

CAPÍTULO 4 - ESTUDOS DE ALTERNATIVAS DO APROVEITAMENTO

As atividades que compõem o bloco de Estudos de Alternativas do Aproveitamento são as necessárias à escolha do eixo e do arranjo geral, mediante estudos que utilizam os dados obtidos na etapa denominada Estudos Básicos. Ressalta-se que essas atividades, por representarem fases de estudos de alternativas, devem esgotar os seus assuntos para permitir a satisfação dos objetivos.

Os estudos de alternativas do aproveitamento envolvem atividades interdisciplinares e, conseqüentemente, requerem a integração das equipes técnicas das diferentes áreas envolvidas. Adotando-se esta concepção, os aspectos sócio-ambientais somente são ressaltados nas atividades em que são necessárias indicações específicas, prevendo-se para as demais a integração acima referida.

4.1. ESTUDOS DE EIXOS

4.1.1 ESTUDOS PRELIMINARES DE ARRANJOS PARA ALTERNATIVAS DE EIXO

O objetivo desta atividade é definir o melhor arranjo para cada eixo alternativo, a partir de estudos efetuados anteriormente e de informações mais atualizadas sobre os aspectos intervenientes na concepção dos arranjos, especialmente referentes à topografia, à geologia e geotecnia, à hidrometeorologia e aos aspectos sócio-ambientais.

Para que o objetivo seja atingido deverão ser realizadas análises comparativas das alternativas de arranjos para cada alternativa de eixo a ser estudada.

Como ponto de partida, deverá ser examinado o esquema sugerido no Estudo de Inventário, definindo-se para o eixo proposto o melhor arranjo preliminar. Em segunda etapa, deverão ser analisados outros eixos alternativos eventualmente identificados nos Estudos Preliminares de Viabilidade, para os quais deverão ser definidos os respectivos arranjos preliminares mais atrativos.

4.1.2 AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE EIXO RELATIVA À IMPLANTAÇÃO DO BARRAMENTO PARA FINS ENERGÉTICOS

Uma vez estabelecidos os diversos parâmetros característicos de cada local provável para o eixo da barragem (inclusive seus N.A. Máximos), deve-se proceder a uma análise econômica com o propósito de se definir qual a melhor alternativa de se explorar os recursos disponíveis no local.

São considerados, nesta análise, além do custo total da obra, os benefícios energéticos (obtidos com base no sistema de referência de longo prazo), quais sejam: energia firme, ponta disponível e energia secundária. A escolha da alternativa é feita tomando-se a de menor custo médio de geração (CMG).

Na metodologia a ser empregada, as alternativas são homogeneizadas em relação à capacidade disponível de ponta e à energia firme de uma delas, tomada como referência (preferencialmente aquela que apresenta a maior energia firme), acrescentando-se, ao custo das demais, os custos de referência de ponta e de energia firme necessários. Assim, pode ser utilizada a seguinte expressão para o cálculo do custo médio de geração:

$$CMG_i = \frac{CAI_i + CO\&M_i + (P^* - P_i) \times CRP + ((EF^* - EF_i) \times CRE + (ES^* - ES_i) \times CRES)) \times 8760}{EF^* \times 8760}$$

Onde:

CMG_i custo médio de geração da alternativa i (US\$/MWh);
 CAI_i custo anual de investimento da alternativa i (US\$/ano);

$CO\&M_i$ custo anual de operação e manutenção da alternativa i (US\$/ano);
 P^* ponta disponível da alternativa de referência (kW), com capacidade instalada igual a motorização final;

P_i	ponta disponível da alternativa i (kW), com capacidade instalada igual a motorização final;	ES^*	energia secundária da alternativa de referência (MWmédio);
CRP	custo de referência de ponta (US\$/kW/ano);	ES_i	energia secundária da alternativa i (MWmédio);
EF^*	energia firme da alternativa de referência (MWmédio);	$CRES$	custo de referência da energia secundária (US\$/MWh) ;
EFi	energia firme da alternativa i (MWmédio);	8760	número de horas no ano.
CRE	custo de referência de energia (US\$/MWh);		

4.1.3 AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE EIXO RELATIVA AOS ASPECTOS SÓCIO-AMBIENTAIS

Considerando os aspectos sócio-ambientais, deverá ser feita uma análise técnico-econômica a fim de se indicar os elementos de competitividade e complexidade de cada alternativa de eixo, relativos aos impactos sócio-ambientais e respectivos benefícios.

4.1.4 AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE EIXO RELATIVA A OUTROS USOS DA ÁGUA

Considerando os aspectos de usos múltiplos da água (de múltiplos propósitos do Aproveitamento, usos extra-setoriais), deverá ser feita uma análise técnico-econômica, de forma a se obter os elementos indicativos da competitividade de cada eixo, sob o ponto de vista dos custos e benefícios relativos aos outros usos da água.

4.1.5 SELEÇÃO DO EIXO DE BARRAMENTO

Deverá ser feita uma análise ponderada dos elementos indicativos da competitividade de cada eixo, sob os pontos de vista energético, técnico, sócio-ambiental e econômico, relativa à energia gerada, a outros usos da água e a efeitos sobre o meio ambiente, respectivamente determinados nos itens 4.1.2, 4.1.3 e 4.1.4. Deverá ser selecionado o eixo que, no conjunto, revele ser o mais atrativo para o Aproveitamento.

4.2 ESTUDOS DE ARRANJOS PARA O EIXO SELECIONADO

4.2.1 ESTUDOS PRELIMINARES DE ARRANJOS ALTERNATIVOS

Com base nos dados, novos e atualizados, de

topobatimetria, dos resultados de investigações geológicas de superfície e de subsuperfície, de estudos hidroenergéticos preliminares, de disponibilidade e posicionamento de áreas de empréstimo, deverá ser dada continuidade ao desenvolvimento das alternativas de arranjo das obras e dos esquemas de desvio, incluindo quantificações de volumes de serviços para, finalmente, escolher a alternativa de arranjo a ser estudada detalhadamente.

Para cada alternativa de arranjo desenvolvida deverão ser relacionadas as suas características físicas, os aspectos geológico-geotécnicos, os aspectos ambientais, as características das fundações e a disponibilidade de materiais naturais de construção.

Deverão ser elaboradas, uma descrição das estruturas e a justificativa da concepção das mesmas, a concepção do desvio do rio e sua seqüência construtiva. Também deverão ser determinados os quantitativos dos serviços principais, um cronograma preliminar de construção, orçamentos e uma síntese das vantagens e desvantagens da referida alternativa.

4.2.2 QUANTIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS PARA OS ARRANJOS ALTERNATIVOS

Baseando-se nos arranjos alternativos, deverão ser levantadas as quantidades de materiais e serviços principais a serem empregados na construção, assim como os tipos de equipamentos a serem instalados.

Esta avaliação deverá ser realizada obedecendo aos padrões do OPE.

4.2.3 AVALIAÇÃO TÉCNICA DOS ARRANJOS ALTERNATIVOS

Para permitir a comparação das alternativas de arranjo,

e com base em suas respectivas notas técnicas, deverão ser atualizadas e listadas as vantagens e desvantagens de caráter técnico de cada uma. A atualização se fará a partir de dados e estudos posteriores à elaboração da maioria das notas técnicas, sobretudo referentes a processos construtivos, estudos hidrológicos e geológico-geotécnicos.

4.2.4 ESTIMATIVA DE CUSTOS DOS ARRANJOS ALTERNATIVOS

Depois de elaborar as planilhas correspondentes aos volumes de materiais e serviços, deverá ser feita uma estimativa de custos para possibilitar a comparação e análise econômica dos arranjos alternativos e permitir a escolha da melhor alternativa a ser otimizada.

