfica das estruturas principais. Deverão ser realizados na escala mínima de 1: 2.000, com curvas de nível de 1 em 1 metro.

Levantamento das Áreas de Empréstimo

Os levantamentos topográficos das áreas de fornecimento de materiais naturais de construção deverão ser realizados na escala mínima de 1: 2.000, com curvas de nível de 1 em 1 metro.

As jazidas de areia e cascalho no leito do rio deverão ser levantadas por topobatimetria na mesma escala.

Levantamentos das Áreas para Implantação das Vilas Residenciais e dos Canteiros

As áreas selecionadas para os estudos de implantação das vilas residenciais e dos canteiros deverão ser objeto de levantamento topográfico e/ou aerofotogramétrico em escala mínima 1: 2.000 com curvas de nível de 1 em 1 metro.

Amarração Topográfica das Investigações Geológico-Geotécnicas na Área das Estruturas

A amarração topográfica das investigações geológico-geotécnicas deverá ser realizada por meio de locação plani-altimétrica . Esses levantamentos deverão ser realizados na escala de 1:2000.

Amarração e Nivelamento de Réguas Limnimétricas

Todas as réguas limnimétricas instaladas na área dos estudos deverão ser amarradas à referência de nível utilizada como “*Datum*” local referido ao Sistema Geodésico Brasileiro e niveladas, geometricamente, em relação a essa referência.

Outros Levantamentos

Outros levantamentos que foram realizados nos Estudos de Viabilidade, poderão vir a ser complementados, visando o aproveitamento dos estudos a que se destinam, como por exemplo:

- ↳ Apoio topográfico às investigações por geofísica;
- ↳ Levantamentos topográficos de eventuais selas nas bordas do reservatório. Esses levantamentos deverão ser realizados na escala mínima de 1:2.000, com curvas de nível de 1 em 1 metro;
- ↳ Levantamentos topobatimétricos para estudos de remanso. Esses levantamentos consistirão, basicamente, da execução de seções topobatimétricas transversais ao eixo

do rio e seus afluentes. A definição do espaçamento das seções será feita levando-se em conta as características do reservatório em estudo tais como: relevo, área, comprimento;

- ▮ Levantamentos topográficos para os estudos de relocação de populações urbanas, rurais, indígenas, de implantação de unidades de conservação, povoados e vilas, de relocação de equipamentos de infra-estrutura, ou de outros estudos que necessitem base mais ampliada do mapeamento do reservatório. Quando necessário, deverá ser executado o mapeamento na escala 1:5.000 com curvas de 2 em 2 metros, topograficamente ou, se as condições da área forem favoráveis, por restituição aerofotogramétrica;
- ▮ Deverá também ser executado um programa de aferição da restituição aerofotogramétrica da área do reservatório, principalmente em áreas de floresta densa, caso esta providência não tenha sido tomada na fase dos Estudos de Viabilidade. Este programa tem como finalidade permitir a avaliação da qualidade da restituição bem como verificar sua precisão e confiabilidade.

2.2 HIDROMETEOROLÓGICOS

No Projeto Básico deve ser analisada a necessidade de levantamentos adicionais, no sentido de atualizar, complementar ou refinar os Estudos Hidrometeorológicos desenvolvidos nos Estudos de Viabilidade, observando-se os seguintes itens:

- Coleta de dados básicos, especialmente níveis d'água, medições de vazões líquidas e sólidas, vazões e alturas de chuva diárias, alturas de evaporação mensais, ventos, temperatura, umidade do ar e ponto de orvalho;
- Obtenção de dados para caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica, incluindo descrição do uso do solo;
- Instalação de postos limnimétricos complementares, inclusive os necessários à aferição dos estudos hidráulicos em modelo reduzido, à definição da curva-chave do canal de fuga e aos modelos matemáticos de simulação do escoamento (propagação de cheias, ruptura de barragem e remanso);
- Campanhas de medições de vazão, com frequência suficiente para definição, principalmente, dos extremos das curvas-chave de interesse;
- Campanhas de medições de descarga sólida durante estações chuvosas para avaliar o aporte de sedimentos no local do aproveitamento e campanha de coleta de material de fundo da calha fluvial a jusante, visando subsidiar estudos de degradação nesse trecho;
- Levantamento de seções topobatimétricas do curso d'água, a montante e a jusante da barragem, bem como dos perfis instantâneos de níveis d'água para a aferição dos modelos de escoamento;
- Pesquisa e nivelamento das marcas de cheia para estimar as vazões extremas acontecidas e não registradas.

2.3 GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS

Os dados geológicos e geotécnicos básicos do empreendimento já deverão estar disponíveis a partir dos Estudos de Viabilidade. No Projeto Básico será detalhado esse conhecimento por meio de investigações de campo e ensaios de laboratório complementares, cujos resultados servirão de base ao desenvolvimento dos demais estudos de engenharia das obras civis.

2.3.1 Investigações de Campo

Deverá ser feito um detalhamento das investigações geológico-geotécnicas realizadas nos Estudos de Viabilidade, através de investigações manuais (trados, poços e trincheiras), investigações mecânicas (sondagens rotativas, percussão e mistas) e investigações geofísicas, visando definir o modelo geomecânico característico das fundações das diversas estruturas, identificando os critérios utilizados para sua elaboração e evidenciando as condicionantes características de cada situação.

Os critérios a serem utilizados para a elaboração do modelo geomecânico das fundações, serão naturalmente função das condicionantes específicas de cada local. Deverão ser definidos como consequência de um nível de investigações geológico-geotécnicas adequado, os diversos tipos de tratamento de fundações necessários para as várias estruturas do aproveitamento, assim como as respectivas quantidades, profundidades, espaçamentos, rumos e inclinações.

Deverão ser feitos quando se revelarem necessários devido às características geológico-geotécnicas particulares dos locais dos aproveitamentos e de exigências estruturais específicas, estudos especiais “*in situ*” e sondagens especiais tais como:

- galerias em rocha;
- ensaios de injeção;
- sondagens com amostragem integral;
- ensaios de palheta (“Vane test”);
- ensaios de penetração estática (“Diepsounding”);
- ensaios de permeabilidade “*in situ*”;
- ensaios pressiométricos;
- ensaios de mecânica das rochas.

2.3.2 Ensaios de Laboratório

Os ensaios relacionados a seguir tem o seu uso consagrado nos estudos de aproveitamentos hidrelétricos. Existem normas também consagradas, ABNT, US Bureau of Reclamation, ASTM e

outras, para a sua execução. Os ensaios que devem ser executados para determinação das propriedades geotécnicas dos diversos materiais construtivos, de forma compatível com os objetivos da fase do Projeto Básico são os seguintes:

▮ Ensaios em Amostras de Rochas, Cascalhos e Areias

- determinação da resistência à compressão simples de testemunhos de rocha;
- análise petrográfica macroscópica e microscópica;
- abrasão Los Angeles;
- reatividade potencial com os alcalis do cimento;
- ensaios de barras de argamassa, normal e acelerado;
- ensaios de sanidade;
- testes de desagregabilidade por ciclagem natural, ciclagem acelerada em estufa e ciclagem acelerada com etileno-glicol;
- raio X e/ou análise termo-diferencial, sempre que for necessária a caracterização mineralógica do material;
- densidade, massa específica real dos grãos (areais) e absorção d'água;
- características térmicas;
- teor da matéria orgânica para areais;
- teor de impurezas;
- granulometria dos cascalhos e areias.

▮ Ensaios em Amostras de Solo

Os ensaios que devem ser realizados em amostras de solos provenientes de áreas de empréstimos e áreas de escavações obrigatórias, bem como de amostras de solos situados nas áreas de fundação das barragens, diques e ensecadeiras são as seguintes:

- ensaios de caracterização;
- ensaios de compactação;
- teor da umidade natural;
- ensaios de densidade "*in situ*";
- ensaios de permeabilidade em permeâmetros, com carga variável;
- ensaios de adensamento com e sem saturação e com e sem medidas de permeabilidade;
- ensaios de expansibilidade com medida de pressão e expansão;

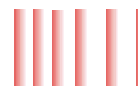
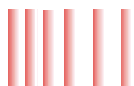
- ensaios de compressão triaxial rápidos, rápidos pré-adensados, rápidos pré-adensados saturados, lentos, lentos saturados;
- ensaios de compressão triaxial PH (pressões hidrostáticas) e PN (pressões não hidrostáticas);
- ensaios de compressão triaxial K_0 drenados ou não drenados;
- ensaios de erodibilidade - estes ensaios só devem ser feitos, em princípio, quando houver evidência da existência de argilas dispersivas (argilas sódicas). Os principais métodos de ensaios para determinar a dispersividade de um material argiloso são os ensaios de Furo de Agulha ("Pinhole Test" de Sherard), o Ensaio de Dispersão (U.S. Soil Conservation Service) e o Ensaio Químico (U.S. Soil Conservation Service);
- raio X e/ou análise termo-diferencial - sempre que for necessária a caracterização mineralógica do material.

Os resultados destes ensaios devem ser adequadamente apresentados, descritos e analisados em relatórios específicos. Todos os materiais das áreas de empréstimo, das áreas de escavação obrigatória e das fundações em solo, deverão ser classificados.

2.4 SÓCIO-AMBIENTAIS

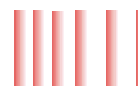
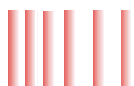
Os levantamentos complementares referentes aos projetos sócio-ambientais destinam-se a atualizar, complementar e aprofundar as informações obtidas na etapa de Estudos de Viabilidade de forma a permitir a elaboração dos projetos sócio-ambientais com o nível de precisão adequado para caracterizar plenamente os serviços a serem implantados.

Eles são determinados a partir dos trabalhos do item 1. ANÁLISE CRÍTICA DOS ESTUDOS ANTERIORES, item 3.6 ESTUDOS BÁSICOS SÓCIO-AMBIENTAIS, onde são apresentados, de forma integrada, os levantamentos e estudos necessários ao detalhamento e desenvolvimento dos projetos sócio-ambientais.



3

ESTUDOS **B**ÁSICOS



3. ESTUDOS BÁSICOS

3.1 HIDROMETEOROLÓGICOS

Os dados hidrometeorológicos deverão ser submetidos à análise de consistência para verificação de homogeneidade e adequabilidade, previamente a sua utilização nos estudos recomendados para o Projeto Básico.

3.1.1 Caracterização Fisiográfica da Bacia

Consiste na descrição sucinta dos fatores topográficos, geológicos, geomorfológicos e de ocupação do solo intervenientes na geração de escoamentos e na determinação de coeficientes definidores da forma, drenagem e declividade da bacia.

3.1.2 Caracterização Climatológica da Bacia

Na caracterização climatológica da bacia deverá ser efetuada uma descrição sucinta das condições meteorológicas atuantes ; descrição do clima na bacia em termos de precipitação, temperatura, umidade, vento, insolação, evaporação, evapotranspiração, balanço hídrico e a classificação segundo os tipos climáticos.

3.1.3 Definição da Série de Vazões

A partir de dados fluviométricos locais, deverá ser determinada a série de vazões médias mensais naturais afluentes ao aproveitamento.

Na ausência ou insuficiência desses dados, deverá ser realizada modelagem hidrometeorológica da bacia, visando a geração, o preenchimento de falhas e/ou extensão das séries históricas de vazões naturais. No caso de usinas pertencentes ao sistema interligado, essas séries deverão ter início em janeiro de 1931 e término, no mínimo, dois anos antes da data de desenvolvimento dos estudos.

3.1.4 Estudos de Chuvas Intensas e Precipitação Máxima Provável (PMP)

Os dados meteorológicos deverão ser empregados para, além da caracterização climática e do regime de chuvas na bacia hidrográfica, realização de estudos de chuvas intensas associadas a diversas durações e probabilidades de ocorrência, bem como para desenvolvimento de estudos de estimativa da precipitação máxima provável (PMP) pelo método hidrometeorológico. Os

resultados desses estudos serão utilizados como dados de entrada nos modelos chuva-vazão para a obtenção dos hidrogramas de projeto das estruturas hidráulicas do aproveitamento.

3.1. 5 Estudos de Cheias

Os estudos para obtenção das vazões e hidrogramas de cheias de projeto serão desenvolvidos em função da disponibilidade de dados, ou seja, com base: (a) no ajuste de distribuições de probabilidades de valores extremos às vazões máximas no local; (b) na regionalização de vazões máximas na bacia; ou (c) indiretamente, a partir de dados de precipitações, utilizando-se os modelos chuva-vazão. A partir desse enfoque os seguintes estudos deverão ser desenvolvidos.

▮ Estudos de cheias para dimensionamento das estruturas de desvio do curso d'água:

Determinação das cheias (pico/volume) associadas a diversas probabilidades de ocorrência, através do ajuste de distribuições de probabilidades de valores extremos à série de descargas instantâneas máximas no local do aproveitamento (ou nos postos da bacia - regionalização), em intervalos anual, semestral, trimestral e mensal.

Critério Geral

Tradicionalmente têm-se utilizado os critérios de risco expostos a seguir, que deverão ser ajustados à realidade do projeto em causa:

- 1º ano: 5% (1ª fase de desvio)
- 2º ano: 4% (2ª fase de desvio)
- 3º ano: 1%
- 4º ano: 0,5% (última etapa construtiva)

▮ Estudos para a Definição das Descargas de Projeto do Vertedouro

Nesses estudos adotar-se-á uma das metodologias a seguir descritas, levando-se em conta, contudo, a capacidade de descarga dos vertedouros de aproveitamentos existentes a montante e a jusante.

- A partir da Precipitação Máxima Provável (PMP):

Utilizando modelos de simulação chuva-vazão, será gerado a partir da PMP o hidrograma da Enchente Máxima Provável (EMP). A EMP deverá ser determinada para diversas durações de PMP, conjugadas com distribuições espaciais e temporais mais desfavoráveis, e considerando severas condições antecedentes de chuva.

A EMP resultante será amortecida no reservatório para se obter a cheia defluente de projeto do vertedouro levando em conta a regra de operação prevista em situações de cheias. As dimensões do vertedouro deverão permitir a passagem da enchente máxima provável EMP, admitindo-se uma sobrelevação e borda livre compatíveis com o empreendimento.

- A partir de estudos probabilísticos:

Não havendo disponibilidade de dados que permitam o cálculo da PMP, o limite da capacidade do vertedouro poderá corresponder a uma cheia decamilenar.

A vazão decamilenar será determinada a partir do ajuste de distribuições de probabilidades de valores extremos à série de descargas instantâneas máximas anuais no local do aproveitamento. Na ausência de dados fluviométricos locais, essa vazão poderá ser estimada através de estudo de regionalização.

Para se obter o hidrograma da cheia decamilenar deverá ser desenvolvido um estudo de probabilidades de volumes máximos correspondentes a durações críticas para a bacia em estudo. O hidrograma definido pelo volume associado à vazão decamilenar será amortecido no reservatório, conforme descrito para a EMP.

Opcionalmente, poderão ser determinadas chuvas decamilenares para diversas durações, com posterior transformação em vazão através de modelos chuva-vazão, considerando as distribuições espaciais e temporais mais desfavoráveis e severas condições antecedentes.

- Referência para Consulta

Para o cálculo da cheia de projeto do vertedouro recomenda-se consultar o “Guia para Cálculo de Cheia de Projeto de Vertedouro”, ELETROBRÁS, março de 1987.

Para os estudos de regionalização, tomar como base a publicação “Metodologia para Regionalização de Vazões”, ELETROBRÁS, dezembro de 1983.

▮ Sistema de Previsão de Vazões

Deverá ser elaborado um sistema de previsão de vazões para operação do reservatório, sendo recomendado, também, sua utilização na fase de construção.

3.1.6 Estudos de Ruptura de Barragem

Havendo riscos de perdas de vidas humanas, face à existência de moradias no vale a jusante do empreendimento, deverá ser feita simulação de ruptura de barragem, objetivando determinar a planície extrema de inundação a jusante da mesma, necessária para adoção de medidas legais de ocupação do solo e de sistema de alerta às populações ribeirinhas.

3.1.7 Estudos de Remanso

▮ Estudo de Remanso do Trecho a Jusante da Barragem

Estudos deverão ser realizados para verificar os efeitos de sobrelevação dos níveis d'água no canal de fuga devido a singularidades hidráulicas significativas situadas a jusante (estrangulamento da calha fluvial) bem como reservatórios previstos ou existentes. Deverão ser simulados perfis de níveis d'água abrangendo a faixa das vazões turbinadas e para a descarga de projeto do vertedouro.

▮ Estudo de Remanso do Trecho a Montante da Barragem

Deve-se verificar a influência nos canais de fuga de eventuais aproveitamentos hidrelétricos situados a montante. Deverão ser determinados os perfis do nível d'água nos diversos braços do reservatório, com o objetivo de avaliar as áreas que serão inundadas em consequência da implantação do reservatório.

Estes estudos deverão considerar a influência do assoreamento no reservatório.

3.1.8 Estudos de Enchimento do Reservatório

Deverá ser realizado um estudo probabilístico de enchimento do reservatório com o objetivo de determinar parâmetros necessários ao planejamento do projeto executivo, da construção do aproveitamento, levando em consideração possíveis condicionantes sócio-ambientais associadas à determinação da época de fechamento, período de enchimento e vazão sanitária.

3.1.9 Estudos Sedimentológicos

Com o objetivo de avaliar as características gerais do transporte sólido fluvial e servir de base para as previsões das alterações geomorfológicas, deverá ser realizada uma avaliação dos dados

sedimentológicos disponíveis. Os dados sedimentométricos coletados nas campanhas locais deverão ser correlacionados com os obtidos anteriormente em outros postos regionais, o que permitirá identificar possível evolução no processo erosivo da bacia.

O cálculo da descarga sólida total média anual (suspensão e arraste), será executado a partir da aplicação de métodos a serem julgados mais adequados aos dados disponíveis. Os valores obtidos servirão de base para a previsão da vida útil do futuro reservatório e da evolução temporal da curva cota x volume. Dependendo dos resultados alcançados, deverão ser adotadas medidas mitigadoras do processo de assoreamento do reservatório.

Além disso, deverão ser desenvolvidos estudos de erodibilidade e de mudanças na declividade da calha fluvial a jusante do aproveitamento, com base na granulometria de amostras de material de fundo coletadas nesse trecho, avaliando-se as consequências e os prejuízos resultantes.

3.2 HIDRÁULICOS

Na fase de Projeto Básico deverão ser definidas as estruturas e obras hidráulicas permanentes e provisórias, a partir das vazões atualizadas nos estudos hidrológicos.