A Estimativa de Custos deverá ser feita conforme o seguinte roteiro:

Preparação das Estimativas de Custos de todas as alternativas considerando

- composições de custos unitários;
- prováveis distâncias de transporte para as áreas de empréstimos, pedreiras e jazidas;
- dados resultantes dos Estudos Ambientais - (itens 3.3 e 3.6.4);
- custos indiretos, estimados com base nos resultados observados na implantação de hidrelétricas na mesma região;
- juros durante a construção, determinados a partir da distribuição anual estimativa dos investimentos, tendo por base o cronograma básico de construção, devendo estar definidas a data de geração comercial da 1ª unidade, bem como a respectiva taxa anual de juros. Este cálculo deve ser efetuado obedecendo os critérios previstos nos dispositivos legais em vigor;
- nível de detalhamento, conforme apresentado no OPE.

Preparação do Quadro Resumo de Custos

O Quadro Resumo de Custos deverá conter o custo total de todas as alternativas apresentando, separadamente, os valores que compõem cada grande conta ou estrutura, seguindo a itemização do OPE.

Comparação Econômica

Deverá ser elaborada uma tabela comparativa contendo:

- investimento total;
- custo índice - R\$/kW instalado ou US\$/kW instalado;
- índice Custo-Benefício, em US\$/MWh ou mills/kWh.

Para cálculo do Índice Custo-Benefício, deverá ser considerado o seguinte:

- fator de recuperação de capital, fixando vida útil e taxa de juros correspondente à remuneração sobre o investimento, em vigor no setor elétrico;
- custo de operação e manutenção da usina hidrelétrica, normalmente fornecido como despesa anual, em US\$/kW;
- energia firme.

4.2.5 COMPARAÇÃO DOS ARRANJOS ALTERNATIVOS E SELEÇÃO DO ARRANJO FINAL

A avaliação, sob o ponto de vista técnico, econômico e sócio-ambiental, e a estimativa de custos dos arranjos alternativos possibilitarão a comparação dos mesmos e permitirão justificar a seleção do arranjo a ser otimizado em fase subsequente.

Ao final desta atividade, deverá ser elaborado um relatório, onde estarão consubstanciados, de forma sintetizada, os estudos realizados de arranjos e as justificativas para a seleção de um deles.

4.3 PRÉ-DIMENSIONAMENTOS

4.3.1 PRÉ-DIMENSIONAMENTO DO CIRCUITO HIDRÁULICO DE GERAÇÃO

O pré-dimensionamento hidráulico do circuito de geração, incluindo canal de adução, tomada d'água, condutos e obras conexas, deverá ser efetuado a partir dos parâmetros básicos da usina, valores limites de descarga e velocidades admissíveis, visando alcançar valores de perda de carga compatíveis com os tipos das estruturas. Deverão ser verificadas as condições de submersão mínima para fixação do nível da soleira da tomada, bem como a necessidade de chaminé de equilíbrio para os condutos forçados mais extensos, cujos diâmetros deverão ser definidos economicamente, quando aplicável.

Deverá ser definido o traçado do circuito hidráulico, a dimensão de seus componentes, a perda de carga total nas diferentes condições de operação, as sobrepressões e subpressões resultantes dos transitórios decorrentes de manobras de partida e de rejeições de plena carga.

Especialmente para casos de circuitos hidráulicos longos, deverão ser determinados os parâmetros que satisfaçam os requisitos de estabilidade de regulação permanente e transitória, as características dimensionais dos condutos de adução e a inércia mínima requerida nas partes girantes do equipamento de geração.

Para os condutos forçados, deverão ser definidos o tipo (blindado ou em concreto, engastado com ou sem junta de dilatação, embutido, subterrâneo ou a céu aberto), os comprimentos, os diâmetros nominais, as pressões interna e externa de projeto, as espessuras de revestimento, o tipo e a localização dos apoios, os dispositivos de proteção (válvulas de aeração, de alívio, equipamentos de fechamento em emergência a montante), e a estimativa de peso ou volume do revestimento;

Para os túneis forçados, deverão ser definidos o tipo de revestimento, os diâmetros nominais, as pressões interna e externa de projeto, os comprimentos, a espessura do revestimento e estimativa de peso, se possuir revestimento em aço;

Para as chaminés de equilíbrio e câmaras de carga, deverão ser definidos o tipo, a geometria da estrutura e a amplitude das oscilações do nível de água para as condições mais desfavoráveis de operação;

Com base nos valores de descarga, queda e potência instalada, bem como no tipo e número de máquinas pré-selecionadas, deverá ser pré-dimensionada a casa de força, resultando daí as constantes geométricas características e as dimensões de cada bloco. Deverão ser igualmente pré-dimensionadas as obras de restituição e respectivas estruturas conexas.

4.3.2 PRÉ-DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DOS ÓRGÃOS EXTRAVASORES

A partir das informações hidrológicas, incluindo a cheia de projeto, deverão ser revistas para as alternativas de arranjos, a geometria dos órgãos extravasores e de suas

obras conexas, tais como canais de aproximação e restituição, muros divisores, dispositivos de dissipação e outros.

Deverão ainda ser consideradas, na reavaliação da geometria, as informações atualizadas referentes à batimetria, à geologia e à geotecnia, bem como às concepções determinadas para o desvio do rio e processos construtivos.

Com base nos dados sedimentométricos, deverão ser também efetuados nesta atividade os estudos para verificação da eventual necessidade de descarregador de fundo e o caráter de suas funções como estrutura temporária ou definitiva. Em função das conclusões desses estudos deverá ser efetuado o dimensionamento hidráulico preliminar de suas estruturas e equipamentos de controle.

4.3.3 PRÉ-DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DAS OBRAS DE DESVIO

A partir da vazão de desvio, definida com base nos estudos hidrometeorológicos, o sistema (tipo), as fases e estruturas de desvio deverão ser pré-estabelecidas por ocasião da escolha do arranjo geral das obras. As obras de desvio deverão ser pré-dimensionadas visando o controle das vazões do rio durante as várias etapas de construção do barramento, buscando seu aproveitamento, total ou parcial, como estruturas definitivas, caso seja vantajoso.

4.3.4 PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS DE TERRA E ENROCAMENTO

Para os diversos arranjos alternativos deverá ser efetuado o dimensionamento preliminar das obras de terra e enrocamento das barragens e ensecadeiras, levando-se em conta a disposição das estruturas, a quantidade e a qualidade dos materiais naturais de construção, e a seqüência construtiva preconizada. Deverá ser efetuado um balanceamento dos materiais de construção, procurando-se utilizar ao máximo materiais provenientes de escavações obrigatórias, além de fontes com menores distâncias de transporte e, se possível, situadas dentro da área do futuro reservatório.

4.3.5 PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

Nesta atividade deverá ser efetuado o pré-dimensionamento estrutural das obras de concreto das diversas alternativas, visando possibilitar a comparação das várias alternativas e respectivas estimativas de custos.

As estruturas deverão ser pré-dimensionadas quanto a sua estabilidade, prevendo-se também os métodos construtivos mais adequados.

4.4 ESTUDOS DE CONSTRUÇÃO

4.4.1 ESTUDOS PRELIMINARES DE LOGÍSTICA E INSTALAÇÕES DE APOIO

Com base na análise das informações coletadas e estimadas, deverão ser desenvolvidos estudos preliminares referentes a:

- fluxo de materiais e equipamentos pesados para a obra;
- mão-de-obra a ser mobilizada;
- vilas residenciais e alojamentos;
- canteiro de obra civil principal;
- canteiro eletromecânico para montagem de equipamentos;
- acessos: rodoviário, ferroviário, fluvial e aéreo, incluindo rotas;
- telecomunicações.

Estes estudos servirão de subsídios aos Estudos Finais de obras de infra-estrutura.

4.4.2 ESTUDOS DO DESVIO DO RIO

Como grande parte das obras normalmente são construídas dentro do leito do rio, este deve ser desviado para possibilitar a construção das referidas obras a seco. Com essa finalidade, a construção deve ser subdividida em fases, prevendo-se o desvio do rio em uma ou mais fases.

A escolha de como desviar o rio depende das condições topográficas e geológicas do local, do tipo de barragem e do regime hidrológico, no que se refere ao período de

estiagem, e à vazão máxima que deve ser esperada durante o construção da fase correspondente.

A escolha das fases e estruturas de desvio (canal, adufas, blocos rebaixados, túneis) deverá ser efetuada considerando:

- facilidades construtivas (lançamento e remoção de ensecadeiras, fechamento de brechas e estruturas provisórias);
- riscos durante a construção;
- disponibilidade de bota-fora e estoque de material escavado;
- maximização de lançamento direto de materiais escavados;
- acessos, canteiros;
- existência de restrições sócio-ambientais;
- cronograma de construção e custos associados.

O tipo e características geométricas das obras provisórias deverão ser definidas em função das vazões, níveis e velocidade máxima estimadas para a época de desvio.

As vazões a serem adotadas para dimensionamento das obras de desvio (ensecadeiras, condutos, trechos estreitados do rio e outros) deverão ser definidas em função de análise de riscos, a qual deverá levar em conta os seguintes aspectos:

- estado atual da técnica e experiência acumulada na construção de obras de porte e tipo similares à que se encontra em estudo;
- características hidrológicas específicas do rio em questão;
- tempo de utilização da obra de desvio;
- tempo previsto para construção da obra, com devidas margens de segurança;
- características específicas das estruturas construídas sob proteção da obra de desvio;
- avaliação de perdas e danos no trecho do rio a jusante, sob hipótese de avaria na obra de desvio;
- existência de obras de controle das vazões a montante do local do Aproveitamento.

As decisões sobre as vazões a adotar para cada fase de desvio resultarão da ponderação de todos os fatores intervenientes acima mencionados, associada a estudos econômicos.

A interferência da área de geotecnia no desvio do rio está relacionada com o emprego e indicação da procedência dos materiais menos nobres para o emprego nas obras provisórias de terra e enrocamento, ou ainda, à possibilidade de reaproveitamento parcial ou total destas, como no caso de incorporação de ensecadeiras à barragem de terra.

4.4.3 ESTUDOS DE SEQÜÊNCIA CONSTRUTIVA

Concomitantemente com a definição das fases de desvio do rio, deverão ser definidas as várias etapas construtivas a serem desenvolvidas ao longo de cada fase de desvio. Estas etapas deverão considerar, dentre outros, os seguintes aspectos:

- hidrologia (níveis d'água);
- pluviosidade;
- volume de serviços;
- disponibilidade de materiais de construção e respectivas distâncias de transporte;
- métodos construtivos;
- lançamento direto de materiais escavados e minimização de estoque e bota-fora;
- acessos;
- localização do canteiro;
- prazos de execução;
- experiência existente em obras similares;
- considerações sobre a possibilidade de contratação das obras de desvio de primeira etapa, separadas das demais.

As várias etapas que compõem o processo construtivo deverão ser claramente definidas e representadas esquematicamente em desenhos, demonstrando a exeqüibilidade das diversas estruturas (provisórias e definitivas) e a lógica da seqüência de construção preconizada.

4.5 ARRANJOS E PRÉ-DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS ELETROMECA-NICOS

4.5.1 TURBINAS E EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS

Após a definição da potência total a ser instalada, do deplecionamento e níveis de água operativos no reservatório e da queda líquida nominal, com base nos estudos energéticos definidos no item 3.5, e ainda, nas

informações oriundas dos estudos hidrometeorológicos definidos no item 3.1, deverão ser definidas pelo menos as seguintes características básicas:

- o tipo de turbina hidráulica;
- o número de unidades;
- a faixa de quedas líquidas operativas (queda máxima e queda mínima);
- a potência nominal no eixo da turbina;
- a vazão máxima turbinada sob queda nominal;
- a rotação nominal e a rotação de disparo;
- a velocidade específica;
- a inércia das partes girantes da turbina (GD^2);
- a necessidade de vir a operar como compensador síncrono, se aplicável;

Na seqüência, deve ser feito um pré-dimensionamento para definição das dimensões principais e da geometria das passagens hidráulicas da turbina, desde a ligação com o circuito hidráulico de adução até a saída do tubo de sucção, assim como da cota de implantação (submergência);

Uma vez estabelecidas as dimensões principais, deverá ser definido um arranjo físico da unidade geradora - turbina e gerador e da linha de eixo (incluindo a localização dos mancais de escora e de guia), visando subsidiar a definição do arranjo físico típico da unidade na casa de força.

Deverão ser definidos ainda o arranjo físico de sistemas e equipamentos auxiliares associados ao fornecimento da unidade geradora tais como regulação, resfriamento, etc., equipamentos estes distribuídos nos pisos e galerias de serviço da casa de força.

Informações complementares tais como pesos e dimensões dos maiores componentes da turbina deverão estar disponíveis para os estudos de montagem e de movimentação de cargas.

4.5.2 EQUIPAMENTOS HIDROMECA-NICOS

Para as grades, deverão ser definidos o tipo, a quantidade, as dimensões principais, o espaçamento entre barras, a carga de projeto, a perda de carga localizada, o sistema de limpeza e a estimativa de peso.

Para as comportas ensecadeiras, deverão ser definidos

o tipo, a quantidade, as dimensões principais, o número de painéis por comporta, a carga hidráulica na soleira, o sistema de vedação, o tipo de acionamento e movimentação, a existência de válvulas “by-pass” e a estimativa de peso.

Para as comportas de emergência deverão ser definidos o tipo, a quantidade, as dimensões principais, a carga hidráulica na soleira, o sistema de vedação, o tipo de acionamento, a localização da(s) central(ais) óleo-hidráulica(s), se aplicável, e a estimativa de peso.

Para as comportas segmento, deverão ser definidos o tipo, a quantidade, as dimensões principais, o sistema de vedação, o tipo de acionamento, a localização da(s) central(ais) óleo-hidráulica(s), se aplicável, e a estimativa de peso.

Para as válvulas especiais dos tipos borboleta, esférica ou dissipadoras de energia, deverão ser definidos o tipo, a quantidade, o diâmetro nominal, a pressão de projeto e a estimativa de peso.

4.5.3 EQUIPAMENTOS DE LEVANTAMENTO E MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS

Para os pórticos e pontes rolantes, deverão ser definidos o tipo, as características principais (capacidades nominais dos guinchos, cursos dos ganchos), as dimensões principais, as operações a executar e a estimativa de peso.

Para as máquinas limpa grades, deverão ser definidos o tipo, a quantidade, a capacidade e a estimativa de peso.

4.5.4 SISTEMAS MECÂNICOS AUXILIARES

Deverá ser descrita a finalidade específica de cada um dos sistemas, quando aplicáveis, a filosofia geral de funcionamento e as características de seus componentes principais, bem como deve ser definido o arranjo físico dos equipamentos principais distribuídos nos diversos pisos, galerias de serviço e salas da casa de força e demais estruturas da usina.

- sistema de esgotamento e enchimento do tubo de sucção;
- sistema de drenagem;

- sistema de água de resfriamento;
- sistema de água de serviço;
- sistema de água tratada;
- sistema de ar comprimido de serviço;
- sistema de ar comprimido de rebaixamento do nível de água no tubo de sucção - operação como compensador síncrono;

- sistema de proteção contra incêndio (água);
- sistema de proteção contra incêndio (CO2);
- sistema de esgoto sanitário;
- sistemas de ventilação da casa de força, do edifício de controle e, eventualmente, da subestação;
- sistemas de ar condicionado;
- sistema de óleo isolante;
- sistema de óleo lubrificante;
- sistema de drenagem das bacias dos transformadores principais.
- sistemas de medição hidráulica, para supervisão de níveis de água a montante e a jusante, para detecção de perda de carga em grades e de sobre-velocidade nos condutos forçados, e para supervisão/monitoramento da vazão turbinada e vertida.