O delineamento quanto à disposição, características e formas gerais das estruturas hidráulicas deverá estar indicado nos desenhos do Projeto Básico.

Durante os estudos básicos, deverão ser realizados ensaios em modelo reduzido para a adequação do projeto, visando a otimização das formas das diversas estruturas e obras hidráulicas, possibilitando seu melhor desempenho. As otimizações obtidas com os resultados deverão ser incorporadas ao Projeto Básico e ao Projeto Executivo.

Para o desenvolvimento destes ensaios será necessária a elaboração das respectivas especificações definindo suas características, objetivos, grandezas e variáveis a medir, bem como a forma de apresentação de resultados. Os ensaios de laboratório deverão ser acompanhados e interpretados tecnicamente, indicando as eventuais mudanças necessárias no projeto ou na concepção das formas das estruturas.

No desenvolvimento dos trabalhos deverão também ser consideradas as eventuais restrições sócio-ambientais estabelecidas na Licença Prévia, tanto para o desvio e controle do rio para a construção como para o dimensionamento dos órgãos extravasores.

Recomenda-se a utilização do manual “Hydraulic Design Criteria”, editado pelo “U.S. Corp of Engineers”.

3.2.1 Estudos Hidráulicos para o Desvio e Controle do Rio durante a Construção

A partir do tipo das estruturas componentes do arranjo, das vazões de desvio e níveis d'água correlatos obtidos na atualização dos estudos hidrológicos, deverá ser otimizado o esquema de desvio do rio.

Conforme critérios preestabelecidos, deverão ser definidas as condições de funcionamento hidráulico e a geometria das estruturas de desvio, que deverão ser verificadas para diversas vazões durante a construção, até o valor máximo da enchente de desvio.

A partir destes estudos, no caso de desvio por meio de túneis e/ou adufas, deverão ser determinadas e aferidas em modelo reduzido, as curvas de descarga do desvio e as cotas das ensecadeiras. Deverá ser feito o dimensionamento hidráulico dos canais de adução, tomada d'água e seção do túnel e/ou adufas, bem como avaliado o seu desempenho hidráulico para diversos níveis d'água a montante e a jusante.

Para os desvios por meio de canais escavados ou por estrangulamento do leito do rio, deverão ser caracterizados em modelo reduzido, os perfis da linha d'água para dimensionamento das ensecadeiras, bem como os regimes hidráulicos e respectivos efeitos sobre as seções transversais e taludes, visando a análise da estabilidade e dimensionamento de blocos de materiais a serem lançados.

O fechamento do desvio do rio também deverá ser simulado em modelo, procurando-se avaliar as etapas para sua realização, bem como o funcionamento e o desempenho das estruturas durante o procedimento.

Deverão ser também caracterizados os esforços de origem hidráulica sobre as estruturas e os fenômenos hidráulicos localizados.

Estes estudos deverão incluir a avaliação dos efeitos do desvio sobre a estrutura natural da calha do rio, considerando trechos ensecados, erosão no canal de fuga do desvio, alterações nas margens à jusante etc.

3.2.2 Estudos de Dimensionamento Hidráulico dos Órgãos Extravasores

As estruturas extravasoras deverão ser dimensionadas para a descarga de projeto amortecida no reservatório, definida nos estudos hidrológicos e confirmada através de estudos em modelo reduzido.

A partir deste dado e dos níveis d'água no reservatório e a jusante, deverá ser definida a geometria das estruturas e dos dispositivos de dissipação de energia, conforme os critérios de projeto.

A geometria do vertedouro e órgãos de dissipação de energia poderá ser otimizada para uma vazão correspondente a aproximadamente 75% da vazão máxima de projeto. Este percentual poderá ser ajustado após verificação através de estudos em modelo reduzido em fundo móvel, de forma a não haver erosões que coloquem em risco as referidas estruturas.

Deverá ser verificada a possibilidade de cavitação na calha, prevendo-se caso seja necessário, dispositivos de aeração. Deverão ser definidas cotas e disposição dos canais de aproximação e restituição, fundações, galerias de acesso e drenagem, bem como indicados os sistemas de drenagem e tratamento profundo das fundações. Deverá ser previsto o sistema de manutenção dos dispositivos de dissipação.

O dimensionamento dos órgãos extravasores, sua geometria e seu desempenho deverão ser verificados através dos estudos hidráulicos em modelo reduzido, que envolverão as seguintes atividades:

- definição da geometria e forma hidráulica ótimas, para diferentes vazões até a descarga máxima de projeto;
- análise dos regimes envolvidos, caracterizando o seu desempenho hidráulico, inclusive com operação de comportas;
- definição dos planos de operação das comportas do vertedouro;
- previsão de fenômenos hidráulicos localizados;
- análise das velocidades e dos esforços de origem hidráulica sobre as obras, estruturas e áreas de restituição a jusante.

O projeto do vertedouro deverá minimizar os efeitos da erosão devido às altas velocidades de escoamento e às pressões negativas. O revestimento de concreto da calha deverá ser estável e passível de manutenção, mesmo após descargas prolongadas.

Os pilares e guias de comportas deverão ter conformação apropriada, de forma a evitar ou atenuar os efeitos da erosão. Para o estabelecimento de critérios de análise estrutural de pilares de comportas e de outros elementos estruturais críticos, deverão ser realizados estudos, enfatizando-se os efeitos de vibrações, pulsações e condições de transientes hidráulicos.

As descargas do vertedouro não deverão provocar barras de assoreamento de material erodido, efeito de remanso ou qualquer perturbação no canal de fuga que seja prejudicial ao rendimento e estabilidade da produção de energia, durante a operação normal da casa de força.

Deverão também incluir o estudo dos efeitos das descargas dos órgãos extravasores na calha e margens do rio, à jusante do barramento.

3.2.3 Estudos de Dimensionamento Hidráulico do Circuito de Adução

As estruturas componentes do circuito hidráulico deverão ser projetadas para a descarga referida à potência nominal das turbinas e verificadas para condições de potência máxima instantânea.

Com base no valor da vazão a ser aduzida às turbinas, nos níveis característicos do reservatório, determinados nos estudos energéticos, e nas velocidades admissíveis estabelecidas nos critérios de projeto, deverão ser definidas as estruturas de adução, bem como verificadas e avaliadas em modelo reduzido, a submergência, a forma e as dimensões da entrada e das demais seções da tomada d'água, devendo-se procurar soluções que evitem a formação de vórtices.

As entradas d'água devem ser projetadas de modo que a água fique sujeita a uma aceleração progressiva e gradual .

Deverá ser definido o dimensionamento dos condutos forçados, túneis de adução e chaminés de equilíbrio, bem como o tipo e espessura do revestimento, se aplicável.

Deverão ser determinadas a perda de carga total nas diferentes condições de operação, as sobrepressões e subpressões e a amplitude das oscilações do nível d'água na chaminé para as condições de operação mais desfavoráveis. No caso de condutos forçados longos e de túneis de fuga de baixa pressão, deverão ser verificados e estudados os efeitos de golpe de ariete e ressonância.

As juntas em condutos abertos ou condutos de pressão, sejam juntas estruturais ou de término de revestimento de aço, deverão ser localizadas fora das áreas de picos de pressões hidrodinâmicas ou de áreas passíveis de cavitação.

Curvas horizontais ou verticais, em condutos de pressão, deverão ser projetadas de modo que a redução local de pressão devido à aceleração do fluxo ao longo da curva não resulte em cavitação.

Deverão ser definidas as cotas da fundação, crista, pisos intermediários, galerias, bem como indicados os sistemas de drenagem e tratamento das fundações de todas as estruturas do sistema adutor.

3.3 GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS

3.3.1 Mapa Geológico Regional

Deverá ser elaborado um Mapa Geológico Regional, de preferência em escala 1: 100.000 ou no mínimo 1: 250.000 abrangendo uma área nunca inferior a 100 km de raio circunscrita ao centro do eixo principal e estendendo-se por, pelo menos, 30 km além dos limites do reservatório.

Nesse mapa devem constar a Litologia, Estratigrafia, Geologia-Estrutural, a Tectônica e Geocronologia. Também deverão ser indicados os limites do reservatório bem como a localização dos eixos das estruturas de barramento.

3.3.2 Mapa Geológico da Área do Reservatório

Deverá ser elaborado um Mapa Geológico do Reservatório em escala 1: 50.000 (mínimo) que deverá abranger a área do Mapa do Reservatório e onde deverão ser indicados os limites do reservatório e os eixos das estruturas de barramento necessárias.

Nesse mapa deve constar a Litologia, Estratigrafia e a Tectônica da área abrangida em detalhe coerente com a escala do mapa.

Deverá indicar:

- a localização precisa de áreas de ocorrência de rochas solúveis, como calcáreos, que apresentem ou possam desenvolver durante o tempo de vida útil do reservatório, estruturas de dissolução que possam produzir grandes fugas d'água;
- o terreno circunvizinho ao reservatório que possa se instabilizar com o enchimento do mesmo, para serem objeto de estudos detalhados, se necessário;
- áreas de considerável erodibilidade.

3.3.3 Mapa e Seções Geotécnicas do Local do Aproveitamento

Deverá ser elaborado um Mapa Geológico-Geotécnico do local do aproveitamento em escala 1: 2.000 ou 1: 2.500 (mínimo), e abrangendo uma área que se estenda por, pelo menos, 1 km para montante e 1 km para jusante do eixo e com um comprimento paralelo ao eixo igual a 1,5 vezes o comprimento deste, incluindo obrigatoriamente a área das estruturas de desvio, área das fundações das estruturas de concreto e barragens de terra e/ou enrocamento, calha do vertedouro e bacia de dissipação, canais de adução, de aproximação, de acesso (caso existam túneis) e de fuga. Se existirem na área do reservatório, barragens secundárias e/ou diques, este mapa também deverá ser feito para os locais de sua implantação. Neste mapa deverão estar representadas:

- sondagens mecânicas;
- seções dos levantamentos geofísicos;
- poços de inspeção e trincheiras executadas;
- os afloramentos de rocha existentes na área;
- os solos e suas naturezas;
- litologias, seus contatos e todas as estruturas geológicas, tais como falhas, zonas de cisalhamento, dobramentos, foliações, acamamentos, juntas e fraturas.

Associadas ao Mapa Geológico-Geotécnico do local devem ser apresentadas, obrigatoriamente, seções geológico-geotécnicas paralelas e transversais ao eixo do aproveitamento hidrelétrico, com escala horizontal 1: 2.000 e escala vertical 1: 1.000 sendo o ideal, escala vertical igual à escala horizontal.

O número destas seções deve ser o suficiente para representar os tipos litológicos existentes, seus contatos, seus graus de coerência, graus de decomposição, graus de fraturamento, percentagem de recuperação de testemunhos e coeficientes de perda d'água específicos.

Nas seções geológico-geotécnicas deverão estar indicados:

- a superfície do terreno;
- a posição do nível d'água;
- o contato solo/rocha;
- o RQD e grau de alteração da rocha;
- o topo da rocha, ou outro material, adequado para as fundações;
- o contorno das escavações previstas para as fundações das estruturas de concreto e barragens de terra/enrocamento;
- os furos e poços de inspeção situados nas seções;
- os diversos horizontes ocorrentes;
- características dos solos (SPT e permeabilidade quando ensaiadas).

3.3.4 Caracterização da Sismicidade Local e Mapa Sismotectônico

Deverá ser elaborado um Mapa Sismotectônico Regional, de preferência em escala 1: 100.000 ou 1: 250.000 (mínimo) abrangendo a mesma área do Mapa Geológico Regional.

Deverão ainda ser indicados:

- localização dos epicentros de todos os sismos que porventura tenham ocorrido na área, indicando-se a sua respectiva intensidade na escala Mercalli Modificada ou magnitude na escala Richter e os erros admitidos na sua localização;
- estruturas e/ou tipos litológicos existentes;
- eixos dos barramentos necessários;
- limites do reservatório.

Os dados deste mapa deverão ser adequadamente descritos e analisados em capítulo específico do Relatório do Projeto Básico onde deverão ser apresentados de forma conclusiva, considerações a respeito da potencialidade sísmica da área, possibilidade de ocorrência de sismos induzidos após o enchimento do reservatório e se deverá ser executado ou não o cálculo sismo-resistente

das diferentes estruturas e aterros que compõem o aproveitamento hidrelétrico, indicando o valor máximo da aceleração a ser considerada nesse cálculo.

De acordo com a potencialidade sísmica da área, se indicará a necessidade de instalação de um Arranjo Sismológico na área do reservatório ou de apenas algumas Estações Sismológicas, que permitam verificar se o enchimento do reservatório produziu ou não o aumento da sismicidade dessa área.

3.3.5 Caracterização Tecnológica e/ou Geotécnica e Geomecânica de Solos e Rochas como Materiais de Fundação e/ou Materiais Naturais de Construção

Caracterização de Áreas de Empréstimo, Jazidas e Pedreiras.

Deverão ser convenientemente definidos:

- volumes;
- distâncias e acessibilidade ao local do barramento;
- aproveitamento dos materiais provenientes das escavações obrigatórias, inclusive da camada orgânica superficial em projetos de recuperação paisagística;
- características e propriedades destes materiais;
- a posição do nível d'água;
- sua adequação para a sua utilização como material natural construtivo.

3.4 TECNOLÓGICOS DE CONCRETO

No Projeto Básico recomenda-se a realização dos ensaios e estudos necessários para a definição dos tipos e classes de concreto a serem empregados nas diversas estruturas que vão compor o aproveitamento hidrelétrico.

Os ensaios nesta fase, objeto de estudos em laboratório, conduzirão ao conhecimento das composições das dosagens dos concretos dos tipos Convencional Alto Desempenho - CAD e Compactado com Rolo - CCR, assim como as características físicas, químicas e físico-químicas dos materiais constituintes.

Uma vez definidas as dosagens, pequenos ajustes poderão ser realizados na obra, durante o projeto executivo, devido a obtenção dos materiais e produção dos concretos em escala industrial.

Atenção especial deverá ser dada às adições, tais como, materiais pozolânicos e aditivos químicos.

Dentre os materiais pozolânicos destaca-se a sílica-ativa (microsílica), para uso principalmente em Concretos de Alto Desempenho - CAD; embora seja adequada também para os demais tipos de concreto.

Quanto ao CCR - Concreto Compactado com Rolo, destaca-se a utilização dos finos de britagem (material pulverulento - mais fino que a peneira 0,075 mm), em teores variáveis entre 10% e 20%, incorporados aos agregados, notadamente na areia artificial.

No Projeto Básico, o programa de estudos e ensaios constará essencialmente de:

- Ensaios de caracterização de materiais cimentícios;
- Ensaios de caracterização dos agregados disponíveis, inclusive a verificação da Reação Álcali-Agregado - RAA, através da determinação da composição mineralógica, ensaio acelerado e microscopia eletrônica;
- Ensaio de caracterização da água;
- Ensaios de caracterização de aditivos químicos;
- Realização de estudos de dosagens e definição das composições de acordo com os tipos e classes de concreto, para dimensões máximas características até 152 mm;
- Caracterização das propriedades de algumas das dosagens a serem mais utilizadas na obra, para cada $D_{máx}$ - dimensão máxima característica, tais como as propriedades mecânicas, elásticas, viscoelásticas e térmicas;
- Estudos Térmicos, com análise das temperaturas e das subseqüentes tensões e/ou deformações oriundas da contração térmica do concreto, durante o seu período de resfriamento. A partir dos resultados serão definidas medidas tais como: uso de refrigeração do concreto, altura das camadas, intervalo de lançamento entre camadas sucessivas, etc.

3.5 ENERGÉTICOS

O dimensionamento energético de uma usina hidrelétrica para empreendimentos de médio a grande porte com potência maior do que 30 MW, ou aqueles que não atendam a Resolução ANEEL 394, se dá na fase dos Estudos de Viabilidade, quando então são fixados os parâmetros físico-operativos que irão inclusive embasar o processo de licitação da outorga de concessão, principalmente no que diz respeito aos valores de energia e potência asseguradas, quando for o caso.

Os parâmetros físico-operativos, que em princípio, não devem ser alterados na etapa de Projeto Básico, são os seguintes:

- Localização do Eixo do Barramento;
- N.A. máximo operativo;
- N.A. mínimo operativo;
- Potência Instalada (Potência Mínima do Edital de Licitação - Potência Ótima);
- Queda de Referência;
- Canal de Fuga (Nível de restituição);
- Número Mínimo de unidades.

A definição destes parâmetros se dá de acordo com a metodologia e os critérios usuais do Setor Elétrico brasileiro, que estão condensados no documento intitulado “Instruções Para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos - ELETROBRÁS/DNAEE - abr/97”.

Não obstante, caso se justifique a alteração de alguns destes parâmetros por ocasião da elaboração do Projeto Básico, recomenda-se a utilização da mesma metodologia e dos critérios utilizados nos Estudos de Viabilidade, referendados no documento supracitado.

3.6 SÓCIO-AMBIENTAIS

Este item indica os levantamentos e estudos a serem realizados de forma a permitir que sejam detalhados e aprofundados os programas sócio-ambientais previstos nos Estudos de Viabilidade visando a elaboração dos projetos Sócio-Ambientais.

Os levantamentos complementares e estudos específicos necessários a cada programa foram identificados, de forma preliminar, quando da realização da análise crítica dos Estudos de Viabilidade (Capítulo 2).

Assim, espera-se que para cada caso sejam analisados e adequados os elementos de detalhamento indicados a seguir, de acordo com as necessidades de cada empreendimento.

As atividades contidas neste item incluem levantamentos bibliográficos complementares e outros específicos, estudos estatísticos e, principalmente, levantamentos de campo. O nível de aprofundamento e o conteúdo dos levantamentos deverá também atender o estabelecido junto ao Órgão de Licenciamento Ambiental, visto que os elementos aqui obtidos subsidiarão a montagem do Projeto Básico Ambiental (PBA), documento indispensável para a obtenção da Licença de Instalação (LI).

A relação de projetos aqui apresentados tem como base o documento “Referencial para Orçamento dos Programas Sócio-Ambientais. Vol. I - Usinas Hidrelétricas” (COMASE/ ELETROBRÁS, 1994). Foram realizados ajustes e atualizações nesta relação, quando necessário, indicando-se os objetivos gerais e os elementos mínimos para o detalhamento de cada projeto.

Estas diretrizes deverão ser adaptadas a cada aproveitamento, incluindo, excluindo ou reorganizando (agregando ou subdividindo) projetos conforme as situações encontradas. Recomenda-se seguir sempre a relação obtida nos Estudos de Viabilidade, acrescidos daqueles resultantes de exigências do licenciamento ambiental e dos acordos estabelecidos com as comunidades afetadas.

Considera-se importante que, nesta fase, já tenham sido retomados os trabalhos de Comunicação Sócio-Ambiental iniciados na Viabilidade, mantidos os objetivos de:

- fornecer às populações e comunidades a informação adequada sobre os estudos e trabalhos em desenvolvimento na Área de Influência;
- restabelecer os canais de comunicação com os segmentos sociais afetados e seus representantes a fim de realizar os levantamentos necessários;
- considerar os diferentes interesses envolvidos no sentido da inserção e viabilização do empreendimento;
- manter a população afetada informada sobre o andamento dos trabalhos, bem como receber críticas e sugestões de modo a permitir a adaptação de eventuais ações em andamento ou em implantação;
- implementar a estratégia adotada para a participação da população, entidades ou instituições nos projetos (vide item 2).

Cabe ainda acrescentar que todos os projetos devem ser desenvolvidos tendo-se em vista o seu conjunto e as relações de interdependência, assim como a simultaneidade da implantação das ações. Neste sentido é apresentada, ao final do item 3.6, quadro indicando as associações entre os projetos sócio-ambientais.

3.6.1 Projeto de Gestão Ambiental

Este projeto tem por finalidade sistematizar as ações ambientais, dando-lhes um enfoque integrado e global, visando atingir os objetivos e metas propostos nos diversos projetos sócio-ambientais.

Sua formulação deverá considerar a fase de implantação e estabelecer diretrizes para a fase de operação.

O seu detalhamento deve ter como referências o atendimento às exigências legais e às ações necessárias à manutenção da qualidade ambiental, a gestão integrada dos recursos ambientais da bacia hidrográfica e o atendimento de demandas de partes interessadas.

Deve considerar, ainda, o controle e o acompanhamento das questões ambientais durante o processo de implantação e as diretrizes para a continuidade das ações na fase de operação.

▮ Elementos para detalhamento

- Definição e implantação sistemática de avaliação de desempenho dos projetos ambientais;
- Implantação de sistema de documentação e registros relativos à informação ambiental;
- Definição do organograma de responsabilidades pela implantação das ações ambientais;
- Definição de procedimentos em situações de emergência;
- Estabelecimento do cronograma geral de implantação dos projetos adequado ao cronograma geral de obra;
- Definição do acompanhamento da implantação dos projetos;
- Definição dos procedimentos de acompanhamento e controle de recursos financeiros;
- Estabelecimento da organização dos projetos que terão continuidade na fase de operação;
- Adequação do empreendimento e os procedimentos de implantação à legislação ambiental.

3.6.2 Projeto de Comunicação Sócio-Ambiental

Este projeto busca manter as comunidades afetadas informadas sobre o empreendimento, bem como receber críticas e sugestões de modo que o empreendedor possa manter-se em contato com essas comunidades e ajustar a implantação dos projetos sócio-ambientais às condições locais.

Tem como objetivo, também, dar suporte às negociações e aos procedimentos interinstitucionais necessários à implantação do conjunto de projetos sócio-ambientais.

Na seleção do público alvo deve ser considerada a necessidade de estender o projeto à população diretamente envolvida com o empreendimento (trabalhadores e familiares) e outros segmentos sociais tais como aqueles atraídos por atividades comerciais e de prestação de pequenos serviços na Área de Influência.

▮ Elementos para detalhamento

- Identificação dos marcos principais onde são necessárias ações de comunicação sócio-ambiental específicas, sejam estes marcos etapas do projeto de engenharia, da construção ou da implantação dos demais projetos sócio-ambientais;
- Mapeamento dos atores e segmentos sociais que constituem o público alvo do projeto;
- Desenvolvimento de instrumentos de comunicação adequados aos atores sociais identificados e às etapas do empreendimento;
- Desenvolvimento das informações adequadas aos interesses dos diversos públicos-alvo;
- Desenvolvimento das parcerias estabelecidas para implementação das ações de comunicação sócio-ambiental e ações de cunho educativo;
- Programação das atividades visando atender as demandas dos demais projetos ambientais.

3.6.3 Projeto de Remanejamento da População Rural

O objetivo deste projeto é promover o remanejamento de contingentes populacionais rurais atingidos pela implantação do empreendimento.

Visto que o remanejamento comporta uma pluralidade de ações, não excludentes, podendo ter aplicações combinadas, envolvendo em geral, dentre outras modalidades, a indenização, o reassentamento e a reorganização das propriedades remanescentes, este projeto pode ser dividido em sub-projetos adequados à realidade de cada empreendimento.

Elementos para Detalhamento

▮ Levantamentos e Negociações (geral)

- Cadastro sócio-econômico da população a ser diretamente afetada;
- Estabelecimento de diretrizes e critérios para negociação junto às comunidades ou seus representantes;
- Discussão dos conceitos básicos, critérios gerais e proposições com as autoridades constituídas, comunidades afetadas e demais parceiros, incluindo critérios de indenização, de relocação e alternativas de remanejamento nas suas diversas modalidades;
- Revisão de diretrizes e critérios para definição do público-alvo das diversas alternativas acordadas para a execução do remanejamento;
- Elaboração de procedimentos para ressarcimento ao empreendedor de benefícios proporcionados pelo projeto (pagamento financiado de áreas para não-proprietários ou diferença por recebimento de área maior que a indenizada), incluindo todas as modalidades adotadas;
- Definição de público-alvo para cada modalidade de remanejamento;
- Elaboração de plano de monitoramento do processo de remanejamento da população rural, incluindo todas as modalidades adotadas.

▮ Subprojeto Desapropriação e Indenização

- Estabelecimento de critérios específicos para desapropriação e indenização;
- Levantamentos aerofotogramétricos, cadastrais e de situação documental da área a ser desapropriada;
- Pesquisa de preços imobiliários e de benfeitorias reprodutivas e não reprodutivas para estabelecimento de valores de indenização;
- Estabelecimento do cronograma de desapropriações e desocupações;
- Procedimentos para regularização fundiária da área a ser desapropriada.

▮ Subprojeto Reassentamento

- Estabelecimento de critérios específicos e definição de procedimentos para opção por esta modalidade de remanejamento;
- Definição de procedimentos para a preparação das famílias;
- Definição de parâmetros de projeto de reassentamento, com indicação, entre outros, do tamanho da área necessária, das benfeitorias em cada lote e da infra-estrutura comunitária, levando-se em conta a organização social anterior;
- Escolha das áreas para implantação de projetos de reassentamento com a participação da comunidade a ser reassentada;
- Elaboração de uma avaliação técnica quanto à viabilidade dos locais selecionados para reassentamento;
- Apresentação e discussão para a população do estudo técnico de avaliação das áreas indicadas para reassentamento;
- Definição de procedimentos de parceria para assistência técnica, financiamento à produção e atendimento de saúde e educação para a população do reassentamento.

▮ Subprojeto Reorganização de Áreas Remanescentes

- Realização de levantamentos de áreas desapropriadas viáveis para exploração agrícola em torno do reservatório, levando-se em consideração a faixa de segurança e as restrições previstas na legislação;
- Estabelecimento de critérios específicos e definição de procedimentos para opção por esta modalidade de remanejamento, preferencialmente proprietários lindeiros que tiveram sua área inviabilizada, mas em composição com áreas vizinhas consigam construir área suficiente para a continuidade de sua exploração;
- Definição de critérios para negociações necessárias para a reorganização fundiária;
- Definição de ações necessários para recomposição tais como: acesso, abastecimento de água, distribuição de energia, e infra-estrutura comunitária.

3.6.4 Projeto de Relocação de Cidades, Vilas e Povoados

Este Projeto tem como objetivo promover a relocação das populações e das estruturas físicas correspondentes às comunidades urbanas atingidas pelo empreendimento, tendo como referência a recomposição físico-territorial da região afetada resguardando, tanto quanto possível, as relações e polarizações existentes, no intuito de estabelecer um novo equilíbrio e introduzindo conceitos de melhoria na qualidade de vida dessas populações.

Elementos para o detalhamento

- Elaboração de cadastro sócio-econômico da população afetada;
- Elaboração de cadastro das estruturas atingidas (incluindo sistemas de abastecimento de água, esgoto, águas pluviais, lixo, energia elétrica, iluminação pública, telefonia etc);
- Elaboração de cadastro das atividades produtivas atingidas;
- Elaboração de cadastro das propriedades atingidas e sua situação documental;
- Elaboração de cadastro dos prédios públicos atingidos (escolas, hospitais, postos de saúde, rodoviária etc);
- Registro espacial dos núcleos existentes;
- Estabelecimento de critérios específicos para desapropriação e indenização;
- Pesquisa de preços imobiliários e de benfeitorias reprodutivas para estabelecimento de valores de indenização;
- Estabelecimento do cronograma de desapropriação e desocupações;
- Procedimentos para regularização fundiária da área a ser desapropriada;
- Discussão e definição dos conceitos básicos, critérios e proposições com as autoridades constituídas e comunidades afetadas, incluindo critérios de indenização, de relocação, de localização do novo núcleo, conceitos urbanísticos básicos, tipo e localização dos equipamentos urbanos, escolha dos novos lotes e cronograma geral de mudança;
- Escolha de áreas;
- Proposição geral de relocação;
- Realização de convênios com as instituições públicas municipais, estaduais e federais para relocação de suas edificações e equipamentos;
- Proposição de procedimentos legais para a relocação;
- Levantamento da história local e registro do patrimônio edificado;
- Definição de plano de monitoramento do processo de relocação.

3.6.5 Projeto de Apoio às Comunidades Indígenas e Remanescentes de Quilombos

Este projeto visa garantir as condições de vida de acordo com os padrões étnicos das comunidades afetadas, assim como atender as exigências legais.

No caso de haver a necessidade de relocação, deve ser desenvolvido um projeto específico. A área escolhida para relocação deverá ser contígua e de valor etno-ecológico equivalente às áreas atingidas.

Cabe salientar que deve ser reconhecido aos índios e às populações remanescentes de quilombos o direito de participar em todas as decisões que os afetem ao longo das etapas de planejamento, construção e operação dos empreendimentos.

Elementos para detalhamento

- Previsão das atividades de manutenção do relacionamento com as comunidades afetadas e das ações compensatórias já em curso;
- Aprofundamento dos estudos para detalhamento dos projetos de apoio e relocação das comunidades afetadas;
- Ajuste dos termos do convênio existente, quando necessário, ou elaboração de convênio com entidade especializada no tema;
- Levantamento de invasores da área e detalhamento das ações a serem desenvolvidas para a sua desocupação;
- Detalhamento das ações de demarcação da área indígena, quando necessário;
- Definição e negociação de eventual reposição de benfeitorias afetadas;
- Determinação das ações de compensação e participação nos resultados para as comunidades afetadas;
- Programação das atividades e desenvolvimento dos elementos básicos para o projeto;
- Estabelecimento de acordos de cooperação com as comunidades ou entidades que representem os interesses dos grupos afetados.

3.6.6 Projeto de Recomposição de Infra-Estrutura Regional

Este projeto tem por objetivo promover a recomposição física dos sistemas existentes na área afetada pelo empreendimento no que tange aos sistemas rodoviário, ferroviário, hidroviário, de transmissão e distribuição de energia elétrica e de comunicação, não incluídos em 3.6.4. Deve ser preservado o atendimento existente, promovendo melhorias e modernizações na medida do possível considerando previsões existentes em programas governamentais. Este projeto poderá ser subdividido em decorrência das características locais.

Elementos para o detalhamento

- Levantamento cadastral dos sistemas existentes;
- Levantamento cadastral das estruturas atingidas tais como aeródromos, aeroportos, portos, antenas de transmissão, mineradoras, pontes, sistemas de transmissão, sistemas de comunicação, ferrovias, rodovias e gasodutos;
- Estabelecimento dos critérios de indenização e relocação, considerando parcerias, prioridades, eventuais reduções, ampliações e novos atendimentos;
- Proposição de recomposição e relocação;

- Estabelecimento dos critérios de indenização e relocação, considerando parcerias, prioridades, eventuais reduções, ampliações e novos atendimentos;
- Proposição de recomposição e relocação;
- Estabelecimento de consenso sobre as proposições com as entidades envolvidas e com as comunidades afetadas.

3.6.7 Projeto de Relocação de Infraestrutura Econômica e Social Isoladas

Este projeto refere-se à relocação de edificações e equipamentos comunitários situados na área rural e não considerados nos projetos de reassentamento rural e de relocação de vilas e povoados.

Elementos para detalhamento

- Definição das necessidades de atendimento da população remanescente, levando-se em consideração o acesso à saúde e educação e outros serviços;
- Definição da necessidade de relocação de equipamentos de infra-estrutura econômica e social isolada;
- Estabelecimento dos critérios de indenização e relocação, considerando parcerias, prioridades, eventuais reduções, ampliações e novos atendimentos;
- Definição da necessidade de estabelecimento de parcerias com governos municipal, estadual ou federal para relocação de suas edificações e equipamentos.

3.6.8 Projeto de Saúde Pública

Este projeto tem por objetivo estabelecer planos de controle, prevenção e acompanhamento das mudanças que possam ocorrer no quadro de saúde da população e nos serviços correspondentes na área de influência do empreendimento.

Elementos para detalhamento

- Atualização do diagnóstico do setor de saúde nos seus aspectos estruturais e de sanidade da população da área de influência do empreendimento;
- Levantamento das necessidades de atendimento de saúde da população a ser empregada na construção do empreendimento;
- Previsão das necessidades de atendimento de saúde da população atraída pelo empreendimento;
- Definição de critérios e diretrizes para a implantação de ações que visem garantir as boas condições de saúde da população na área de influência, trabalhadores das obras e população atraída;
- Definição de critérios e diretrizes para implantação de ações de vigilância e controle epidemiológico, de vetores e hospedeiros de doenças;

- Elaboração do projeto visando o estabelecimento de convênios com as prefeituras e outras entidades pertinentes para a execução do projeto.

3.6.9 Projeto de Adequação da Estrutura Educacional

Este projeto tem por objetivo auxiliar os municípios no trato da demanda criada pelo aumento da população ocasionado pela implantação do empreendimento.

Elementos para detalhamento

- Atualização do diagnóstico do setor de educação, na área de influência do empreendimento, visando estimar o número de profissionais e equipamentos necessários para melhoria nos serviços de educação prestados dentro do município a ser afetado;
- Definição de critérios e diretrizes para implantação de ações que visem melhorar as condições de ensino na área de influência;
- Previsão das necessidades de atendimento em educação;
- Elaboração do projeto visando o estabelecimento de convênios com as prefeituras, estado e outras entidades para sua execução.

3.6.10 Projeto de Salvamento do Patrimônio Cultural

Este projeto visa a preservação, resgate, registro e divulgação dos bens móveis, imóveis e dos conhecimentos adquiridos, dos patrimônios arqueológico, histórico, artístico, paisagístico, paleontológico e espeleológico, assim como atender as exigências legais.

Este projeto poderá ser desenvolvido a partir de sub-projetos específicos.

Elementos para detalhamento

- Confirmação e atualização dos levantamentos realizados na etapa de viabilidade e seleção dos sítios de interesse visando planejar os trabalhos de preservação;
- Estabelecimento de critérios e detalhamento das medidas a serem tomadas para preservação dos patrimônios e para divulgação dos resultados dos trabalhos;
- Estabelecer procedimentos e critérios para compensação das interferências;
- Estabelecimento de convênios e parcerias com entidades e instituições competentes para execução do projeto;
- Submeter o projeto à aprovação dos órgãos competentes municipais, estaduais e federal (IPHAN, Prefeituras etc);
- Desenvolvimento de atividades de salvamento nas áreas prioritárias (canteiro, acampamento etc).

3.6.11 Projeto de Apoio aos Municípios

O Programa de Apoio aos Municípios tem como objetivo fornecer apoio técnicos às prefeituras locais de modo que elas possam se adaptar as mudanças advindas da implantação e operação do empreendimento, considerando o aumento da demanda por habitação, infra-estrutura, empregos e de serviços públicos.

Este projeto tem ainda por objetivo, organizar o atendimento e a instalação da população atraída pela obra buscando formas de integrá-la na organização social e econômica da Área de Influência, sem desorganizar as estruturas e serviços públicos ou criar tensões sociais.

Elementos para detalhamento

- Levantamento do funcionamento das prefeituras e de suas necessidades;
- Atualização da quantificação das demandas criadas em função do empreendimento, oriundas dos Estudos de Viabilidade. Implantação;
- Realização de diagnóstico atualizado do setor habitacional na área de influência do empreendimento para se estimar o déficit habitacional dos municípios afetados;
- Definição de diretrizes e critérios que subsidiem os municípios afetados na melhoria de suas condições considerando a previsão de expansão da área urbana e a elaboração de Plano Diretor do município, quando necessário;
- Entendimentos com as prefeituras para negociação dos projetos e estabelecimento de parcerias;
- Elaboração de plano de atendimento à população atraída, incluindo instalações físicas, recursos humanos e materiais bem como alternativas econômicas visando a ocupação dessa população.

3.6.12 Projeto de Apoio à Reorganização das Atividades Produtivas

Este projeto tem como objetivo apoiar a reorganização das atividades produtivas dos municípios atingidos pela implantação do empreendimento.

Elementos para detalhamento

- Qualificação e quantificação das interferências causadas nas diversas atividades econômicas, realizando-se levantamentos específicos complementares;
- Estabelecimento das formas de atuação do empreendedor e a proposição de parcerias;
- Detalhamento das informações que devem ser repassadas aos diversos grupos, de forma que possam se reorganizar frente às possíveis mudanças;

- Estabelecimento de convênios com entidades que possam propor alternativas econômicas em substituição àquelas prejudicadas e fornecer cursos de capacitação visando novas atividades;
- Negociação com entidades competentes e comunidade.

3.6.13 Projeto de Limpeza da Área do Reservatório

Este projeto tem por objetivo preparar a área do reservatório para a inundação possibilitando o aproveitamento econômico do potencial madeireiro da área a ser inundada, minimizando os efeitos negativos da decomposição da biomassa florestal sobre os usos e qualidade da água, garantindo as condições de segurança para a operação da usina, permitindo a implantação de eventuais usos do reservatório e eliminar possíveis focos de contaminação de organismos prejudiciais à saúde humana nos recursos hídricos .