Deverão ser apresentados fluxogramas dos sistemas de esgotamento e enchimento do tubo de sucção, de drenagem, de água de resfriamento, de esgoto sanitário e de medições hidráulicas.

4.5.5 GERADOR E EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS

Com as definições das velocidades nominal e de disparo da turbina, seguirão os estudos de arranjos e pré-dimensionamento do gerador e equipamentos associados.

Esse estudos deverão incluir, além das definições das características principais dos geradores, as conexões ao transformador elevador por barramentos/cabos, transformadores elevadores, integração usina-subestação, um pré-dimensionamento dos equipamentos, permitindo o dimensionamento e arranjo da casa de força e determinação do diagrama unifilar da unidade. Nessa fase de estudos, todas as alternativas deverão ser tratadas tecnicamente, enfatizando aspectos como: confiabilidade, flexibilidade e continuidade operacional. No entanto, não deverão perder de vista os argumentos técnico-econômicos que serão

priorizados e utilizados na fase seguinte.

As definições das características principais dos geradores devem, em resumo, destacar:

- tipo de gerador
- potência nominal
- tensão nominal
- rotação síncrona
- frequência
- fator de potência nominal
- operação como compensador síncrono
- reatâncias
- tipo de excitação
- tensão de teto
- constantes de inércia
- pesos aproximados
- dimensões aproximadas
- inércia das partes girantes do gerador (GD^2 imposto)

O GD^2 imposto, será resultado dos seguintes estudos:

- de transitórios do sistema hidráulico de adução;
- de transitórios do sistema de potência.

Com as características principais do gerador estabelecidas, o pré-dimensionamento visa determinar as dimensões aproximadas do gerador, tais como: altura, diâmetro e peso. Nessa fase, a eventual operação do gerador como compensador síncrono, bem como, seus sistemas de proteção e controle deverão ser descritos e definidos em suas linhas gerais.

Sistema de Proteção

Os critérios básicos e os equipamentos necessários à proteção da unidade, de modo a atender aos requisitos da natureza e da filosofia impostas, deverão ser definidos.

A partir dessa definição é elaborado um diagrama unifilar preliminar de proteção da unidade, contendo:

- tipo de proteção (digital ou convencional);
- equipamentos mínimos (para proteção básica do gerador);
- número de TC'S e TP'S (tipo e classe);
- proteção contra incêndio (tipo e atuação);
- arranjo unifilar da proteção.

Sistema de Controle

Com dados básicos estabelecidos, quanto à natureza e a forma de controle, uma descrição da lógica e o arranjo dos equipamentos básicos deverão ser elaborados, apresentando:

- tipo de controle (digital ou convencional);
- modos de controle;
- integração do controle (entradas, saídas, interfaces);
- lógica de controle;
- arranjo básico do controle (equipamentos, sensores, comandos).

4.5.6 CONEXÃO GERADOR-TRANSFORMADOR ELEVADOR

O pré-dimensionamento do gerador produz o conhecimento das seguintes grandezas: corrente nominal e tensão nominal.

A definição dessas características principais culminará no pré-dimensionamento da conexão gerador-transformador, a saber: seção transversal, arranjo da conexão, tipo de conexão, classe de tensão.

O tipo de resfriamento, para efeitos de cálculos de pré-dimensionamento, deverá ser o tipo ar natural.

4.5.7 TRANSFORMADOR ELEVADOR

Estudos devem ser feitos para definir as características principais dos transformadores elevadores. Os estudos, advindos da análise da interligação usina-sistema de potência estabelecerão dados informativos necessários à determinação do arranjo físico da casa de força e da subestação. Estudos preliminares do sistema elétrico de potência deverão fornecer os seguintes parâmetros principais para o transformador elevador:

- tensão primária
- tensão secundária
- potência nominal
- resfriamento

Com os dados informativos do gerador, da conexão e os parâmetros principais do transformador elevador, um pré-dimensionamento deverá definir as dimensões e as características externas do bloco de transformação: tipo,

peso, altura, largura, comprimento, arranjo das conexões de entrada e saída, tipo de instalação e ligação dos enrolamentos, em resumo:

- tipo de transformador
- tipo de instalação
- potência nominal
- tensão primária
- tensão secundária
- reatância
- características dielétricas
- ligação dos enrolamentos
- conexões
- dimensões aproximadas
- pesos
- mecanismo de deslocamento

4.5.8 SERVIÇOS AUXILIARES E EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS

Um estudo de alternativas deverá ser feito para determinar os diagramas unifilares de c.a. e c.c. Em seguida, um estudo de confiabilidade, tendo como critério a continuidade de fornecimento, deverá ser realizado, para definir as configurações desses sistemas com base em critérios técnicos de eficiência e qualidade. As seguintes características deverão ser destacadas:

- Para o sistema c.a.:
 - nível de tensão da média e da baixa tensão
 - demanda máxima provável
 - número de transformadores auxiliares
 - número de fontes de suprimento
- Para o sistema c.c.:
 - tensão nominal
 - tipo de acumulador
 - curva de descarga
 - autonomia
- Para a fonte de emergência:
 - tipo de acionamento
 - tipo de gerador
 - potência do gerador

De posse desses dados característicos, o arranjo preliminar dos serviços auxiliares e dos equipamentos básicos, para atender a concepção operacional pretendida, deverão ser estabelecidos.

Usando a alternativa selecionada, deverá ser elaborado o diagrama unifilar otimizado dos serviços auxiliares de c.a. e c.c., priorizando as seguintes características:

- níveis de tensão
- número de transformadores
- fonte de emergência
- potência dos transformadores
- nível de curto-circuito

4.5.9 EQUIPAMENTOS ADICIONAIS E SERVIÇOS ELETROMECAÂNICOS

Deverão ser definidos os equipamentos que possam influenciar na composição do orçamento dos itens eletromecânicos, tais como oficinas de manutenção mecânica e elétrica, sistema de geração de emergência, pontes rolantes auxiliares, coberturas metálicas, equipamentos para eclusas de navegação, quando aplicável, etc.

Em colaboração com equipes de outras disciplinas, deverão ser conduzidos estudos para definição do tipo de casa de força, para definição do processo construtivo e dos cronogramas de construção civil e montagem eletromecânica, bem como das dimensões das áreas necessárias à montagem e manutenção dos equipamentos.

4.5.10 INTEGRAÇÃO DA USINA AO SISTEMA DE TRANSMISSÃO

Os estudos preliminares do sistema de potência e a definição do número de unidades possibilitarão realizar os estudos técnicos das diversas alternativas de arranjos concebidos para essa integração. Em nível de viabilidade são de interesse as definições filosóficas e físicas do tipo de conexão, arranjo e saídas de linhas, capacidade e importância dessa interligação. Essas definições, conjuntamente com as da subestação elevadora, formam as bases essenciais para a realização a bom termo dessa integração.

Arranjo Preliminar da Subestação

Os estudos de engenharia deverão abordar aspectos de confiabilidade, de continuidade e de versatilidade operacional. A definição dos seguintes parâmetros deverão nortear a escolha das alternativas propostas:

- tensão nominal
- localização
- arranjo de barramentos
- arranjo geral
- diagrama unifilar

Conexão da Usina ao Sistema de Transmissão Associado

A definição de saída das linhas, sua ancoragem e traçado deverão ser as restrições norteadoras para um pré-dimensionamento dessa conexão.