Elementos para detalhamento

- Atualização em campo do conhecimento produzido na etapa anterior, incluindo os levantamentos e análises necessários;
- Avaliação da viabilidade da exploração florestal;
- Elaboração de Plano de Desmate, com indicação de critérios básicos de desmatamento, exploração e seleção dos remanescentes, considerando os recursos necessários para a reprodução da fauna aquática;
- Preparação do processo de solicitação de licença junto ao órgão competente para supressão de vegetação;
- Incorporação das informações oriundas dos projetos associados;
- Cadastramento de outros itens específicos, como pocilgas, açudes, fossas, poços artesianos, etc;
- Estabelecimentos de critérios de remoção e limpeza incluindo, cota de remoção, garantia a navegação e esportes náuticos, procedimentos de desinfecção, de segurança, e de ordem estética;
- Estabelecimento de parcerias com entidades competentes para tratamento e destino final do material a ser removido;
- Elaboração de Plano de Limpeza com indicação de critérios e procedimentos adotados, compatibilizado com os estudos de enchimento do reservatório.

3.6.14 Projeto de Implantação de Unidade de Conservação

Este projeto visa compensar os impactos do empreendimento, procurando conservar amostras dos ecossistemas atingidos, mantendo e promovendo condições para que se conserve a

diversidade biológica, em atendimento as exigências legais. Adicionalmente, onde couber, deve também possibilitar o incentivo às atividades de pesquisa científica, monitoramento ambiental e propiciar a educação ambiental.

Elementos para detalhamento

- Estabelecer critérios para seleção de uma ou mais áreas de Unidade de Conservação, ou de outra forma de atendimento às exigências legais, de acordo com as indicações dos Estudos de Viabilidade e Estudo de Impacto Ambiental – EIA;
- Definição da(s) área(s) da(s) Unidade(s) de Conservação, junto ao órgão ambiental;
- Programação das atividades necessárias para a implantação da Unidade de Conservação (projeto, plano de manejo etc);
- Programação das atividades para gestão da Unidade de Conservação;
- Identificação das responsabilidades para a etapa de manutenção e possível transferência de domínio para a entidade do poder público;
- Indicação do prazo limite para aquisição de área e implantação da Unidade de Conservação de acordo com o cronograma da obra;
- Elaboração de plano de tratamento de outras áreas de preservação permanente.

3.6.15 Projeto de Conservação da Flora

Este projeto visa definir as estratégias para conservação da flora a ser atingida pelo reservatório. A efetiva conservação da flora dar-se-á por meio da implantação dos projetos de unidades de conservação, salvamento de germoplasma, estabilização das margens, recuperação de áreas degradadas e plano diretor do reservatório, reflorestamento ciliar e enriquecimento florestal.

Elementos para detalhamento

- Revisão dos estudos realizados na etapa de viabilidade, visando a indicação de pesquisas específicas e o atendimento aos projetos associados;
- Atualização dos dados de cobertura vegetal;
- Indicação de procedimentos e áreas para a conservação da flora nativa na Área de Influência do Empreendimento;
- Indicação das estratégias e procedimentos para a implantação do projeto, incluindo meios de obtenção de sementes, mudas e exemplares da flora nativa a ser suprimida;
- Indicação das parcerias e convênios necessários para sua implantação.

3.6.16 Projeto de Conservação da Fauna Terrestre

Este projeto tem por objetivo indicar e detalhar as medidas de manejo que busquem garantir a conservação da fauna terrestre na área do empreendimento e seu entorno. Visa também, detalhar as atividades de monitoramento que possibilitem verificar a situação da fauna após a formação do reservatório, bem como analisar as medidas de manejo e reorientá-las quando for o caso.

Elementos para detalhamento

- Revisão dos estudos realizados na etapa de Estudos de Viabilidade, visando a indicação de pesquisas específicas ou complementares;
- Atualização dos dados de fauna, se necessário;
- Indicação das áreas para a conservação da fauna nativa na Área de Influência do Empreendimento;
- Indicação e justificativa do tipo de aproveitamento da fauna (científico, conservação de exemplares vivos ex-situ, repovoamentos, soltura etc);
- Estabelecimento de outras atividades de manejo e preservação;
- Definição a necessidade de realização da Operação Resgate, junto ao órgão licenciador ambiental, indicando as espécies a serem relocadas e as áreas potenciais de soltura, quando for o caso;
- Detalhamento das atividades de monitoramento;
- Indicação de possíveis parceiros e constituir lista de instituições de pesquisa, universidade e outras, interessadas em participar do projeto.

3.6.17 Projeto de Conservação da Fauna Aquática

Este projeto tem por objetivo indicar e detalhar as medidas de conservação e manejo da fauna aquática, principalmente para a ictiofauna e outros grupos animais quando houver. No tocante à ictiofauna as atividades deverão buscar prioritariamente a preservação da diversidade biológica, estoques pesqueiros e manutenção das condições de pesca afetadas pelo empreendimento.

Deverão ser detalhadas as atividades de monitoramento que permitam avaliar as condições de ictiofauna e da pesca (profissional e amadora) após o enchimento do reservatório, para eventuais alterações nas atividades de manejo.

Elementos para detalhamento

- Revisão dos estudos realizados na etapa de Estudos de Viabilidade e atualização dos dados de fauna aquática, se necessário;

- Detalhamento das atividades de manejo e monitoramento para as fases de pré-enchimento, desvio do rio, enchimento e operação do reservatório, levando em consideração os possíveis efeitos a montante do reservatório e a jusante da barragem;
- Definição dos postos de coleta, efetuando contato com as colônias de pescadores existentes;
- Detalhamento das pesquisas específicas e complementares que subsidiarão as demais atividades;
- Indicação dos possíveis parceiros e elaboração de lista de instituições de pesquisa, universidade e outras, interessadas em participar do projeto.

3.6.18 Projeto de Monitoramento da Qualidade da Água

Este projeto visa acompanhar e avaliar as modificações da estrutura trófica do sistema hídrico, verificar a presença de contaminantes e poluentes nas águas do rio e do reservatório, acompanhar a evolução da qualidade da água, considerando as fases de pré-enchimento, enchimento e operação, de modo a estabelecer a implantação de possíveis ações corretivas, identificar os compartimentos do corpo do reservatório e subsidiar outros programas relacionados a fauna, flora e usos múltiplos da água.

Estes estudos devem considerar aqueles citados no item: 3.1.9 Estudos Sedimentológicos.

Elementos para detalhamento

- Revisão dos estudos realizados na Etapa de Estudos de Viabilidade e atualização dos dados, se necessário;
- Estabelecimento dos pontos de coleta de água para realização do monitoramento da qualidade da água;
- Definição das variáveis e parâmetros físicos químicos e biológicos a serem analisados, conforme resolução CONAMA 20/86;
- Definição dos parâmetros físico-químicos e biológicos;
- Apresentação das metodologias laboratoriais e estatísticas;
- Previsão das futuras condições das águas no reservatório e à jusante e eventuais restrições a outros usos das águas e do reservatório;
- Especificação dos recursos e materiais necessários aos projetos associados;
- Estabelecimento de convênio com universidades e centros de pesquisa visando o desenvolvimento do projeto.

3.6.19 Projeto de Monitoramento Sismológico

O objetivo deste projeto é implantar o monitoramento sismológico visando acompanhar a ocorrência de eventuais sismos induzidos por efeito do enchimento do reservatório.

Elementos para detalhamento

- Os elementos para detalhamento deste projeto encontram-se no item 3.3.4 Caracterização da Sismicidade Local e Mapa Sismotectônico;
- Elaboração do projeto de monitoramento considerando a formação de banco de dados, a realização de diagnóstico e a divulgação de informações.

3.6.20 Projeto de Estabilização das Margens

Este projeto tem por objetivo identificar as áreas sensíveis quanto a instabilidade de taludes e processos erosivos, caracterizando-as e propondo as medidas de controle necessárias antes e após a formação do reservatório.

Nestes trabalhos devem ser considerados os aspectos levantados e estudados nos itens 3.1.7 Estudos de Remanso, 3.1.9 Estudos Sedimentológicos e em 3.3.2 Mapa Geológico da Área do Reservatório.

Elementos para detalhamento

- Mapeamento geológico, geotécnico, geomorfológico e pedológico das encostas marginais ao reservatório, com levantamentos de campo e análise de fotografias aéreas;
- Individualização e caracterização dos processos erosivos e de instabilidade;
- Definição das medidas preventivas e corretivas em função dos estudos realizados;
- Previsão de eventuais restrições à implantação de instalações nas margens do reservatório;
- Elaboração de plano de monitoramento.

3.6.21 Projeto de Controle Ambiental das Obras e Recuperação de Áreas Degradadas

Este projeto visa manter a qualidade ambiental das áreas afetadas e a recuperação de áreas degradadas pelas atividades ligadas à implantação do empreendimento (acampamentos, canteiro de obras, estradas de acesso, áreas de empréstimo e de jazidas e pedreiras).

Os estudos deverão levar em consideração o realizado para 3.3.5 Caracterização Tecnológica e Geotécnica de Solos e Rochas como Materiais de Fundação e Materiais Naturais de Construção.

Elementos para detalhamento

▮ Tratamento das áreas utilizadas pela obra

- Estabelecimento de critérios para instalação, operação e desmobilização dos canteiros e instalações associadas, abastecimento de água, tratamento de efluentes e destino final de resíduos sólidos;
- Estabelecimento de critérios para exploração de materiais para construção e áreas de empréstimo, e localização e implantação de bota-fora e aterro;
- Estabelecimento de critérios para o controle ambiental das atividades de execução da obra;

▮ Recuperação de áreas degradadas

- Identificação das áreas a serem recuperadas;
- Estabelecimento das formas de recuperação a serem utilizadas;
- Elaboração de projeto de recuperação específico para cada área identificada, incluindo indicação de parâmetros de erodibilidade.

▮ Destino final das áreas tratadas

- Identificação de possíveis usos das áreas a serem recuperadas.

3.6.22 Projeto de Monitoramento Climatológico

O objetivo deste projeto é efetuar medições que possibilitem melhor conhecimento do clima regional e a identificação de alterações climáticas locais, seja por ampliação da rede climatológica ou pela realização de estudos mais detalhados.

Os trabalhos a serem realizados devem considerar aqueles que constam do item 3.1.2 Caracterização Climatológica da Bacia.

Elementos para detalhamento

- Reavaliação da necessidade de instalação de uma Estação Evapoclimatológica;
- Em caso de necessidade da estação deverá ser realizado:
 - Seleção do local;
 - Especificação e operação da estação;
 - Instalação e operação da estação;
 - Implementar o projeto de monitoramento.
- Elaboração de plano de monitoramento.

3.6.23 Projeto de Usos Múltiplos da Água

Este projeto tem por objetivo orientar a participação do empreendedor na articulação com os vários setores usuários dos recursos hídricos da bacia, visando buscar soluções de consenso para os conflitos provocados pela competição do uso da água e para a preservação dos recursos naturais e otimização das oportunidades de desenvolvimento sustentável na sua área de atuação.

Neste sentido, este projeto deve considerar para o empreendimento os outros usos estabelecidos no processo de outorga.

Estando implantado o Comitê de Bacias as ações de usos múltiplos deverão ser compatibilizadas por meio do Projeto de Gestão Ambiental.

Elementos para detalhamento

- Desenvolvimento de critérios para a articulação institucional e gerenciamento dos conflitos pelo uso da água;
- Identificação dos atores locais e regionais envolvidos;
- Definição dos critérios de operação compatíveis com os demais usos estabelecidos.

3.6.24 Projeto de Plano Diretor do Reservatório

Este projeto objetiva estabelecer diretrizes para o acompanhamento da dinâmica, a proteção e a administração do reservatório ao longo de sua vida. Abrange tanto o disciplinamento do uso de suas águas e das áreas contíguas, de propriedade da concessionária, quanto o acompanhamento e tratamento das alterações decorrentes das atividades desenvolvidas na bacia de contribuição, considerando os usos múltiplos da água e as responsabilidades pelo uso compartilhado do reservatório. Deverá sugerir também formas adequadas de uso e ocupação para as áreas adjacentes, em compatibilidade com o processo de desenvolvimento regional e as novas oportunidades que se abrirão com a implantação do empreendimento.

Elementos para detalhamento

- Levantamento e análise da legislação pertinente às diversas atividades abaixo relacionadas;
- Atualização do diagnóstico de interferências no reservatório pelas atividades desenvolvidas na bacia de contribuição;
- Estabelecimento de critérios para o monitoramento destas atividades;
- Estabelecimento de critérios de uso do reservatório e acesso à água;
- Identificação de atividades e potencialidades associadas ao reservatório na Área de Influência;
- Identificação de parcerias para o desenvolvimento de atividades e negociação com as comunidades entidades e autoridades para a formulação do Plano Diretor;
- Elaboração do Plano Diretor;
- Participação dos setores sociais usuários.

PROJETOS ASSOCIADOS

PROJETO	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01 PROJETO DE GESTÃO AMBIENTAL	■	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
02 COMUNICAÇÃO SÓCIO-AMBIENTAL	×	■	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
03 REMANEJAMENTO DA POPULAÇÃO RURAL	×	×	■			×	×	×	×	×	×	×												×
04 RELOCAÇÃO DE CIDADES, VILAS E POVOADOS	×	×		■		×		×	×	×	×	×												×
05 APOIO ÀS COM. INDÍGENAS E REMAN. QUILOMBOS	×	×			■					×														
06 RECOMPOSIÇÃO DE INFRAESTRUTURA REGIONAL	×	×	×	×		■	×		×	×	×	×												×
07 RELOCAÇÃO INFRAESTR.ECON. E SOCIAL ISOLADOS	×	×	×				■				×	×												
08 PROJETO DE SAÚDE PÚBLICA (das Populações)	×	×	×	×				■			×	×												×
09 ADEQUAÇÃO DA ESTRUTURA EDUCACIONAL	×	×	×	×		×			■		×													
10 SALVAMENTO DO PATRIMÔNIO CULTURAL	×	×	×	×	×	×				■	×	×	×											×
11 APOIO AOS MUNICÍPIOS	×	×	×	×		×	×	×	×		■	×						×						×
12 APOIO À REORGANIZ. DAS ATIVIDADES PRODUTIVAS	×	×	×	×		×					×	■												×
13 LIMPEZA DA ÁREA DO RESERVATÓRIO	×	×	×	×		×					×		■		×	×	×	×		×	×		×	×
14 IMPLANTAÇÃO DE UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	×	×									×			■	×	×	×	×					×	×
15 CONSERVAÇÃO DA FLORA	×	×									×		×	×	■	×	×	×			×			×
16 CONSERVAÇÃO DA FAUNA TERRESTRE	×	×											×	×	×	■	×	×			×			×
17 CONSERVAÇÃO DA FAUNA AQUÁTICA	×	×									×		×	×	×	×	■	×						×
18 CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA	×	×					×				×	×	×		×	×	×	■			×			×
19 MONITORAMENTO SISMOLÓGICO	×	×																	■					×
20 ESTABILIZAÇÃO DAS MARGENS	×	×											×		×					■			×	×
21 CONTR. AMB. DAS OBRAS DE RECUP.ÁREAS DEGR.	×	×													×						■			×
22 MONITORAMENTO CLIMATOLÓGICO	×	×																				■		
23 USOS MÚLTIPLOS	×	×	×								×	×											■	×
24 PLANO DIRETOR DO RESERVATÓRIO	×	×	×	×	×	×				×	×	×	×	×	×	×	×	×		×	×		×	■



4

CRITÉRIOS GERAIS DE PROJETO



4. CRITÉRIOS GERAIS DE PROJETO

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As estruturas hidráulicas são destinadas a operar sob condições extremamente variáveis estipuladas pela sua interação com o material de fundação, exposição ao ar e água, variação de temperatura, radiação solar, ações de onda, sismos etc.

As consequências danosas de uma possível falha demanda um alto grau de requisitos de segurança para estas estruturas, especialmente aquelas que operam sobre pressão d'água.

Os Critérios Gerais do Projeto estabelecem os requisitos técnicos gerais e as exigências de segurança que devem ser atendidos na elaboração do Projeto Básico. Os critérios são estabelecidos a partir dos conceitos básicos de engenharia, de normas técnicas e do conhecimento dos estudos existentes, realizados nas fases anteriores, e de suas complementações na fase do Projeto Básico.

Deve ser o objetivo dos critérios gerais de projeto, a utilização de padrões compatíveis de segurança, economia e confiabilidade, de todos os componentes do projeto, bem como de práticas de engenharia atualizadas e aceitas em projetos, relativas a concepção, às normas técnicas a serem aplicadas, aos cálculos analíticos e à elaboração dos desenhos e especificações, bem como à construção de obras civis e a fabricação e montagem de equipamentos. Os critérios gerais de projeto deverão definir os requisitos para os projetos civil e eletromecânico.

4.2 CRITÉRIOS GERAIS DO PROJETO CIVIL

Deverão ser utilizados critérios aceitos internacionalmente como os do Bureau of Reclamation, U.S. Corps of Engineers, T.V.A (Tennessee Valley Authority) ou aqueles desenvolvidos pelo setor elétrico brasileiro.

O Projeto Básico das estruturas deverá ser executado segundo os critérios gerais do projeto civil, de modo a nortear os requisitos adiante colocados, garantindo assim, a segurança das estruturas durante toda a sua vida útil.

4.2.1 Projeto Hidráulico

Os estudos básicos hidrológicos e hidráulicos confirmarão e/ou definirão os seguintes requisitos:

Níveis de Água

- N.A. Máximo Normal do Reservatório
- N.A. Mínimo Normal do Reservatório
- N.A. Máxima Enchente do Reservatório
- N.A. Máximo Operativo no Canal de Fuga
- N.A. Mínimo Operativo no Canal de Fuga
- N.A. Mínimo no Canal de Fuga
- N.A. Máxima Enchente no Canal de Fuga
- N.A. Máxima Enchente a Jusante da Barragem
- N.A. Mínimo a Jusante da Barragem
- N.A. Máxima Enchente a Jusante do Vertedouro
- N.A. Mínimo a Jusante do Vertedouro

Reservatório

- Curva cota x área x volume do reservatório.
- Volume de Espera
- Cheia Máxima Provável
- Cheia de Projeto da Barragem

Desvio do Rio

Tipo do desvio, prazos e seu inter-relacionamento com as condições hidrológicas, parâmetros de planejamento para construção das ensecadeiras, borda livre das ensecadeiras, períodos de recorrência, vazão de projeto, vazão de fechamento, velocidades admissíveis no desvio (túneis, canais, adufas) e coeficientes de rugosidade.

Fechamento do Desvio

Vazão máxima para o fechamento das pré-ensecadeiras e vazão máxima admissível no fechamento das comportas para enchimento do reservatório.

Barragens e Diques

Borda livre normal e mínima, proteção de taludes.

Órgãos Extravasoares

O Vertedouro será projetado de maneira a conduzir as vazões de cheia restituindo-as a jusante em condições de segurança para a barragem e sem perturbações de níveis prejudiciais a operação da usina. Hidrograma do projeto, condições de operacionalidade das comportas para efeito de

cálculo de sobreelevação de níveis d'água, vazão de projeto, aeração, dissipação de energia, perda de carga e coeficientes de descarga e de rugosidade.

Circuito Hidráulico de Geração e Canal de Fuga

Velocidades admitidas no canal de adução, grades, tomada de água, comportas, condutos forçados, tubo de sucção e canal de fuga. Geometria, critérios de submergência na tomada de água e na saída do tubo de sucção. Vazão turbinada, perda de carga e coeficientes de rugosidade nos canais, túneis e condutos.

Chaminé de Equilíbrio

Considerar hipótese de rejeição rápida de vazão máxima.

4.2.2 Projeto das Estruturas de Concreto

Na definição das seções típicas das estruturas, deverão ser considerados os seguintes requisitos:

Ações a Considerar

- peso próprio
- pressões hidrostáticas
- subpressões
- pressões intersticiais
- pressões hidrodinâmicas
- impacto de ondas
- empuxos de solo, rocha e enrocamento
- vibrações induzidas por máquinas ou fluxos d'água
- assoreamento
- efeitos sísmicos
- vento
- impacto de embarcações
- cargas de utilização
- cargas de equipamentos
- variações volumétricas
- protensão
- recalque de apoio
- temperatura

Condições de Carregamento

- condições de carregamento normal (CCN)
- condições de carregamento excepcional (CCE)

- condições de carregamento limite (CCL)
- condições de carregamento de construção (CCC)

Análise de Estabilidade e Coeficientes de Segurança

Para as análises de estabilidade e os respectivos coeficientes de segurança deverão ser adotados os critérios estabelecidos na publicação “Design Criteria for Concrete Arch and Gravity Dams” - A Water Resources Technical Publication - Engineering Monograph n° 19 - United States Department of the Interior - Bureau of Reclamation”, ou aqueles desenvolvidos pelo setor elétrico brasileiro.

Análise de Tensões

- segurança à ruptura estrutural;
- segurança a deformações excessivas;
- análises de tensões (tensões médias, distribuição de tensões e tensões localizadas, tensões admissíveis).

Propriedades e Classes dos Materiais

- concretos (cimento, materiais pozolânicos, agregados, aditivos e água);
- aço estrutural;
- aço para armadura de concreto estrutural (armado e protendido);
- chumbadores e barras de ancoragem.

Detalhes Construtivos

- juntas de contração
- juntas de construção
- juntas de dilatação
- aberturas em estruturas de concreto
- dispositivos de vedação

Instrumentação de Auscultação

- caracterização dos pontos de instalação dos instrumentos;
- caracterização dos tipos de instrumentos.

4.2.3 Projeto dos Maciços de Terra e/ou Enrocamento

Na definição das seções típicas dos maciços deverão ser considerados os seguintes requisitos:

Análises de Estabilidade

Para os procedimentos de análises de estabilidade de taludes deverão ser seguidos os critérios estabelecidos no “U.S. Corps of Engineers - Engineering and Design Manual EM 1110-2-1902 1 April 1970 - Stability of Earth and Rockfill Dams”, especialmente os relativos a fatores de segurança mínimos, ou aqueles desenvolvidos pelo setor elétrico brasileiro.

Análises de Percolação

Análises de Tensão-Deformação

Propriedades dos Materiais

- solos impermeáveis
- areias para filtros
- transições
- enrocamento
- rip-rap

Instrumentação de Auscultação

- caracterização dos pontos de instalação dos instrumentos
- caracterização dos tipos de instrumentos

4.2.4 Projeto das Escavações e Fundações

Na definição das seções típicas das escavações e fundações deverão ser considerados os seguintes requisitos:

- Análises de estabilidade
- Análises de percolação
- Análises de tensão-deformação
- instrumentação
- Análise do sistema de suporte e revestimento
- Drenagem da água de percolação

4.2.5 Projeto dos Tratamentos de Fundação

- Remoção de Materiais Indesejáveis
- Retaludamento
- Regularização da fundação

- Limpeza
- Recobrimento Superficial
- Drenagem Superficial
- Injeções de impermeabilização
- Injeções de consolidação
- Cortina de injeção
- Injeções de contato
- Furos de drenagem
- “Cut off” e poços de alívio
- Galerias e Túneis

4.2.6 Projeto de Drenagem de Águas Pluviais

- Dados de precipitação
- Descarga de Projeto
- Dimensionamento hidráulico

4.3 CRITÉRIOS GERAIS DE PROJETO ELETROMECAÂNICO

O Projeto Básico dos equipamentos e sistemas elétricos e mecânicos deverá ser executado de forma a atender os requisitos e critérios adiante definidos.

O estabelecimento dos conceitos fundamentais, que definem as características técnicas dos equipamentos eletromecânicos, terão efeito significativo sobre o custo global, o desempenho e a vida útil dos mesmos. Além das características técnicas operacionais, deverão ser consideradas as dimensões físicas dos diversos componentes, suas particularidades construtivas e as facilidades de montagem, de manutenção e de operação, bem como os valores limites e os coeficientes de segurança que deverão ser observados na execução dos projetos.

Os equipamentos definidos nos Estudos de Viabilidade devem ser confirmados, e as suas características técnicas principais estabelecidas com um maior nível de detalhamento, de modo que seja possível fazer uma melhor estimativa de custos e dos prazos de fabricação e montagem, bem como a obtenção dos demais dados que servirão posteriormente para a elaboração das especificações técnicas dos mesmos.

O estabelecimento dos requisitos de segurança para os equipamentos eletromecânicos deverá ser precedido de definição quanto ao grau de automação previsto para a operação da usina, o qual condicionará os projetos e os níveis de monitoramento e supervisão dos equipamentos e dos sistemas auxiliares.

A fixação de coeficientes de segurança e níveis de proteção adequados no projeto, bem como a utilização de tecnologias aprovadas na fabricação e na montagem dos equipamentos, são fundamentais para a segurança de operação da usina. Estas condições devem ser apresentadas no Projeto Básico.

4.3.1 Requisitos de Segurança

Deverão ser previstos os meios adequados para o suprimento confiável de energia elétrica de emergência para operação dos equipamentos essenciais à segurança das instalações tais como: bombas de drenagem e esgotamento, comportas dos órgãos extravasores, iluminação de emergência e do sistema de telecomunicações.

Esse suprimento de emergência deverá permitir também a partida de uma unidade geradora após o desligamento pleno da usina e perda das fontes normais de alimentação elétrica.

Para segurança das estruturas, as comportas dos órgãos extravasores deverão funcionar em qualquer condição de operação do reservatório, particularmente durante a ocorrência de cheias do rio.

Para a segurança do pessoal de operação, deverão ser previstos sistemas de proteção contra incêndio, de proteção contra choques elétricos e acidentes em geral. Serão estabelecidos os requisitos para iluminação, ventilação e sinalização adequadas das áreas internas e externas da Casa de Força e demais estruturas, particularmente nas galerias inferiores. Os meios e facilidades para a evacuação do pessoal em situações de emergência deverão ser contemplados no arranjo dos acessos e da circulação do pessoal de operação e manutenção da usina.

4.3.2 Projeto dos Equipamentos

Os critérios básicos que nortearão a elaboração das especificações técnicas e, conseqüentemente, dos projetos dos equipamentos eletromecânicos a serem instalados na casa de força e demais estruturas do aproveitamento hidrelétrico, deverão ser definidos durante a elaboração do Projeto Básico.

Os valores admissíveis de projeto, como as tensões admissíveis para os materiais sob cargas normais e excepcionais, os limites de densidade de correntes elétricas, velocidades de escoamento dos fluidos em tubulações e no circuito hidráulico de potência e os níveis de proteção elétrica deverão ser estabelecidos previamente. Alguns desses valores serão utilizados no pré-dimensionamento das estruturas civis e dos equipamentos no decorrer do Projeto Básico.

Os projetos dos equipamentos e dos sistemas auxiliares deverão atender os critérios gerais de segurança pessoal e patrimonial, bem como a sua disponibilidade para a operação. São indicados abaixo os critérios mais significativos utilizados no projeto:

- Utilizar as normas NBR da ABNT ou, na ausência dessas, preferencialmente as da ISO, IEC, ANSI, DIN, ASME, AWS, HI e ASTM;
- Utilizar preferencialmente equipamentos, materiais e acessórios disponíveis no mercado nacional, possibilitando a sua reposição em curto prazo;
- Não especificar parâmetros que não sejam requeridos pelo Sistema de Potência ou por qualquer outra necessidade (especialmente para o gerador e transformador elevador);
- Os serviços auxiliares elétricos devem ter duas fontes normais e independentes de alimentação e uma de emergência para os serviços e sistemas vitais da usina;
- Considerar como vitais, no mínimo, o sistema de drenagem da Casa de Força, os carregadores de baterias, as comportas do vertedouro e iluminação de emergência;
- O sistema de aterramento deve ser dimensionado e projetado em função da maior corrente de curto-circuito e de tempo de eliminação da falha. Deve considerar as tensões permissíveis de passo e de toque;
- Privilegiar a utilização de disjuntores de baixa tensão em vez de fusíveis;
- Definir tensões nominais normalizadas, em número mínimo compatível com necessidades;
- Analisar a necessidade de uma fonte de energia externa (ou de emergência) para partida de uma unidade em caso de falta geral dos serviços auxiliares elétricos da usina;
- A definição do Sistema de Controle (comando, proteção, supervisão e regulação) deverá descrever a filosofia de partida e de paradas normal e de emergência das unidades geradoras e da operação da usina e da subestação a serem adotadas, incluindo os diversos automatismo, níveis e locais (local / central / remoto) de operação;
- Os requisitos do sistema de proteção deverão definir os elementos mínimos necessários à proteção da unidade geradora, do sistema de excitação, do regulador de velocidade, do transformador elevador, da subestação, das saídas de linhas de transmissão e dos equipamentos dos sistemas de serviços auxiliares da usina;
- Os requisitos do sistema elétrico referentes à operação das unidades geradoras deverão ser estabelecidos previamente, em particular aqueles relativos à operação dessas unidades em regime de base ou ponta e se serão utilizadas como compensadores síncronos;
- Deverão ser definidas margens de segurança adequadas com relação às velocidades críticas do conjunto rotativo da unidade geradora para eliminar a ocorrência de ressonância paramétrica.



5

PROJETO **B**ÁSICO DAS **O**BRAS **P**RINCIPAIS



5. PROJETO BÁSICO DAS OBRAS PRINCIPAIS

5.1 ARRANJO GERAL DAS OBRAS PRINCIPAIS

Os estudos do Projeto Básico para definição do arranjo geral das estruturas que compõem o aproveitamento consistem essencialmente na otimização do arranjo geral definido nos Estudos de Viabilidade.

O arranjo geral resultará da integração harmonizada dos estudos de otimização e de definição de cada uma das estruturas e equipamentos que compõem o aproveitamento, dos cálculos das quantidades de materiais, do balanceamento desses materiais, do planejamento construtivo do empreendimento e das estimativas de custo de cada alternativa estudada.

Basicamente os estudos do arranjo geral se compõem de:

- Estudo aprofundado das alternativas de micro localização do eixo objetivando definir o eixo final da barragem;
- Estudo aprofundado e definição da geometria das estruturas que por sua vez dependem dos estudos básicos topográficos, hidrometeorológicos, hidráulicos, geológicos, geotécnicos, mecânicos e elétricos;
- Análise de diferentes arranjos gerais (otimizados);
- Estimativas de custo desses arranjos gerais;
- Seleção do arranjo geral final;
- Otimização do arranjo selecionado, considerando principalmente o esquema de desvio do rio durante a construção e usando como ferramenta o modelo hidráulico reduzido.

5.2 OBRAS DE DESVIO

O tipo de desvio do rio a ser adotado, definido nos Estudos de Viabilidade do aproveitamento, deverá ser otimizado nesta fase de Projeto Básico.

O dimensionamento das obras de desvio deverá ser compatibilizado com os níveis admissíveis a montante e com a definição das obras das enseadeiras.

As datas para início e fechamento do desvio, deverão ser determinadas a partir das condições hidrológicas e do cronograma geral de implantação do empreendimento.

No Projeto Básico as obras de desvio deverão ser definidas e orçadas por meio dos seguintes estudos:

- Definição do hidrograma de desvio;
- Definição do arranjo das obras de desvio e do seu inter-relacionamento com a obra principal;
- Definição da seqüência construtiva do desvio, das obras principais e da montagem dos equipamentos;
- Estudos de fechamento do desvio, considerando o tempo e riscos envolvidos;
- Cálculos hidráulicos de dimensionamento das obras que compõe o sistema de desvio, incluindo as condições limites para reabertura em caso de necessidade;
- Estudo em modelo hidráulico reduzido;
- Definição do tipo e da geometria das estruturas;
- Cálculos de estabilidade e cálculos estruturais das obras de desvio;
- Cálculos de quantidades de materiais e suas origens e destinos;
- Definição dos equipamentos hidromecânicos (comportas vagão, válvulas especiais, comportas ensecadeiras) e seus acionamentos, bem como os equipamentos de movimentação de cargas para a montagem e desmontagem dos equipamentos hidromecânicos.

5.3 BARRAGEM

No Projeto Básico será desenvolvido o estudo de otimização de locação do eixo definitivo da barragem. Deverão ser também definidas a geometria e as características finais da barragem de acordo com as linhas gerais a seguir:

5.3.1 Barragens e Diques de Terra e/ou Enrocamento e Ensecadeiras

Deverão ser definidas as geometrias e as seções tipo, e caracterizados os materiais constituintes de cada trecho da barragem que resultarão dos estudos geológico-geotécnicos e da otimização de:

- Balanceamento dos materiais de escavação e aterro, sua origem e destino;
- Fases construtivas das obras da barragem;
- Estabelecimento das cotas da crista e fundações;
- Sistemas de drenagem;
- Tratamento das fundações e metodologia de execução;
- Tratamento de taludes e impermeabilizações;
- Ligações com estruturas de concreto e ombreiras;
- Instrumentação de auscultação;
- Cálculos volumétricos detalhados de cada material que constitui a estrutura da barragem bem como das escavações onde esses materiais serão obtidos;
- Análise de estabilidade dos trechos característicos da barragem e integração barragem-fundação.

Os parâmetros de resistência e deformação dos materiais serão obtidos a partir dos ensaios de laboratório para caracterização dos materiais das escavações e/ou áreas de empréstimos e jazidas.

Deverão também ser realizados os estudos relativos a aspectos construtivos específicos como índices e distribuição da pluviosidade, controle de compactação e métodos construtivos.

No Projeto Básico são também definidos os detalhes referentes às estradas e acessos incorporados à barragem tais como pavimento, guarda-corpos, iluminação, drenagem, guarda-rodas e outros detalhes específicos.

5.3.2 Barragens de Concreto

As barragens e muros de concreto terão seus estudos aprofundados na fase de Projeto Básico. Nessa fase a estrutura será definida em todas as suas características e detalhes principais. Serão definidos os tipos de concreto a serem utilizados na barragem.

Os aspectos mais importantes a serem considerados no projeto das barragens de concreto estão relacionados às características das fundações, tratamento das fundações, e à análise estrutural da barragem que deverá considerar a interação da estrutura com a fundação.

Os critérios do projeto e métodos de análise estrutural dependerão do tipo de barragem e das condições geológico-geotécnicas das fundações. O método utilizado deverá ser compatível com o estado da arte relativo ao tipo de estrutura a ser analisado e exigirá alto grau de integração com os estudos geológicos e geotécnicos.

Os tipos de tratamento da fundação serão previstos em função das conclusões dos estudos geotécnicos que definirão as características geomecânicas, o grau de fraturamento, a condutividade hidráulica e a existência de descontinuidades na rocha de fundação.

Os esforços atuantes na estrutura serão estabelecidos para as condições de carregamento normal, excepcional, de construção e limite, previsto de ocorrer durante a vida da estrutura, conforme definido nos critérios de projeto.

Os esforços atuantes resultantes da subpressão da fundação serão determinados em função de estudos específicos do sistema de drenagem previsto para a rocha de fundação.

Deverá ser feito o cálculo do volume de concreto da barragem, definido e detalhado o sistema de juntas de dilatação e de construção e o plano de concretagem da estrutura.

Serão também definidos os detalhes relativos a pavimento, guarda-corpos, iluminação, drenagem superficial, guarda-rodas e outros detalhes específicos.

Será ainda definido o sistema de instrumentação de auscultação da barragem e sua fundação.

5.4 ÓRGÃOS EXTRAVASORES

Com base nos resultados dos ensaios realizados em modelo reduzido deverão ser feitos os cálculos hidráulicos necessários ao dimensionamento final otimizado da geometria dos órgãos extravasores e dispositivos de proteção contra a ocorrência de processos erosivos a jusante das estruturas.

A estrutura de concreto abrangerá os órgãos extravasores e de dissipação. Deverão ser igualmente definidos as galerias de acesso e drenagem, os sistemas de drenagem e tratamento das fundações e o sistema de manutenção dos dispositivos de dissipação. Serão também definidas as juntas e blocos da estrutura.

Deverá ser feita a análise da estabilidade da estrutura, por bloco, e os cálculos estruturais a nível de pré-dimensionamento.

Deverá ser definido o sistema de instrumentação de auscultação dos Órgãos Extravasores e de sua fundação.

Uma vez definidas as estruturas e pré-dimensionados seus elementos constituintes, será estabelecido o plano de concretagem mediante definição de juntas de concretagem e elaboração dos cálculos dos volumes de concreto e de quantidade de materiais das obras do sistema extravasor.

Os demais aspectos de engenharia civil a serem definidos no Projeto Básico referem-se a:

- escavações e aterros complementares;
- detalhes da plataforma superior da estrutura do Vertedouro, como caminho de rolamento do pórtico rolante ou monovia, guarda-rodas, guarda-corpos, escadas metálicas, tampas metálicas para os poços das comportas e acabamento dos pisos.