O ponto de partida é a escolha de uma configuração preliminar do sistema de transmissão, considerando que os seguintes aspectos deverão ser estabelecidos:

- atendimento ao mercado;
- configuração preliminar de cada um dos níveis de motorização da usina;
- tensão a ser utilizada em cada nível de motorização da usina.

Os estudos técnicos e econômicos, necessários ao estabelecimento dos itens acima, realizados para as diversas alternativas de conexão ao sistema de transmissão associado, deverão contemplar os seguintes aspectos:

- tipo de transmissão(c.a., c.c., híbrido);
- tensão das LT's;
- traçado das LT's, destacando-se tipos de torres, número e bitola dos condutores por fase e número de circuito por torre;
- parâmetros nominais das LT's;
- comprimento das LT's.

CAPÍTULO 5 - ESTUDOS FINAIS

Os Estudos Finais de Engenharia visam a definição da concepção global do Aproveitamento selecionado e se constituem no real objetivo dos estudos de Viabilidade.

5.1 ANÁLISE DA INTEGRAÇÃO DA USINA NO SISTEMA

Uma vez determinada a motorização final do Aproveitamento (longo prazo), que caracteriza a potencialidade de geração de ponta do local, passa-se a estudar a potência a ser efetivamente instalada em um primeiro desenvolvimento da usina.

Este estudo se processa através de uma avaliação energética dinâmica, com o objetivo de buscar a melhor forma de integração do projeto ao sistema, considerando a perspectiva de expansão do sistema gerador, a partir do Plano Decenal de Expansão a estimativa de crescimento de mercado, aspectos relativos à transmissão, engenharia e à economicidade da subdivisão do projeto em etapas.

Caso seja determinada a integração da usina ao sistema em mais de uma etapa, duas alternativas devem ser estudadas. Na primeira alternativa são construídas, junto com a primeira etapa, a maior parte das obras civis, adução, etc., deixando para a segunda etapa a instalação dos equipamentos eletromecânicos, acessórios, etc. (provisão). Nessa alternativa, parte dos investimentos referentes às etapas futuras é feita com a primeira etapa. Na segunda alternativa são consideradas as modificações no arranjo físico, conseguindo-se postergar a construção de todo o circuito de geração. Nessa alternativa, com pequeno aumento do investimento total (modificação no arranjo físico), posterga-se, integralmente, aqueles referentes às etapas futuras. Por meio de uma análise econômica, pode-se buscar a alternativa mais recomendável. Essa análise deve ser complementada por considerações de ordem financeira que, nas circunstâncias atuais, acrescenta uma forte tendência ao favoritismo da segunda alternativa.

A definição da data de entrada das etapas futuras é feita em função de seu custo e das necessidades do sistema. A influência do sistema é determinada através de balanços energéticos. Com relação ao custo, o

Aproveitamento irá competir com outros que proporcionem benefícios energéticos equivalentes. Neste sentido, o desenvolvimento de etapas futuras será viável, num determinado quinquênio, quando seu custo por unidade de benefício se situar abaixo dos custos de referência do citado quinquênio.

O produto final do Estudo de Viabilidade é a caracterização do projeto em suas respectivas etapas de implementação com seus custos associados.

A partir do escalonamento do projeto em etapas, pode-se, então, verificar a possibilidade de se deixar de desenvolver determinada etapa, em função da não economicidade desta.

5.2 DEFINIÇÃO DO ARRANJO GERAL

Nesta fase dos estudos, a alternativa selecionada deverá ser detalhada, sendo que na definição do arranjo das estruturas, deverão ser consideradas informações mais atualizadas relativas a:

Arranjo geral das obras

- processo de desvio do rio durante a construção;
- tipo de estruturas adequadas;
- localização das estruturas;
- minimização dos volumes de serviços;
- facilidades construtivas.

Estudos hidrometeorológicos

- enchentes de desvio e de projeto do vertedouro;
- épocas adequadas para desvio e/ou fechamento do desvio;
- tempo previsto para enchimento do reservatório;
- comportamento do rio em épocas de estiagem e nos meses chuvosos;
- consequências a jusante no leito fluvial e em obras hidráulicas existentes.

Estudos geológicos e geotécnicos

- características das fundações;
- adequabilidade das fundações;
- disponibilidade de materiais naturais de construção;
- localização e volumes das áreas de empréstimos, jazidas e pedreiras.

Estudos Energéticos

- motorização, potência unitária e número de máquinas a instalar;
- níveis d'água operacionais;
- condicionantes do reservatório;
- características das máquinas - queda nominal e queda de projeto.

Estudos Ambientais

- condições sócio-econômicas da região;
- uso múltiplo da água;
- acessos e outras dificuldades na área para implantação do aproveitamento.

Limitações à implantação do reservatório

- relocações e/ou construção de grandes obras de arte;
- relocações de cidades e vilas;
- pontos de fuga no reservatório;
- instabilidade de encostas.

Pré-dimensionamento hidráulico e estrutural

- obras provisórias - estruturas de desvio, ensecadeiras, acessos ou ligações entre as diversas estruturas (passagem de uma margem à outra);
- obras definitivas - casa de força (tipo de máquinas), tomada d'água (engolimento máximo), vertedouro (amortecimento, cheia de projeto, desvio durante a construção), canal de fuga, barragens (estabilidade de taludes, disponibilidade de materiais), condutos forçados, chaminé de equilíbrio e outros.

Obras de apoio

- sistema viário existente e o que deverá ser construído;
- estradas de acesso - projetos existentes em outros órgãos (DERs, DNER), previsão do que deverá ser construído;
- localização das vilas residenciais em função das obras e do sistema viário.

Exigências do mercado de energia

- previsão da data do início de operação da primeira unidade e o escalonamento da entrada em operação das unidades restantes

Critérios de projeto fixados

- riscos a serem assumidos durante a construção (obras de desvio, ensecadeiras), ajustados conforme a situação;
- velocidades máximas de escoamento d'água nas

- estruturas de desvio, estruturas dissipadoras e no circuito hidráulico;
- dimensões máximas de equipamentos permanentes (comporta, rotor de turbina).

Nesta fase final dos Estudos de Viabilidade, em função das dificuldades apresentadas pelo projeto em desenvolvimento, poderá ser necessário efetuar, em modelo reduzido, uma avaliação geral qualitativa do desempenho hidráulico do arranjo escolhido. Estudos mais aprofundados deverão ser realizados em modelos de detalhe nas fases de projeto básico e executivo.

5.3 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS E PROGRAMAS SÓCIO-AMBIENTAIS

Os Estudos Finais envolvem, além do detalhamento dos elementos constitutivos da alternativa selecionada para o Aproveitamento, a avaliação dos impactos ambientais provocados. Nesta etapa deverão ser desenvolvidas as atividades correspondentes à fase final da Avaliação de Impacto Ambiental iniciada no item 3.3., com os procedimentos de identificação e análise dos impactos provocados pela alternativa selecionada e a proposição de medidas mitigadoras, consubstanciadas na forma de programas sócio-ambientais.

Estas informações, juntamente com as obtidas nos capítulos anteriores, fornecerão os elementos para a montagem dos documentos necessários ao licenciamento ambiental correspondente.

Identificação e Análise de Impactos

A etapa de identificação e análise de impactos é definida como a etapa na qual são elaboradas as previsões e avaliadas as respectivas grandezas dos impactos que serão ocasionados ao meio ambiente pelo Aproveitamento. Deverão ser também avaliados os efeitos do uso dos recursos naturais, na Área de Influência, sobre o Aproveitamento.

Os elementos de projeto potencialmente causadores de impacto deverão ser identificados e realizado o cruzamento destes com os resultados do Diagnóstico elaborado. A identificação dos impactos deverá abranger distintamente os períodos de planejamento, construção, enchimento do reservatório, desativação do canteiro de obras e operação.