Os equipamentos hidromecânicos deverão ser estudados e definidos no que diz respeito ao tipo e às características principais do arranjo (geométricas e estruturais) e dos sistemas de acionamento. Deverão ser também definidos preliminarmente os esforços transmitidos ao concreto necessários ao projeto da estrutura civil, onde serão também consideradas as condições de vibrações, aeração e de cavitação.

Além dos equipamentos hidromecânicos principais (comportas e respectivos sistemas de acionamento) deverão ser estudados e definidos os equipamentos hidromecânicos de fechamento a montante (comportas ensecadeiras) e demais equipamentos acessórios, ou seja, pórticos rolantes, monovias, sistema de medições, controle hidráulico, e sistema de geração de emergência, quando aplicável.

Deverá ser feito o pré-dimensionamento dos equipamentos e analisar a solução para acionamento e movimentação dos mesmos. Deverão ser previstas áreas necessárias para montagem e manutenção dos equipamentos principais e de estocagem dos equipamentos de fechamento a montante.

Deverão ser definidas no Projeto as características e os parâmetros construtivos dos equipamentos, tais como:

Comportas Ensecadeiras

Tipo, quantidade, dimensões, esquema estrutural, número de elementos por comporta, sistema de vedação, válvulas “by pass”, arranjo, áreas de estocagem e manutenção, acionamento e estimativa de pesos.

Comportas Principais

Tipo, quantidade, dimensões, esquema estrutural, número de elementos por comporta, sistema de vedação, tipo e capacidade do acionamento, controle e medição da abertura e estimativa de pesos.

Pórtico Rolante ou Monovia

Tipo, classe, características, dimensões, estabilidade, definição do caminho de rolamento e do gabarito de movimentação de carga, capacidade nominal dos guinchos principal e auxiliar, curso dos ganchos principal e auxiliar, operações a executar, área para montagem e manutenção, avaliação das potências dos motores elétricos e estimativas de peso.

Grupo Gerador de Emergência

Definição da necessidade de implantação de grupo gerador de emergência para o acionamento das comportas principais.

Dispositivos para Medidas Hidráulicas

Tipo dos instrumentos de medição, esquema de medições hidráulicas e arranjo dos equipamentos e sensores.

No caso dos estudos do aproveitamento indicarem a necessidade de implantar um descarregador de fundo para o reservatório, os equipamentos hidromecânicos e de movimentação de cargas para esse descarregador deverão ser definidos com o mesmo nível de detalhes dos anteriores.

5.5 CIRCUITO HIDRÁULICO DE GERAÇÃO

O cálculo hidráulico de todo o circuito deverá ser feito em nível de dimensionamento final mediante análise do percurso hidráulico da adução até a restituição e considerando também o conjunto girante turbina-gerador.

No caso da necessidade de chaminé de equilíbrio deverá ser definido o tipo, seu dimensionamento hidráulico e definida a geometria da estrutura.

Com relação à estrutura da tomada d'água e demais estruturas de concreto do sistema adutor, deverão ser definidas as cotas da fundação, crista, pisos intermediários, galerias, bem como indicados os sistemas de drenagem e tratamento das fundações.

Para todas as estruturas deverão ser feitas a análise da estabilidade, por bloco, e os cálculos estruturais a nível de pré-dimensionamento. Uma vez definidas as estruturas e pré-dimensionados seus elementos constituintes, será estabelecido o plano de concretagem mediante definição das juntas de concretagem e elaboração dos cálculos dos volumes de concreto e de quantidades de materiais das obras do circuito de adução.

Será ainda definido o sistema de instrumentação de auscultação das estruturas e sua fundação.

Os demais aspectos de engenharia civil a serem definidos referem-se a:

- escavações e aterros complementares;
- blocos de apoio e ancoragem para condutos forçados;
- bases e acessos de eventuais chaminés de equilíbrio;
- detalhes da plataforma superior da estrutura da tomada d'água como trilhos do pórtico rolante, guarda-rodas, guarda-corpos, escadas metálicas, tampas metálicas para os poços de comportas e acabamento dos pisos.

Deverá ser feito o pré-dimensionamento e a caracterização dos equipamentos do circuito hidráulico, devendo ser definidos:

Grades

Tipo, quantidade, dimensões, esquema estrutural, distância entre barras, características das barras para minimizar as perdas de carga, verificação da estabilidade à vibração produzida pelo escoamento, sistema de limpeza e estimativa de pesos.

Comportas Ensecadeiras

Tipo, quantidade, dimensões, esquema estrutural, número de elementos por comporta, sistema de vedação, válvulas “by pass”, arranjo, áreas de estocagem e manutenção, acionamento e estimativa de pesos.

Comportas de Emergência

Tipo, quantidade, dimensões, esquema estrutural, número de elementos por comporta, sistema de vedação, tipo de extensão das guias, capacidade de acionamento, tipo de acionamento, controle e medição e estimativa de pesos.

Máquina Limpa-grades

Tipo, independente ou acoplada ao pórtico da tomada d'água, quantidade, capacidade, esquema de limpeza, características do ancinho, velocidades operacionais, verificação da estabilidade ao tombamento, definição do caminho de rolamento, avaliação da potência dos motores elétricos, áreas para montagem e manutenção, esquema de despejos de detritos e estimativa de pesos.

Pórtico Rolante

Tipo, classe, características, dimensões, estabilidade, definição do caminho de rolamento e do gabarito de movimentação de carga, capacidade nominal dos guinchos principal e auxiliar, curso dos ganchos principal e auxiliar, operações a executar, áreas para montagem e manutenção, avaliação das potências dos motores elétricos e estimativas de peso.

Dispositivos para Medidas Hidráulicas

Tipo dos equipamentos, esquema de medições hidráulicas e arranjo dos equipamentos e sensores.

Condutos Forçados

Traçado, ângulo das curvas, diâmetro econômico, espessura mínima, apoios, juntas de dilatação (caso necessário), válvulas (esférica, borboleta), perdas de carga, esquema de montagem e estimativa de pesos.

Deverão ser efetuados cálculos preliminares referentes às condições transitórias, levando em conta os parâmetros estabelecidos para o conduto forçado e para a turbina.

Para condutos forçados embutidos em concreto e/ou rocha, serão definidos o traçado, as seções, os esforços atuantes, os revestimentos, os sistemas de drenagem, acessos, sistemas de injeção da rocha adjacente e métodos executivos.

5.6 CASA DE FORÇA

Deverão ser revistas e detalhadas as características técnicas das unidades geradoras, definidas nos Estudos de Viabilidade, visando a otimização do arranjo da Casa de Força. Deve ser dada especial atenção às dimensões principais da caixa espiral, que determinam a largura do bloco da unidade.

O arranjo da Casa de Força deve levar em conta que esta estrutura deve abrigar os equipamentos principais e auxiliares nela instalados. Deve, portanto, prover espaço suficiente para instalar, montar, operar e fazer manutenção destes equipamentos. Estes espaços devem, no entanto, serem otimizados ao máximo. Deverão ser detalhados os seguintes itens :

- definição da estrutura dos blocos;
- definição dos concretos de primeiro e segundo estágio dos blocos;
- definição das escavações, do tratamento e do sistema de drenagem das fundações;
- definição da superestrutura;
- análise de estabilidade dos blocos;
- cálculos estruturais dos blocos e da superestrutura, a nível de pré-dimensionamento;
- definição do plano de concretagem;
- estimativa de volumes de concreto e demais materiais.

Tem também grande importância a solução a ser dada ao arranjo dos mancais da unidade geradora e, em especial, ao mancal de escora, no seu método de apoio e no seu esquema mecânico geral. Deverão adicionalmente ser feitos estudos visando a máxima redução da altura do grupo turbina-gerador, formando um grupo tão compacto quanto possível.

Deverá ser desenvolvido um estudo integrado para a definição do arranjo dos equipamentos elétricos nos vários pisos da Casa de Força e edifício de comando, levando em consideração que:

- durante o comissionamento da primeira unidade todos os equipamentos essenciais a sua segura operação deverão estar instalados e prontos para operação;
- as distâncias das cargas aos centros de distribuição serão as menores possíveis;
- os equipamentos serão dispostos de maneira a facilitar os trabalhos de manutenção e principalmente de operação.

5.6.1 Equipamentos Principais

Para o estudo detalhado das turbinas e definição das suas características, serão levados em conta os níveis definidos para o reservatório e o canal de fuga, incluindo os cálculos de perdas de carga, o que determinará as quedas líquidas disponíveis.

Os estudos deverão visar a uma otimização do conjunto turbina/gerador que minimize as dimensões da casa de força. Para esse fim, devem ser examinados entre outros os aspectos de rotação, cota de implantação da turbina, arranjo dos mancais e características do traçado hidráulico.

Para o sistema de acionamento das pás móveis do distribuidor deverão ser estudados o arranjo, o número e o sistema de fixação dos servomotores.

Deverá ser estudada a necessidade de se prever a instalação de compressores para injeção de ar no circuito hidráulico da turbina, para melhorar suas condições operacionais na faixa de cargas baixas.

Deverão ser estudadas as características e os requisitos para o sistema de regulação de velocidade (sobre-velocidade, sobre-pressão, tempo de fechamento), as faixas de vibração do conjunto girante e as conseqüências de sua propagação na estrutura de concreto e equipamentos adjacentes.

A definição do sistema de regulação de velocidade deverá envolver estudos e simulações, relacionando parâmetros, faixa de atuação e estrutura de controle.

Estudos de definição de tecnologias, de qualidade de regulação e simulações paramétricas dinâmica e inercial serão realizados e se constituirão como fonte de dados para os seguintes documentos: diagramas unifilares e de blocos, memórias de cálculo e descritiva, interfaces e plano de testes.

Com relação aos geradores, deverão ser verificados a tensão de geração mais adequada, os limites permissíveis de elevação de temperatura acima da temperatura do ar ambiente para os enrolamentos do estator e do rotor, o sistema de refrigeração mais conveniente a ser adotado, as características relacionadas com o planejamento do sistema elétrico (reatâncias, constantes de tempo e de inércia etc.), bem como a necessidade e a adequação dos mesmos para atuarem como compensadores síncronos.

Visando a elaboração das especificações técnicas, serão desenvolvidos no Projeto Básico estudos necessários à definição dos geradores e cubículos associados:

- determinação dos requisitos básicos do projeto de gerador, ou seja, confirmação da potência nominal, e outras características elétricas que irão melhor atender às exigências do sistema de potência ao qual esses geradores estarão conectados;
- definição dos sistemas de excitação e regulação de tensão, elaborada a partir de estudos das características de geração e contingências operacionais, dos estudos de simulação do comportamento excitação-regulador de tensão-gerador-sistema de potência e da análise comparativa de tecnologias, abordando os aspectos econômicos, cultura de manutenção e confiabilidade. Como resultado desses estudos, serão elaborados o diagrama unifilar do

sistema de excitação e regulação de tensão, diagrama de interfaces, diagrama de blocos, diagrama de instrumentação, lay-out de subsistemas, diagrama de blindagem e de aterramento.

A solução otimizada dos equipamentos principais deverá considerar os seguintes parâmetros:

Turbinas

- Tipo
- Numero de unidades
- Potência nominal
- Vazão nominal
- Rotação nominal
- Rendimentos esperados
- Níveis de montante:
 - máximo de enchente
 - máximo normal
 - mínimo
 - mínimo excepcional
- Níveis de jusante:
 - máximo de enchente
 - máximo (todas as unidades com carga nominal)
 - mínimo (1 unidade com carga nominal)
 - mínimo (sem fluxo)
- Quedas líquidas:
 - máxima operacional
 - nominal
 - mínima operacional
 - de projeto
 - de referência
- Número específico de rotação (nqr)
- Rotação de disparo estimada
- Diâmetro de entrada do rotor
- Diâmetro de saída do rotor
- Elevação da linha de centro do distribuidor
- Altura de sucção
- Dimensões principais da caixa espiral
- Altura do tubo de sucção
- Largura e altura da saída do tubo de sucção

- Distância do centro da unidade até a seção de saída do tubo de sucção
- Diâmetro do poço da turbina
- Sobrepressão
- Sobrevelocidade máxima admissível em rejeição de carga máxima
- Tipo de regulador de velocidade
- GD^2 da turbina
- Arranjo dos mancais
- Pesos estimados do: rotor, eixo, pré-distribuidor e caixa espiral
- Peso estimado da turbina completa

Geradores

- Potência nominal
- Número de unidades
- Tensão de geração
- Faixa de variação de tensão para potência máxima contínua
- Fator de potência
- Frequência
- Rotação nominal
- Sentido de rotação
- Rendimento estimado à potência e tensão nominais
- Temperaturas máximas para regime contínuo à potência nominal (estator e rotor)
- Classe de isolamento dos materiais (estator e rotor)
- Efeito de inércia
- Reatância síncrona do eixo direto
- Reatância transitória de eixo direto
- Relação entre a reatância subtransitória de eixo em quadratura e a reatância subtransitória do eixo direto
- Constante de tempo transitória do eixo direto em circuito aberto
- Diâmetro externo do estator (sem trocadores de calor)
- Diâmetro interno do alojamento do gerador
- Diâmetro externo do rotor
- Altura do núcleo do estator
- Altura do alojamento do gerador
- Peso estimado do rotor

- Peso estimado do estator
- Peso estimado do gerador completo

Uma vez otimizados os parâmetros básicos das unidades geradoras, deverão ser definidas as características básicas dos equipamentos de levantamento e transporte, considerando as cargas a serem transportadas, tais como o rotor do gerador, o eixo e o rotor da turbina acoplados, o rotor da turbina, entre outros. Nessa definição deverão ser levados em conta o esquema de montagem previsto, o acesso adequado e as devidas facilidades de equipamentos auxiliares.

A área de montagem deverá ser estudada, verificando-se as dimensões mínimas necessárias para atendimento ao cronograma de montagem da usina e para permitir a posterior desmontagem e manutenção da unidade geradora, mantendo-se os devidos espaços para circulação e locais para estocagem de equipamentos.

Deverão ser estudados os requisitos específicos referentes ao projeto mecânico e construtivo das unidades geradoras e dos seus acessórios, visando assegurar um nível adequado de confiabilidade, facilitar a operação e a manutenção e para atender aos procedimentos de operação e manutenção usuais.

Deverão ser realizadas consultas preliminares a fabricantes, de forma a se obter informações relativas ao estado da arte, às dimensões, aos pesos, a preços, prazos de fornecimento, e demais características dos equipamentos.

A partir da definição dos parâmetros básicos das unidades geradoras serão pré-dimensionados os sistemas auxiliares necessários ao bom funcionamento das mesmas.

Transformadores Elevadores

Deverá ser definido o tipo (monofásico ou trifásico), a potência, tensões nominais, nível de isolamento e tipo de resfriamento.

Também deverão ser desenvolvidos estudos dos procedimentos de montagem e manutenção, incluindo a possibilidade de substituição de uma unidade avariada pela unidade de reserva, se houver, bem com o sistema de movimentação das mesmas.

No piso dos transformadores deverão ser analisadas as necessidades e facilidades para acesso, transporte e movimentação dos transformadores, bem como para a montagem e a manutenção dos mesmos. As utilidades necessárias, sistema anti-incêndio, ar comprimido geral, drenagem, coleta separação de água-óleo, e outros, deverão também ser estudadas e definidas.

Barramentos Blindados e Cubículos Associados

Os barramentos blindados deverão ser detalhados, sendo examinados os seguintes aspectos:

- Arranjo físico, indicando derivações, estruturas de suporte, acessos para montagem e manutenção;
- Dimensionamento eletrodinâmico;
- Estudo de coordenação de isolamento entre geradores, barramentos blindados, transformadores elevadores, subestação blindada (se aplicável) e linha de transmissão aérea de saída da casa de força;
- Características das ligações aos terminais do gerador, do transformador elevador, do transformador de excitação e do transformador ou reator limitador de corrente para os serviços auxiliares e cubículos de surtos;
- Características dos invólucros quanto ao aterramento, vedação contra poeira, unidade, insetos, e quanto à drenagem da umidade acumulada devido à condensação;
- Avaliação das perdas no barramento e invólucro;
- Características dos transformadores para instrumento, capacitores e pára-raios do cubículo de surto.

5.6.2 Equipamentos de Movimentação de Cargas

Pórtico ou Ponte Rolante Principal

Tipo, quantidade, classe, características, dimensões, estabilidade, definição do caminho de rolamento e do gabarito de movimentação de carga, capacidade nominal dos guinchos principal e auxiliar, curso dos ganchos principal e auxiliar, operações a executar, áreas para montagem e manutenção, avaliação das potências dos motores elétricos e estimativas de peso.

Pontes Rolantes Auxiliares

Tipo, quantidade, classe, características, dimensões, estabilidade, definição do caminho de rolamento e do gabarito de movimentação de carga, capacidade nominal dos guinchos principal e auxiliar, curso dos ganchos principal e auxiliar, operações a executar, avaliação das potências dos motores elétricos e estimativas de peso.

Ponte Rolante ou Monovia da Sucção

Tipo, quantidade, classe, características, dimensões, estabilidade, definição do caminho de rolamento e do gabarito de movimentação de carga, capacidade nominal dos guinchos principal

e auxiliar, curso dos ganchos principal e auxiliar, operações a executar, avaliação das potências dos motores elétricos e estimativas de peso.

5.6.3 Equipamentos Hidromecânicos

Comportas Ensecadeiras da Sucção

Tipo, quantidade, dimensões, esquema estrutural, número de elementos por comporta, sistema de vedação, válvulas “by pass”, arranjo, áreas de estocagem e manutenção, acionamento e estimativa de pesos.

Válvulas de fechamento de emergência

Tipo, dimensões, pressão de projeto, arranjo, sistema de acionamento e estimativa de peso.

5.6.4 Sistemas Auxiliares

Sistemas Auxiliares Elétricos de CA e CC

Deverão ser definidos de modo mais amplo os aspectos relativos aos serviços auxiliares da casa de máquinas. Tratando-se de sistemas integrados, essas definições deverão abranger as demais estruturas da usina: vertedouro, tomada d'água e subestação.

- Definição da configuração básica do sistema de distribuição de média tensão, incluindo filosofias de operação, proteção e controle, além da tabela preliminar de carga;
- Definição da configuração básica do sistema de distribuição de baixa tensão, incluindo filosofias de operação, proteção e controle, além da tabela preliminar de carga;
- Definição da configuração básica do sistema de distribuição de corrente contínua, incluindo filosofias de operação, proteção e controle, além da curva de carga;
- Definição do sistema de geração de emergência, incluindo filosofias de operação e controle, além da tabela preliminar de carga;
- Memórias de pré-dimensionamento dos equipamentos principais dos serviços auxiliares;
- Estudo de curto-circuito;
- Descrição básica dos equipamentos principais dos serviços auxiliares, como transformadores, equipamentos de manobra, quadros de distribuição, carregadores de baterias, baterias e outros.