Todos os impactos previstos deverão ser demarcados no tempo, de forma a permitir que as medidas mitigadoras ou compensatórias possam ser implementadas no momento adequado.

Deverão ser contemplados os impactos negativos e positivos de acordo com a metodologia adotada, considerando os seguintes aspectos:

- probabilidade de ocorrência - absoluta, provável, pouco provável;
- natureza - diretos e indiretos;
- magnitude - muito significativo, significativo, pouco significativo;
- temporalidade - temporários, permanentes ou cíclicos;
- duração - imediatos ou de médio e longo prazos;
- reversibilidade - reversíveis e irreversíveis;
- espacialidade - locais, regionais, nacionais ou globais;
- cumulativos ou sinérgicos;
- distribuição de ônus e benefícios sociais.

A análise dos impactos deverá ser feita, primeiramente, em nível individual para cada tipo de impacto. Em seguida deverão ser analisadas as interações entre eles e realizada uma avaliação conjunta dos seus efeitos, para a Área de Influência como um todo.

Ao final, os impactos deverão estar organizados de acordo com os parâmetros e critérios da metodologia de avaliação utilizada.

A metodologia utilizada para realização desta etapa deverá ser explicitada, incluindo uma justificativa da opção realizada.

Programas Sócio-Ambientais

A última etapa da avaliação de impacto ambiental corresponde à indicação de ações ou medidas para mitigar, compensar ou prevenir os impactos analisados anteriormente. Desta forma, a cada impacto considerado relevante e passível de mitigação ou compensação deverá corresponder a previsão de ações ou atividades.

Portanto, esta atividade, deverá contemplar as medidas previstas para mitigação e compensação dos impactos adversos, bem como aquelas destinadas à prevenção e otimização de benefícios.

A apresentação das medidas deverá ser feita considerando a integração das atividades de forma

objetiva, acompanhada de rede de precedência para implantação das ações previstas e referenciadas às etapas das obras.

Deverá ser contemplada a identificação das potencialidades da região, dos obstáculos existentes ao desenvolvimento regional, das demandas geradas pelo Aproveitamento, das oportunidades que se abrirão por conta de sua implantação e o papel que poderá ser exercido pelo Aproveitamento, no sentido de internalizar, a partir de relacionamento interinstitucional e de parcerias, os benefícios para a região e a proposição de alternativas para as atividades que sofrerão restrição.

A elaboração dos programas deverá contemplar os objetivos, descrição das atividades da sua implantação, as responsabilidades de execução e cronograma, segundo as etapas de desenvolvimento do Aproveitamento e os custos envolvidos.

A estimativa das quantidades e custos deverá ser realizada conforme descrito no item 3.6.4.

As etapas de identificação e análise de impactos e a de elaboração de medidas mitigadoras observam estreita relação entre si, sendo aconselhável que a equipe técnica envolvida seja a mesma.

5.4 RESERVATÓRIO

Esta atividade engloba a definição final da área e volume do reservatório, bem como das suas interferências ambientais, referidas aos níveis d'água otimizados na definição do arranjo geral.

Aspectos gerais quanto à proteção do reservatório, associados a problemas de erosão, assoreamento, estanqueidade e limpeza, devem também ser abordados.

5.5 DESVIO DO RIO E ENSECADEIRAS

A partir do tipo das estruturas componentes do arranjo, da vazão de desvio e níveis d'água correlatos atualizados nos estudos hidrológicos, deverá ser definido, na fase final dos estudos, o sistema de desvio do rio.

O dimensionamento hidráulico das obras de desvio deverá ser compatibilizado com os níveis admissíveis a

montante, visando a otimização das obras provisórias de barramento.

Caso a alternativa selecionada considere a utilização (parcial ou total) das obras de desvio como obras definitivas, estas deverão ser otimizadas visando suas futuras funções.

Os cálculos hidráulicos efetuados, tanto para o dimensionamento dos condutos, quanto para definição das medidas de proteção das margens e ensecadeiras, para dimensionamento dos elementos de fechamento de brechas do desvio e condutos provisórios, deverão constar de memórias de cálculo.

Deverão ser elaborados desenhos esquemáticos das fases de desvio, bem como plantas, seções e detalhes das estruturas provisórias (condutos, canais, ensecadeiras e outros), suficientes para a plena compreensão do processo de desvio proposto e a quantificação dos serviços principais de obras civis.

5.6 BARRAGENS E DIQUES DE TERRA E/OU ENROCAMENTO

Nesta fase de estudos finais, será feito o dimensionamento estrutural das obras de terra e enrocamento, consistindo na verificação, através de métodos precisos, da estabilidade das seções previstas, definido-se os taludes de forma mais otimizada. Para os procedimentos de análise de estabilidade de taludes recomenda-se seguir os critérios estabelecidos na “U.S. Corps of Engineers - Engineering and Design Manual EM 1110-2-1902” - April 1970 - Stability of Earth and Rockfill Dams, especialmente os relativos a fatores de segurança mínimos.

Os parâmetros de resistência e deformação deverão ser avaliados a partir da caracterização dos materiais das futuras escavações e/ou áreas de empréstimo e jazidas.

Os resultados dos ensaios especiais servirão para aferição das correlações empregadas na avaliação daqueles parâmetros.

Deverão ser ainda considerados, nesta fase, os aspectos construtivos específicos como índices e distribuição da pluviosidade, controle de compactação, métodos construtivos e outros.

Deverão ser definidas as seções tipo e o balanceamento de materiais, com indicação da origem/destino dos materiais de aterro/escavação, bem como as fases construtivas das obras. Deverão ser ainda definidas a disposição e as cotas da crista e fundações, os sistemas de drenagem, o tratamento das fundações, bem como as ligações com estruturas de concreto e ombreiras, além dos acessos e tratamento de taludes.

Deverão ser elaborados desenhos de plantas, seções, vistas e detalhes suficientes para a plena compreensão do arranjo e concepção das obras, e permitir a quantificação dos serviços principais das obras civis.

5.7 BARRAGENS E MUROS DE CONCRETO

A partir da evolução dos estudos do arranjo geral das estruturas e atualização das informações geológico-geotécnicas e topográficas, deverão ser definidas a disposição, a geometria, o arranjo das barragens e muros de concreto.

O dimensionamento destas estruturas consistirá nas verificações de estabilidade ao deslizamento, cisalhamento-atrito, tombamento e flutuação para condições de carregamento normal, extraordinário e limite, com o objetivo de serem atendidos os coeficientes de segurança pré-estabelecidos.

As análises de estabilidade deverão ser feitas em relação ao contato concreto-rocha e no corpo da estrutura de concreto; caso seja identificado um plano de fraqueza na fundação, deverá ser verificada a estabilidade ao deslizamento do conjunto estrutura-fundação em relação a este plano.

Para as análises de estabilidade e os respectivos coeficientes de segurança das estruturas de concreto, recomenda-se adotar os critérios estabelecidos na publicação “Design Criteria for Concrete Arch and Gravity Dams” - A Water Resources Technical Publication - Engineering Monograph nº 19 - United States Department of the Interior - Bureau of Reclamation.

Deverão ser definidas e ajustadas as cotas da crista, inclinação dos parâmetros, configuração e cotas das fundações, galerias de acesso e drenagem, devendo igualmente, ser indicado o sistema de drenagem e tratamento profundo das fundações recomendado.

Deverão ser elaborados desenhos de plantas, seções, vistas e detalhes suficientes para a plena compreensão do arranjo das estruturas e quantificação dos serviços principais das obras civis.

5.8 ÓRGÃOS EXTRAVASORES

A partir da vazão de projeto dos órgãos extravasores, obtida através de estudos hidrometeorológicos, os equipamentos de controle deverão ter suas dimensões revisadas através de um confronto entre suas características geométricas e hidráulicas.