Deverão ser elaborados diagrama unifilares, em número apropriado para cada sistema, com base na tabela preliminar de carga constante das memórias de pré-dimensionamento e estudos de curto-circuito, que serão desenvolvidos durante o Projeto Básico.

Sistemas Auxiliares Mecânicos

O projeto dos sistemas auxiliares será desenvolvido com base nas experiências de empreendimentos similares e nas normas técnicas aplicáveis. O pré-dimensionamento desses sistemas será executado em função das características básicas dos equipamentos principais da usina que serão atendidos pelos mesmos.

- Sistema de água de serviço de uso geral;
- Sistema de água de resfriamento das unidades geradoras e do selo de vedação das turbinas;
- Sistemas de proteção contra incêndio para os geradores, a sala de tratamento de óleo, os transformadores elevadores e outros equipamentos;
- Sistemas de tratamento de óleo lubrificante e óleo isolante;
- Sistema de ar comprimido para uso geral e para os freios dos geradores
- Sistema de ar comprimido para operação das unidades geradoras em cargas parciais;
- Sistema de ar comprimido para rebaixamento do nível no tubo de sucção em operação como síncrono;
- Sistema de ar comprimido de alta pressão para os reguladores de velocidade das turbinas;
- Sistema de enchimento e esgotamento das unidades;
- Grupo gerador de emergência e equipamentos associados;
- Sistemas de medição de nível do reservatório e do canal de fuga;
- Sistema de drenagem ;
- Sistemas de ventilação e ar condicionado;
- Sistema geral de proteção contra incêndio;
- Sistema de drenagem das bacias dos transformadores principais.

Deverão ser elaborados e apresentados no Projeto Básico os arranjos gerais e fluxogramas desses sistemas, procurando o máximo aproveitamento de espaço, sem prejuízo da sua eficiência operacional e uma descrição resumida de cada sistema, contemplando finalidade, características gerais e princípios de funcionamento.

Sistemas de Supervisão, Controle e Proteção

Deverão ser definidas as filosofias de proteção, controle e supervisão das unidades geradoras, abrangendo:

- Definição da arquitetura dos sistemas de supervisão e controle incluindo os diversos níveis hierárquicos de operação e controle de equipamentos;
- Definição dos relês de proteção do gerador transformador elevador e vão de interligação a partir de estudos das características de geração e contingências operacionais.

Sistemas de Utilidades

Deverá ser analisada a necessidade de sistemas de utilidades para complementar os auxiliares da usina, tais como:

- Tratamento e distribuição de água potável;
- Coleta e tratamento de esgoto.

Sistemas Complementares

▮ Malha de Terra

A definição do sistema de aterramento da usina e da subestação tem por objetivo o pré-dimensionamento e a definição dos condutores das malhas de terra. Farão parte do Projeto Básico os desenhos de distribuição dos condutores e a indicação das ligações entre a malha de terra da usina e a da subestação.

Os valores de curto-circuito (contribuição do sistema) e de resistividades, a serem considerados no pré-dimensionamento, serão previamente definidos.

▮ Iluminação

O pré-dimensionamento da quantidade e a definição qualidade da iluminação normal de cada área deverão ser baseadas nos requisitos de desempenho, conforto e agradabilidade visual recomendados por normas específicas.

O sistema de iluminação de emergência será definido durante a elaboração do Projeto Executivo de empreendimento.

▮ Condutos para Cabos (eletrodutos, prateleiras e canaletas)

A escolha do tipo de conduto a ser empregado em cada área deverá considerar os seguintes aspectos:

- Adequação do conduto ao ambiente;
- Proteção de fiação;
- Facilidade de instalação da fiação;
- Ocupação ordenada dos condutos.

▮ Sistemas de Comunicação

Os sistemas de comunicação da usina serão definidos nesta fase do projeto. Deverão ser previstos neste estudo os sistemas de comunicação necessários à construção e operação da usina,

subestação e vila residencial e sua interligação ao sistema de comunicação das empresas interligadas.

Esses sistemas poderão compreender:

- Sistema telefônico;
- Sistema de busca-pessoa em alta voz;
- Sistema de energia para equipamentos de telecomunicações;
- Sistema rádio de alerta capacidade;
- Sistema óptico;
- Sistema de sismologia;
- Rede de hidrometeorologia
- Sistema de supervisão de telecomunicações;
- Sistema de rádio chamada;
- Rede local de microcomputadores;
- Circuito interno de TV;
- Interligação com a rede de telefonia pública;
- Rede móvel de apoio à construção.

5.6.5 Outros Equipamentos

Dependendo do arranjo da Casa de Força, poderá haver necessidade de serem incluídos no projeto outros equipamentos, além dos já relacionados, como:

- Elevadores de passageiros e cargas;
- Equipamentos auxiliares de levantamento e movimentação de cargas tais como talhas, monovias, pontes rolantes de menor capacidade;
- Coberturas metálicas móveis da casa de força e área de montagem;
- Oficina de manutenção elétrica e mecânica.

5.7 OBRAS ACESSÓRIAS

As obras acessórias a serem incluídas e definidas no Projeto Básico, são aquelas não inerentes ao processo de geração de energia elétrica, porém necessárias por imposições de outra natureza, que podem ser ambientais ou de usos múltiplos para a água do reservatório.

O nível do detalhamento da obra acessória no Projeto Básico, dependerá basicamente:

- da sua localização no arranjo geral, que poderá ser uma obra incorporada a uma das estruturas do aproveitamento ou totalmente fora das obras principais;
- da necessidade cronológica da sua implantação;
- dos aspectos institucionais envolvidos na sua execução e/ou exploração econômica.

Caso a obra acessória seja incorporada a uma das estruturas do projeto, deverá ser detalhada no mesmo nível das demais obras que compõem o projeto.

As obras acessórias previstas fora do corpo das estruturas do aproveitamento hidrelétrico poderão ou não ser detalhadas no Projeto Básico, podendo ainda ser de responsabilidade de terceiros.

É necessário, também, que no Projeto Básico, onde aplicável, sejam definidas e compatibilizadas as vazões para os múltiplos usos da água do empreendimento.

Os principais tipos de obras acessórias são:

- tomadas de água para abastecimento de água urbana ou industrial;
- tomadas de água para irrigação;
- obras de controle de enchentes;
- obras de transposição hidroviárias: canais, eclusas e portos;
- estações de piscicultura.

5.8 INFRA-ESTRUTURA E SUPRIMENTO PARA AS OBRAS

Os estudos de logística e instalações de apoio, e da infra-estrutura necessária à implantação do aproveitamento serão aprofundados nesta fase de Projeto Básico.

Ressalta-se que estes estudos deverão ser desenvolvidos em compatibilidade com os projetos sócio-ambientais correspondentes.

Estes estudos abrangerão o seguinte:

Fluxo de Materiais para Obra

Compreende a estimativa das quantidades e procedências dos principais materiais de construção, produtos e equipamentos a serem trazidos para a obra e lá manuseados, utilizados e/ou processados. Definição de pedreiras, de áreas de empréstimo e de pilhas de estoque.

↳ Mão-de-obra Mobilizada no Aproveitamento

Estimativa da população envolvida localmente na implantação do aproveitamento, ao longo da construção da obra, a nível de correlação dos fatores: volumes de obra, categorias profissionais, uso de acessos (rodoviário, aéreo, fluvial) e volumes de carga de abastecimento.

↳ Canteiro de Obra Civil Principal

Definição da localização do(s) canteiro(s) em função do arranjo geral do aproveitamento. Elaboração de histogramas de aplicação dos principais materiais e equipamentos de construção civil.

Dimensionamento das áreas e funções para as diferentes instalações, sistemas e utilidade do(s) canteiro(s) de obra civil. Elaboração de arranjos dessas instalações e sistemas, incluindo a localização das centrais de britagem, central(is) de concreto, ar comprimido e outras.

↳ Canteiro para a Montagem Eletromecânica

Definição das necessidades da infra-estrutura para a montagem eletromecânica (pátios de estocagem e pré-montagem, galpões de serviço, almoxarifados específicos).

Dimensionamento e arranjos dessas instalações.

↳ Acesso Rodoviário Local

Estudos finais e definição dos acessos rodoviários locais visando a interligação da obra, seus canteiros e núcleos residenciais, à rede rodoviária regional.

Definição do projeto de acesso rodoviário.

↳ Rotas Nacionais de Acesso Terrestre

Definição das rotas de acesso nacional e regional, rodoviário e ferroviário, à obra, para abastecimento de materiais de construção, equipamentos, carga geral e transporte de mão-de-obra.

↳ Acesso Fluvial

Definição do projeto do porto para a obra.

↳ Acesso Aéreo

Definição do projeto do aeroporto para a obra, se necessário, ou indicação da localização, características e acessos aos aeroportos mais próximos.

↳ Energia Elétrica

Definição da alternativa para abastecimento de energia elétrica para a obra (geração local, linhas de transmissão, termelétrica a lenha, e outras). Estimativa dos custos de investimento e da quantidade de energia produzida ou suprido nas várias alternativas.

↳ Telecomunicações

Definições das necessidades e soluções de atendimento para as telecomunicações da obra (rádio SSB, telefonia, telex, televisão etc).

↳ Produção Local de Materiais

Recomendações referentes à produção, nas proximidades da obra, de determinados materiais de construção (tijolos, telhas, madeiras e outros).

↳ Definição dos Núcleos Residenciais

Definição de vilas residenciais para a construção da obra, bem como a definição das quantidades e unidades tipo de casas e alojamentos de solteiros. Definição dos equipamentos comunitários, sistema viário e serviços de infra-estrutura (abastecimento de água, esgoto, drenagem e comunicações), atendendo aos requisitos do cronograma de construção previsto, tanto das obras civis quanto da montagem eletromecânica.

5.9 SUBESTAÇÃO E LINHAS DE TRANSMISSÃO

5.9.1 Subestação da Usina

A subestação da usina compreende os transformadores elevadores e a subestação seccionadora.

A localização e cota de implantação da subestação deverão ser estudadas em conjunto com a definição do arranjo geral do empreendimento. A partir do diagrama unifilar deverá ser elaborado o arranjo físico da subestação (planta e cortes) bem como os resultados conclusivos dos estudos de dimensionamento de barramentos, cálculos de flechas e tensões, esforços nos terminais dos equipamentos e níveis de curto-circuito.

O projeto dos barramentos deverá incluir investigações sobre:

- Intensidade de corrente nos barramentos em regime de operação normal e sob condições de curto-circuito;
- Corona e rádio interferência;
- Considerações sobre barramentos rígidos e flexíveis;
- Esforços nas estruturas;
- Características elétricas e mecânicas das colunas e cadeias de isoladores;
- Proteção contra descargas atmosféricas.

Para a implantação da subestação deverá ser selecionada a área mais conveniente, tanto sob o ponto de vista elétrico propriamente dito, como também sob os aspectos de segurança, facilidade de acesso e entradas para as linhas de transmissão.

Deverão ser desenvolvidos estudos para definição dos níveis de isolamento e características elétricas de equipamentos.

Os estudos de coordenação de isolamento consistirão de verificações a partir dos níveis de isolamento dos equipamentos. Essas verificações serão concentradas no número e localização dos pára-raios, considerando-se o arranjo físico concebido para a subestação.

Deverão ser feitos também estudos sobre as características de tensões de restabelecimento dos disjuntores e chaveamentos de transformador, reator e linhas.

Deverão ser desenvolvidos estudos comparativos entre subestações convencionais de elevação e seccionamento, com as subestações compactas em SF6 abrigadas na Casa de Força.

5.9.2 Interligação da Casa de Força à Subestação Seccionadora

Deverão ser estudadas as linhas de transmissão de interligação dos transformadores elevadores da usina à subestação, definindo no mínimo:

- tensão de transmissão;
- número de circuitos;
- tipo e quantidade de cabos condutores e pára-raios;
- tipo e quantidade de estruturas;
- número de cabos condutores por fase;
- comprimento.

Deverá ser estudado a interligação entre a sala de controle da usina e a subestação seccionadora para os cabos de controle, proteção, supervisão, comunicação e serviços auxiliares.

5.9.3 Interligação ao Sistema de Transmissão Associado

Para a definição das linhas de transmissão de interligação e das subestações que serão necessárias para que se escoe a energia da usina para a rede básica de transmissão, deverão ser elaborados os estudos e documentos recomendados nas “Diretrizes para Projeto Básico de Sistema de Transmissão” emitido pela ELETROBRÁS/DNAEE em nov/97 ou revisões posteriores.

5.10 CRONOGRAMA E PLANEJAMENTO CONSTRUTIVO

Para iniciar o planejamento, devem ser fixadas as principais premissas adotadas, tais como:

- Etapas da obra;
- Data do desvio do rio;
- Data do enchimento do reservatório;
- Data do início de geração da primeira unidade;
- Intervalo do início de geração das demais unidades;
- Alturas de camadas de concretagem e tipos de concreto (refrigerado ou não), por estrutura, da Obra;
- Critérios de empilhamento do material escavado e destino;
- Projetos sócio-ambientais (datas marco);
- Data limite para obtenção das licenças de operação.

Os estudos de planejamento construtivo e o estabelecimento do cronograma das obras civis e de montagem visam os seguintes objetivos:

- Atender as datas de geração estabelecidas;
- Avaliar e sugerir ações quanto às interfaces entre as atividades de construção civil e montagem eletromecânica;
- Fornecer subsídios para a mobilização do empreiteiro das obras civis principais e dos serviços de montagem eletromecânica;
- Fornecer subsídios para definições das datas início de fabricação dos equipamentos eletromecânicos, dos prazos de fabricação e das datas de entrega na Obra.

Os estudos de planejamento construtivo também devem definir as etapas construtivas básicas e devem ser desenvolvidos simultaneamente com os estudos de desvio do rio. Esses estudos deverão considerar entre outros os seguintes aspectos:

- Hidrologia: vazões, níveis d'água;
- Pluviosidade;

- Volumes de serviços: escavações em solo e rocha, aterros, enrocamentos, volumes de concreto por tipo;
- Balanceamento dos materiais das escavações obrigatórias;
- Bistância de transporte;
- Critérios para lançamento de materiais escavados e de minimização de estoque e bota-fora;
- Métodos construtivos e relação, por tipo, dos equipamentos de execução principais;
- Métodos de montagem dos equipamentos eletromecânicos, seqüências e prazos de montagem e suas interfaces com a construção civil;
- Mobilização de equipamentos e materiais;
- Caracterização dos acessos e vias de circulação da obra;
- Tipo de pavimento, geometria e rampas;
- Localização do canteiro;
- Histogramas de materiais: escavações, aterros, enrocamentos, concretos;
- Histogramas de mão de obra por categoria funcional.

As etapas construtivas devem ser claramente definidas e as interfaces entre etapas e partes da obra perfeitamente caracterizadas.

O cronograma de construção e montagem do empreendimento é o resultado final do planejamento construtivo.

Para o cumprimento dos prazos e datas marco são necessárias a otimização e a compatibilização dos histogramas dos materiais e da mão-de-obra empregados na construção, levando em conta as condições hidrológicas para o desvio do rio e o enchimento do reservatório.

O cronograma deverá indicar as datas marco principais e os quantitativos envolvidos em cada etapa. Os principais marcos a serem indicados são:

- Mobilização da construção civil;
- Início da construção;
- Desvio do rio;
- Início do concreto da tomada d'água;
- Início do concreto da casa de força;
- Início do concreto do vertedouro;
- Início da montagem;
- Término da barragem (crista);
- Início e término dos projetos sócio-ambientais;
- Licença de operação;
- Início do enchimento do reservatório;
- Início da geração.

5.11 ORÇAMENTO PADRÃO ELETROBRÁS E CRONOGRAMA FINANCEIRO

O orçamento do empreendimento deverá ser apresentado conforme itemização do Plano de Contas do Orçamento Padrão ELETROBRÁS para Usinas Hidrelétricas, devendo englobar os custos referentes às ações sócio-ambientais, aquisição de terras e relocações, obras de infraestrutura, construção civil, fornecimento, montagem e transporte dos equipamentos eletromecânicos, além dos encargos financeiros durante a construção (JDC).

Todos os custos serão expressos em moeda nacional e deverão estar referidos a uma única data-base, devendo também ser indicada a taxa de câmbio média do mês da data-base em relação ao dólar americano.

Os custos ambientais, deverão ser alocados nas rubricas do OPE a partir das estimativas elaboradas para cada um dos projetos sócio-ambientais detalhados nesta etapa.

Os custos de terras e benfeitorias a serem considerados deverão ser obtidos através de pesquisas efetuadas na região do aproveitamento.

Com o objetivo de obter um orçamento de referência que reflita as condições prevalecentes das obras, os custos das obras civis deverão ser obtidos a partir de composições de custos, levando em conta informações do projeto, do planejamento construtivo e das especificações técnicas.

As composições de custos deverão ser elaboradas a partir de preços dos insumos básicos, equipamentos de construção, materiais e mão de obra, obtidos mediante pesquisas de mercado correspondente a data de referência do orçamento. Como alternativa para obtenção de uma base de custos unitários de serviços, insumos e equipamentos, a ELETROBRÁS dispõe do SISOHR, Sistema para Elaboração de Orçamentos de Obras Civis de Usinas Hidrelétricas. Este sistema informatizado propicia orçamento de obras e/ou serviços com base em custos unitários compostos a partir de preços de mercado de insumos, periodicamente atualizados por regiões geográficas e está apoiado em rotinas que consideram as características específicas do projeto e as condições locais do sítio de implantação.

Os custos de equipamentos elétricos e mecânicos deverão ser obtidos por meio de consultas a fabricantes e fornecedores. Os procedimentos para obtenção do custo final destes equipamentos deverão ser homogeneizados de forma a incluir os impostos que incidem sobre o custo FOB e o transporte até o local da obra.