A vazão de projeto e os níveis d'água no reservatório e a jusante servirão igualmente para a confirmação da geometria das estruturas e dos dispositivos de dissipação de energia.

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 ser indicados os sistemas recomendados de drenagem e tratamento profundo das fundações. Deverá ser previsto o sistema de manutenção dos dispositivos de dissipação.

Os cálculos hidráulicos necessários ao dimensionamento das estruturas extravasoras, inclusive relativos à previsão de ocorrência de processos erosivos a jusante das estruturas, deverão constar de memórias de cálculo.

Deverá ser feita uma verificação da estabilidade das estruturas e deverão ser preparados desenhos de plantas, seções, vistas e detalhes suficientes para permitir a plena compreensão do arranjo das mesmas e a quantificação dos serviços principais das obras civis.

5.9 CIRCUITO DE ADUÇÃO

Com base no valor da vazão a ser aduzida às turbinas, nos níveis característicos do reservatório e nas velocidades admissíveis, deverão ser definidas as estruturas auxiliares de adução, tais como canais, muros, proteções de taludes e outras.

A partir da vazão turbinada por unidade, definida nos estudos energéticos, e em função das velocidades usuais admitidas nas grades, deverão ser definidas as

dimensões da entrada da tomada d'água e dos condutos.

A submergência da entrada da tomada d'água, que definirá a sua cota de fundação, deverá ser determinada em função dos níveis d'água no reservatório recomendados pelos estudos energéticos.

Deverão ser definidas as cotas da fundação, crista, pisos intermediários, galerias, bem como indicados os sistemas de drenagem e tratamento das fundações. Deverá ser verificada a estabilidade da estrutura.

Uma vez definida a geometria dos condutos, deverão ser estudados os seguintes aspectos:

- dimensionamento, fundações e acessos de eventuais chaminés de equilíbrio;
- variação de pressão no interior dos condutos, decorrente do golpe de ariete;
- espessura dos condutos;
- aeração da tomada d'água;
- concreto envolvente (no caso de conduto curto);
- apoios e ancoragens (adução longa);
- escavações e aterros;
- sistemas de drenagem.

Os cálculos hidráulicos e estruturais necessários ao dimensionamento do circuito de adução deverão constar de memórias de cálculo.

Deverão ser preparados desenhos de plantas, seções, vistas e detalhes suficientes para permitir a plena compreensão do arranjo das obras do circuito de adução, bem como a quantificação dos serviços principais das obras civis.

5.10 CASA DE FORÇA

Com base nas características das máquinas (quedas, potências, descargas e rotação), deverão ser definidas as dimensões físicas das turbinas e geradores, e conseqüentemente, as dimensões dos blocos da casa de força.

Em função dos níveis d'água de jusante e da submergência recomendada para a turbina escolhida, deverá ser revisada a cota de implantação.

Com base na potência, quantidade e tipo das máquinas, deverão ser devidamente dimensionadas as

dependências auxiliares da casa de força, destinadas aos equipamentos elétricos e mecânicos auxiliares. Da mesma forma, a área de montagem e suas dependências serão dimensionadas em função do número, dimensões dos grupos turbina-gerador e cronograma de montagem.

Os acessos externos deverão ser definidos em função da cota do piso principal da área de montagem (condicionada pelo nível d'água a jusante), bem como da topografia, rampas admissíveis e disposição das obras de jusante.

No que se refere ao canal de fuga, considerações especiais deverão ser feitas com relação à criteriosa utilização da curva chave no local, para fins de definição da cota de arrasamento do mesmo.

Deverão ser definidas, ainda, cotas de fundação, cotas e disposição das galerias de acesso, sistema de comunicação interna e drenagem, bem como indicados os sistema recomendados de drenagem e tratamento profundo das fundações.

Deverá ser verificada a estabilidade da estrutura e preparados desenhos de plantas, seções, vistas e detalhes suficientes para a plena compreensão do arranjo da estrutura e a quantificação dos serviços principais das obras civis

5.11 SUBESTAÇÃO - OBRAS CIVIS

Com base no arranjo da casa de força, tipo de subestação e caminhamento básico das linhas de transmissão, deverá ser posicionado, no arranjo geral do aproveitamento, o local da subestação. Deverá ser processada estimativa de quantidades relativas ao movimento de terra, incluindo os acessos à subestação. No caso da subestação ser incorporada à casa de força, a mesma deverá ser tratada nos estudos da casa de força.

5.12 INSTRUMENTAÇÃO

Para as estruturas da alternativa selecionada deverá ser planejado um sistema de instrumentação que atenda aos objetivos básicos a seguir apresentados, segundo as três fases típicas de auscultação do comportamento de uma barragem: fase de construção, de enchimento

do reservatório e de operação.

Período Construtivo:

- Alertar sobre a ocorrência de eventuais anomalias no comportamento da barragem ou de condições que as possam favorecer;
- Fornecer informações sobre os parâmetros específicos dos materiais da barragem e suas fundações durante a construção;
- Possibilitar revisões do projeto durante o período construtivo;
- Fornecer informações que orientem as operações construtivas.

Fase de Enchimento do Reservatório:

- Alertar sobre a ocorrência de eventuais anomalias que possam colocar em risco a segurança das estruturas de barramento;
- Possibilitar uma avaliação do desempenho estrutural das obras de barramento, através de comparações entre grandezas medidas "in situ" e aquelas fornecidas pelos modelos matemáticos de análise;
- Verificar a adequação dos critérios de projeto utilizados, das simplificações introduzidas e das hipóteses de projeto formuladas na elaboração dos modelos matemáticos de análise.

Período Operacional:

- Verificar se a barragem está apresentando um desempenho geral satisfatório, conforme previsto em projeto;
- Caracterizar o comportamento dos maciços e das fundações a fim de verificar o prazo necessário para a estabilização dos deslocamentos, tensões internas, subpressão, vazões de drenagem, etc.;
- Caracterizar o comportamento das estruturas de barragem em função da carga hidráulica, condições térmicas ambientais e fator tempo, após alguns anos de operação.

Além da instrumentação das estruturas de barramento poderá ser de interesse a monitoração da área do reservatório. Dentre os tipos de ocorrência que podem ser monitorados na área do reservatório de um aproveitamento, destacam-se: escorregamentos de encostas nas margens, fugas d'água, assoreamento junto às estruturas e sismicidade induzida. Tem se constituído em prática rotineira a instalação de uma rede de sismógrafos nas circunvizinhanças dos grandes

reservatórios objetivando detectar possíveis sismos induzidos pelo reservatório.

Para o planejamento da instrumentação dos diversos tipos de estruturas e para a avaliação dos diversos custos envolvidos (instrumento, instalação, operação e análise), recomendamos consultar o documento “Auscultação e Instrumentação de Barragens no Brasil” - Vol. I do II Simpósio sobre Instrumentação de Barragens - COMITÊ BRASILEIRO DE GRANDES BARRAGENS - 1996.

5.13 CONSTRUÇÕES ESPECIAIS

Para a alternativa de arranjo geral selecionada deverão ser estabelecidas variantes de arranjo e posicionamento das construções especiais, tais como de navegação, escada de peixe e outras, visando compará-las técnica e economicamente

As dimensões gerais das estruturas de navegação deverão ser estabelecidas com base nas perspectivas de desenvolvimento da navegação fluvial da bacia, a serem definidas através de estudos de navegação, que indicarão os gabaritos da embarcação (ou comboio) padrão, bem como a intensidade de fluxo de navegação no local

O número de estágios das eclusas, suas dimensões, bem como dos canais conexos, deverão ser estabelecidos em função dos desníveis hidráulicos a serem vencidos, velocidades de fluxo compatíveis e interfaces com as demais estruturas.