Os custos da Subestação da Usina e da interligação entre a Casa de Força e a Subestação Seccionadora deverão conter os seguintes itens:

▮ Subestação da Usina

- Equipamentos e Materiais
 - Transformadores Elevadores;
 - Equipamentos Principais do pátio;
 - Equipamentos Auxiliares;
 - Estrutura Suporte dos Barramentos;
 - Barramentos, Isoladores e Conexões.
- Construção e Montagem
 - Fundação, Bases e Canaletas;
 - Edificações;
 - Montagem das Estruturas;
 - Montagem dos Equipamentos e Painéis.
- Urbanização, Drenagem e Acabamentos
- Administração
- Eventuais

▮ Interligação da Casa de Força à Subestação Seccionadora

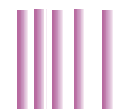
- Material
 - Estruturas;
 - Cabo Condutor;
 - Cabo pára-raios;
 - Ferragens;
 - Isoladores.
- Construção e Montagem
 - Fundações;
 - Montagem das Estruturas;
 - Lançamento dos Cabos;
- Administração
- Eventuais

▮ Sistema de Transmissão Associado

Os itens de custo estão no trabalho “Diretrizes para Projeto Básico de Sistema de Transmissão” emitido pela ELETROBRÁS/DNAEE em nov/97.

O cronograma financeiro deverá ser elaborado a partir dos cronogramas físico e econômico, das informações dos histogramas de produção, dos preços estimados para cada serviço e do desembolso previsto para pagamento dos equipamentos permanentes.

Para determinação do custo total do empreendimento deverão ser avaliados os encargos financeiros durante a construção. Esta parcela de juros, conforme critério de calculo constante dos Manuais da ELETROBRÁS, deverá ser estimada levando em consideração o período total de construção, o cronograma financeiro, a época de entrada de operação de cada máquina, a taxa de juros e, quando possível, os planos de financiamentos previstos. No procedimento de calculo de juros imobiliza-se todo o investimento na data de entrada em operação comercial da 1ª unidade e, a partir desta data, os juros são calculados somente sobre o investimento restante necessário para colocar em operação as demais unidades.



6

PROJETOS **S**ÓCIO - **A**MBIENTAIS



6. PROJETOS SÓCIO-AMBIENTAIS

Cada um dos projetos sócio-ambientais a serem apresentados, resultante do aprofundamento e detalhamento dos Programas Sócio-Ambientais incluídos nos Estudos de Viabilidade, deverá conter o conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra, serviços ou ações a serem implantadas, possibilitando a definição dos métodos, do prazo de execução e a avaliação do custo de suas obras ou serviços.

O conteúdo mínimo de cada projeto, estabelecido a partir dos Elementos ao longo do item 3.6 Sócio-Ambientais deverá incluir:

- O desenvolvimento da solução escolhida de forma a fornecer visão global do tema tratado e a identificação, com clareza, de todos os seus elementos constitutivos;
- As soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas, de forma a minimizar a necessidade de reformulação ou de variantes durante a eventual elaboração do projeto executivo e da implantação dos serviços, das obras ou ações;
- Os subsídios para o desenvolvimento dos serviços de campo e outros dados necessários em cada caso;
- Os mecanismos necessários à sua viabilização, tais como recursos, parceiros, convênios e outros instrumentos de articulação institucional;
- O orçamento detalhado do custo dos trabalhos, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados.

As ações estabelecidas devem estar organizadas de maneira harmônica e integrada, consideradas tanto individualmente em cada projeto, como em relação ao conjunto de projetos, construindo a rede de relações entre eles. A análise da inter-relação entre os projetos deverá ser apresentada em um fluxograma.

No caso de serem necessárias ações antecipatórias, o correspondente sistema de monitoramento e controle deverá ser definido e implantado.

O cronograma de cada projeto e do conjunto de projetos deverá ser compatível com o cronograma de engenharia e com as necessidades de realização da obra, indicando os marcos principais destas atividades. O cronograma geral dos projetos sócio-ambientais deverá contemplar a duração de cada projeto e iniciar suas fases de implantação e monitoramento, por exemplo.

Assim, cada projeto deverá ser elaborado considerando o seguinte roteiro:

- Introdução, contendo os elementos descritivos que caracterizam o projeto, sua origem, justificativas e suas inter-relações com demais projetos;
- Objetivos;
- Levantamentos e estudos realizados;
- Critérios e metodologia adotados no seu desenvolvimento e para sua implantação;
- Atividades previstas;
- Produtos previstos;
- Cronograma de atividades, referenciado a marcos ou fases do empreendimento, destacando as atividades correspondentes à etapa de implantação e de operação;
- Peças gráficas correspondentes (mapas, desenhos, gráficos, tabelas etc);
- Referências bibliográficas e outras;
- Indicadores e sistemática de avaliação de desempenho do projeto;
- Recursos (humanos e materiais) e orçamento;
- Anexos, onde serão apresentado os dados obtidos nos levantamentos realizados.

Para o conjunto dos projetos deverá ser apresentado:

- Fluxograma de inter-relacionamento dos projetos;
- Fluxograma e cronograma geral de implantação;
- Orçamento Padrão ELETROBRÁS;
- Compatibilização do orçamento dos projetos com o OPE.

7

RELATÓRIO FINAL DO PROJETO BÁSICO

7.1 ITEMIZAÇÃO

Como coroamento de todos os estudos desenvolvidos nas atividades descritas, ao final do Projeto Básico deverá ser elaborado o relatório final conclusivo, que sintetizará os trabalhos realizados.

Com as adaptações que se fizerem necessárias, em função das características particulares de cada aproveitamento, o relatório final deverá conter todas as informações constantes da itemização que se apresenta a seguir, assim como os desenhos a serem apresentados deverão seguir o conteúdo e tabelas de escala recomendadas.

1. Apresentação

2. Introdução

- 2.1 Objetivo
- 2.2 Histórico
- 2.3 Estudos Anteriores
- 2.4 Características Principais

3. Sumário das Principais Conclusões e Recomendações

4. Levantamentos Complementares e Estudos Básicos Efetuados

- 4.1 Aerofotogramétricos e Topobatimétricos
- 4.2 Hidrometeorológicos
- 4.3 Hidráulicos
- 4.4 Geológicos e Geotécnicos
- 4.5 Tecnológicos de Concreto e Materiais de Construção
- 4.6 Estudos Energéticos
- 4.7 Sócio-Ambientais
- 4.8 Integração da Usina ao Sistema de Transmissão

5. Descrição das Estruturas do Aproveitamento

- 5.1 Concepção Geral do Projeto
- 5.2 Desvio do Rio
- 5.3 Barragens e Diques
- 5.4 Vertedouro
- 5.5 Circuito Hidráulico de Geração
- 5.6 Casa de Força
- 5.7 Equipamentos e Sistemas Eletromecânicos

5.8 Subestação e Linhas de Transmissão

5.9 Obras Acessórias

6. Projetos Sócio-Ambientais

7. Infra-estrutura e Suprimento para a Obra

8. Cronograma e Planejamento Construtivo

9. Orçamento Padrão Eletrobrás

10. Ficha Técnica

11. Documentos de Referência

7. 2 DESENHOS - CONTEÚDO

Fazem-se a seguir considerações sobre a apresentação dos desenhos do Projeto Básico.

Com relação à escala com que deverão ser representadas as figuras dos desenhos de projeto, entende-se que as mesmas poderão variar substancialmente em função das dimensões do empreendimento. Determinados tipos de desenhos, entretanto, deverão ser, obrigatoriamente, representados em escalas compatíveis com o grau de detalhamento requerido, razão pela qual apresenta-se, no Item 7.3 uma Tabela-Guia de escalas recomendadas a serem utilizadas.

7.2.1 Desenhos Gerais

Incluem-se, neste grupo, os desenhos de caracterização geral do empreendimento, visando o fornecimento de uma visão global das obras a construir e de um resumo sucinto dos resultados dos principais estudos realizados até o final do Projeto Básico. Tais desenhos gerais deverão permitir visualizar:

▮ **a localização geral do Empreendimento** - mapa político situando o local do empreendimento e indicando suas principais ligações aéreas e terrestres com o restante do país. Deverão conter, no mínimo: localização de aeroportos, ferrovias, rodovias, portos, cidades principais, rios e barragens existentes. Barragens em construção ou projetadas constarão do desenho da bacia hidrográfica;

▮ **a situação regional do empreendimento** - mapa político regional contendo a situação do empreendimento com relação aos núcleos habitacionais próximos e suas ligações. Deverá conter, no mínimo: localização de aeroportos, ferrovias, rodovias, portos, cidades principais, rios

principais, afluentes e limites geo-políticos. Além disso, deverão ser indicadas informações úteis, tais como rodovias pavimentadas ou não, as ligações ou acessos projetados ou em construção, e os respectivos gabaritos rodo-ferroviários;

☞ **a situação geral do reservatório** - mapa geral de contorno da futura área inundada, evidenciando a situação do reservatório na bacia hidrográfica a que pertence, a área a ser desapropriada, outros empreendimentos ligados à utilização do reservatório e considerados condicionantes do aproveitamento. Este desenho deverá indicar além das barragens existentes, as em construção e em projeto, bem como o perfil do rio em questão (cascata);

☞ **desenhos indicando, quais informações topobatimétricas e geodésicas estão disponíveis na área do empreendimento** (usina e reservatório);

☞ **a implantação local das obras principais** - desenhos enfocando, principalmente a área das obras sob o ponto de vista de utilização territorial. Deverão ser distinguidas as áreas ocupadas pelo Canteiro de Obras, Acampamento, Vila Residencial, Obras Principais, Áreas de Empréstimo, Jazidas, Pedreiras etc;

☞ **o arranjo geral do aproveitamento** - detalhando a situação relativa das obras principais;

☞ **a localização das estações hidrológicas e meteorológicas** - no local e na região do empreendimento, utilizadas nos estudos hidrometeorológicos;

☞ **detalhes civis típicos** (escadas, veda-juntas, armaduras típicas, juntas de construção, acabamentos de concreto, barras de ancoragem, tirantes,etc.);

☞ **o resumo das características hidrológicas, hidráulicas e climatológicas** - desenhos contendo, basicamente: histogramas de chuvas médias anuais, ventos, temperaturas médias anuais, vazões médias (máximas, médias e mínimas) mensais, curva de permanência das vazões, curva de remanso, onda de cheia característica, curvas-chave características (de jusante e dos órgãos extravasores para cada fase do desvio do rio), curvas cota x área x volume do reservatório;

☞ **o resumo das características geológico-geotécnicas** - mapa geológico-geotécnico regional contendo os cortes geológicos típicos (regionais), mapa geológico-geotécnico local, incluindo localização de jazidas, pedreiras e áreas de empréstimo, planta de situação das investigações geotécnicas, perfil geológico típico ao longo do eixo das estruturas principais e indicação da localização dos pontos investigados (seções transversais e longitudinais ao eixo), características de rochas e solos investigados e ensaios realizados.

7.2.2 Desenhos das Obras de Desvio

▮ **esquema de desvios** - desenhos que possam fornecer dados acerca das fases construtivas da obra, esclarecendo, inclusive, sobre os volumes de obras, provisórias e definitivas, a serem executadas em cada fase.

Os desenhos poderão ser esquemáticos, sem necessidade de detalhamento geométrico acurado, mas deverão possuir os elementos essenciais, necessários à boa compreensão da evolução das fases.

▮ **descrição das obras** - os desenhos de descrição das obras deverão poder ilustrar, considerando o nível de elaboração do projeto:

- a implantação geométrica das estruturas;
- o arranjo geral das mesmas;
- os cortes típicos em cada trecho.

Deverão estender-se a todos os elementos importantes do desvio, tais como:

- ensecadeiras em ambas as margens;
- ensecadeiras finais de fechamento;
- canal de desvio;
- túnel de desvio;
- órgãos ou estruturas de controle e fechamento.

O detalhamento deverá ser de tal modo a poder identificar os materiais necessários à construção destas estruturas e permitir sua cubagem, bem como avaliar todos os condicionantes de seu método construtivo. Assim, granulometria, volumes, curvas-chave, metodologia de tamponamento de túneis de desvio, e outras informações são importantes para uma adequada avaliação das operações de desvio.

▮ **equipamentos hidromecânicos** - desenhos dos equipamentos hidromecânicos e respectivos dispositivos de acionamento/movimentação, englobando as comportas corta-fluxo e ensecadeiras, peças fixas, equipamentos e/ou dispositivos de acionamento e seqüência de operações de fechamento do desvio.

7.2.3 Desenhos Cíveis das Obras Principais

Do mesmo modo como na descrição das obras de desvio, os desenhos descritivos das obras principais deverão permitir:

- identificar qualitativamente os materiais necessários de construção das obras e sua disposição geométrica;
- cubar os diversos materiais de construção;
- verificar os métodos construtivos previstos;
- verificar o tipo e disposição dos diversos equipamentos eletromecânicos principais de cada estrutura.

Basicamente, para cada área da obra, ou para cada estrutura típica, será necessário detalhar, quando aplicável:

- arranjo geral;
- escavações: planta, cortes típicos e, quando for o caso, fases construtivas e seus acessos;
- forma geométrica: plantas nos diversos níveis típicos, cortes e vistas;
- tratamento de fundações: tipo e disposição geométrica;
- esquemas construtivos: disposição de juntas, lances de concretagem e fases construtivas;
- zoneamento e classes de concreto;
- armadura típica;
- instrumentação: locação dos diversos instrumentos;
- ensaios realizados.

Como obras definitivas, será necessário separar as estruturas em:

▮ **barragens e diques** - estruturas cuja finalidade no aproveitamento é, apenas, o barramento do rio, podendo, ou não, englobar seus elementos de transição ou ligação com outras estruturas. Incluem-se, nesta categoria, para efeito de apresentação dos desenhos do Projeto Básico, apenas as barragens ligadas fisicamente, ou, pelo menos, com interferência física direta com as estruturas de geração.

De um modo geral, poderá haver:

- barragem de terra;
- barragem de enrocamento;
- barragem de concreto.

Eventualmente diferenciadas, em função de sua posição situação em planta, em:

- barragem de margem esquerda;
- barragem da margem direita;
- barragem do leito do rio;
- muros de abraço ou de transição.

▮ **estruturas de geração** - incluem-se, neste grupo, todas as estruturas integrantes do circuito hidráulico de geração, tais como:

- canal de adução;
- túnel/conduto de adução livre ou forçado;
- tomada de água;
- chaminé de equilíbrio;
- túnel / conduto forçado;
- casa de força;
- canal de fuga;
- área de montagem;
- edifício de comando.

No caso de usina subterrânea, considerar galerias de transformadores, de válvulas, e outras.

▮ **estruturas de extravasão** - incluem-se, neste grupo, todas as estruturas integrantes do sistema de extravasão da usina, tais como:

- extravasores de superfície;
- extravasores de fundo;
- canal de aproximação;
- bacia ou canal de restituição;
- bacia de dissipação;
- canal de restituição;
- dissipador de energia.

▮ **outras estruturas** - serão incluídas, neste grupo, as estruturas que não pertencem a nenhum dos grupos acima descritos, sendo que, em função da importância que tais estruturas tiverem no contexto do aproveitamento, poderão ter maior ou menor destaque, podendo, constituir um volume de desenhos à parte.

Podem ser incluídas, neste grupo, estruturas como:

- tomada d'água para abastecimento d'água/irrigação;
- obras de controle de enchente;
- canais e eclusas;
- portos;
- estações de piscicultura;
- escadas de peixe;
- ponte.

7.2.4 Desenhos dos Equipamentos Eletromecânicos das Obras Principais

Serão reunidos, neste grupo, todos os desenhos relativos aos equipamentos principais e sistemas auxiliares eletromecânicos, incluindo plantas, cortes, seções e detalhes, quando houver:

▮ Estruturas de Geração

- Grades da tomada d' água e máquina limpa-grades, concepção e peças fixas;
- Comportas ensecadeiras e principais da tomada d'água, concepção e peças fixas;
- Pórtico rolante, concepção e peças fixas;
- Condutos forçados, concepção;
- Equipamentos de movimentação e levantamento de cargas da casa de força e tubo de sucção;
- Arranjo físico dos equipamentos principais;
- Sistemas auxiliares mecânicos na casa de força e subestação;
- Sistemas auxiliares de corrente alternada;
- Sistemas auxiliares de corrente contínua
- Sistemas de aterramento;
- Fluxogramas dos diversos sistemas auxiliares mecânicos;
- Diagrama isométrico do barramento blindado e equipamentos associados;
- Diagramas unifilares dos sistemas auxiliares de corrente alternada;
- Diagramas unifilares dos sistemas auxiliares de corrente contínua;
- Arquitetura do sistema de comando, controle e proteção;
- Diagrama Unifilar geral, unidade geradora e subestação;
- Diagrama Unifilar de medição e proteção da unidade geradora;
- Diagrama Unifilar de medição e proteção da subestação.

▮ Estruturas de Extravaseio

- Comportas ensecadeiras e segmento do vertedouro, concepção e peças fixas;
- Equipamentos de movimentação e levantamento de cargas do vertedouro, concepção e peças fixas;
- Serviço auxiliar de corrente alternada do vertedouro.

7.2.5 Desenhos de Subestações e Linhas de Transmissão

▮ Subestação da Usina

- Diagrama Unifilar Simplificado;
- Diagrama Unifilar de Proteção e Controle;

- Diagrama de Serviços Auxiliares de CA e CC;
- Arranjo Geral- Plantas;
- Arranjo Geral- Cortes;
- Esquema de Aterramento e Blindagem;
- Planta de Localização.

▮ Interligação da Casa de Força à Subestação Seccionadora

- Traçado da Linha de Interligação;
- Planta e Perfil Preliminar;
- Silhuetas das Estruturas;
- Arranjo das cadeias de isoladores (suspensão e ancoragem);
- Fundação Típica.

7.2.6 Desenhos de Planejamento da Construção

Serão reunidos, neste grupo, os desenhos relativos ao planejamento da construção do empreendimento, basicamente: cronograma de barras, desenhos de estradas de acesso e serviço, canteiro e acampamento, e histogramas de materiais.

7.3 TABELAS DE ESCALAS RECOMENDADAS

Desenhos Gerais (Regionais)

Localização, clima, relevo, hidrografia, e outros:
de 1: 100.000 a 1: 1.000.000

Desenhos de Implantação Geral (Locais)

Canteiro, arranjos geral das obras, vilas, esquemas de desvio e outros:

de 1: 2.000 a 1: 10.000

Desenhos de Arranjo Geral de Estruturas

Obras de desvio, unidades funcionais, desenhos gerais de escavação, e outros:

de 1: 200 a 1: 2.000

Desenhos Estruturais

Plantas e cortes específicos, escavações em solo e rocha, tratamentos, instrumentação, equipamentos eletromecânicos e outros:

de 1: 100 a 1: 500

Desenhos dos Equipamentos

Arranjos Gerais: de 1: 50 a 1:100

Detalhes : 1:5 a 1:20



A N E X O S