A disposição em planta do conjunto das obras de navegação estará na dependência, entre outros, de condicionamentos topográficos, geológicos e geotécnicos, custos e facilidades construtivas. No estudo de alternativas do sistema de transposição de desnível, deverão ser considerados os aspectos referentes à época de implantação, total ou parcial, dessas construções especiais, em relação ao cronograma geral, visando a otimização do Aproveitamento como um todo.

Os estudos ambientais indicarão a necessidade de previsão de dispositivos que permitam a migração de peixes no sentido jusante-montante. As estruturas necessárias para tal deverão ser, então, definidas, considerando as velocidades, descargas, seções transversais de passagens, desníveis e localização em

planta, fatores estes condicionados pelas características das espécies de peixes dominantes.

Estações de piscicultura, caso indicadas, deverão ser também objeto de definição.

5.14 OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA

De posse dos estudos preliminares de logística e instalações de apoio, deverão ser realizados os estudos de infra-estrutura necessária à implantação do Aproveitamento. Estes estudos abrangerão o seguinte:

Fluxo de Materiais para a Obra

Estimativa das quantidades e procedências dos principais materiais de construção, produtos e equipamentos a serem trazidos para a obra e lá manuseados, utilizados ou processados.

Mão-de-obra Mobilizada no Aproveitamento

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

Canteiro de Obra Principal

Análise 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.

Definição de índices de dimensionamento das áreas e funções para as diferentes instalações, sistemas e utilidades do(s) canteiro(s) de obra civil. Elaboração de arranjos esquemáticos dessas instalações e sistemas.

Canteiro Eletromecânico para a Montagem

Coleta e análise dos dados referentes a necessidades da infra-estrutura para a montagem eletromecânica (pátios de estocagem e pré-montagem, galpões de serviço, almoxarifados específicos). Dimensionamento e arranjos esquemáticos 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.

Rotas Nacionais de Acesso Terrestre

Elaboração 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. Análise da capacidade das obras de arte das rotas

Acesso Fluvial

Estudos para implantação de porto na obra, a nível de exame de alternativas e programas para projeto do mesmo.

Acesso Aéreo

Estudos para implantação de aeroporto na obra, a nível de exame de alternativas e programa para projeto do mesmo.

Energia Elétrica

Estudo das necessidades e alternativas para abastecimento de energia elétrica para a obra (geração local, linhas de transmissão, termelétrica a lenha, etc.). Estimativa comparativa dos custos de investimento e do kWh produzido nas várias alternativas.

Telecomunicações

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

Produção Local de Materiais

Estudo de viabilidade e recomendações referentes à produção, nas proximidades da obra, de determinados materiais de construção (tijolos, telhas, madeira), compatibilizado com o programa sócio-ambiental relativo à reorganização das atividades econômicas.

Produção Local de Alimentos

Estudo da viabilidade de produção, nas proximidades da obra, de certos produtos alimentícios para seu abastecimento, compatibilizado com o programa sócio-ambiental relativo à reorganização das atividades econômicas.

Reutilização de Instalações

Recomendações referentes a eventuais reaproveitamentos de instalações e materiais já existentes em outras obras. Análise e recomendações quanto à perspectiva de reutilização de instalações da obra em obras futuras.

Vilas Residenciais

As localizações das vilas residenciais para a construção da obra, bem como a definição das quantidades de casas, alojamentos de solteiros, equipamentos comunitários, sistema viário e serviços de infra-estrutura deverão ser elaboradas nesta fase, atendendo aos requisitos do cronograma de construção previsto, tanto das obras civis quanto da montagem eletromecânica, compatibilizada com o programa sócio-ambiental relativo ao apoio aos municípios.

Vila de Operadores

Estabelecimento das necessidades em termos de área, número de residências e infra-estrutura de apoio e definição da política de implantação da vila, se isolada ou integrada a núcleo urbano pré-existente, compatibilizado com os programas sócio - ambientais correspondentes.

5.15 SEQÜÊNCIA CONSTRUTIVA

Com base no estudo de desvio do rio e com as informações finais de:

- hidrologia;
- pluviosidade;
- volume de serviços;
- disponibilidade e localização das fontes de materiais de construção;
- métodos construtivos;
- acessos.

Deverão ser definidas as etapas construtivas a serem desenvolvidas ao longo de cada fase de desvio. Tal seqüência deverá ser representada esquematicamente, sob a forma de desenhos e de memorial descritivo.

5.16 POLÍGONO DE UTILIDADE PÚBLICA

Com base nas recomendações e informações do item 3.3.4, deverão ser estabelecidas as áreas necessárias

para a implantação do Aproveitamento e dos programas sócio-ambientais, assim como os procedimentos legais correspondentes, com a definição final do denominado “Polígono de Desapropriação” e da área a ser declarada de utilidade pública.

5.17 ESTIMATIVA DE QUANTIDADES

Serão quantificados para o arranjo definido, os materiais e serviços principais a serem empregados na construção, bem como o tipo de equipamentos a serem instalados. Esta quantificação deverá obedecer aos padrões do Orçamento Padrão ELETROBRÁS.

5.18 EQUIPAMENTOS ELETROMECAÑICOS

Nesta fase, deverá ser feita uma revisão geral da concepção de projeto de cada equipamento principal e sistema auxiliar mecânico e elétrico, procedendo-se à consulta a fabricantes quando necessário, para a confirmação de características e ou obtenção de dados adicionais.

Os estudos finais de engenharia deverão assegurar que a alternativa selecionada de concepção geral de cada equipamento e sistema esteja fundamentada em análise de soluções alternativas sob a ótica da relação custo/benefício.

Deverá ser elaborado um orçamento dos equipamentos eletromecânicos principais e componentes dos sistemas mecânicos e elétricos auxiliares, constantes da itemização preconizada no Orçamento Padrão da ELETROBRÁS, onde serão considerados os seguintes critérios:

- Os custos deverão ser obtidos com base na análise de resultados de consultas efetuadas junto a fabricantes e também na comparação com custos de equipamentos similares adquiridos recentemente para outras instalações hidrelétricas (preços de mercado);
- Os custos relativos a impostos - incidência ou isenções e a alíquotas aplicáveis, deverão ser conforme legislação tributária vigente;
- Os custos de transporte e de seguros deverão ser definidos com base nos meios de transporte

disponíveis, na distância a transportar e também na legislação vigente;

- Os custos de montagem e de testes, bem como os relativos à supervisão de montagem, deverão ser baseados em preços de mercado atualizados, adaptados ao sistema de gestão/fiscalização de construção/montagem que se pretende utilizar.

5.19 INTEGRAÇÃO DA USINA AO SISTEMA DE TRANSMISSÃO

5.19.1 ARRANJO DA SUBESTAÇÃO

Nesta atividade, deverão ser definidos os seguintes parâmetros para a alternativa selecionada:

- tipo de subestação;
- arranjo geral;
- arranjo do barramento;
- localização;
- diagrama unifilar simplificado;
- capacidade de transformação definindo: tipo do transformador, relação de transformação, capacidades nominais e número de fases.

5.19.2 CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO ASSOCIADO

Nesta etapa deverão ser definidos os parâmetros básicos para o sistema de transmissão associado (linhas de transmissão e subestação) que permitam caracterizar e associar, a nível de viabilidade, esse sistema.

- Para linha de transmissão
 - comprimento aproximado;
 - tensão;
 - número de circuitos;
 - rota;
 - características do cabo condutor e pára-raios.
- Para subestação
 - definição da macro-região da subestação (municípios);
 - diagrama unifilar simplificado;
 - arranjo geral (para definição da área a ser utilizada);
 - número de subestações entre a subestação elevadora da usina e pontos de entrega na rede elétrica.

Os estudos sócio-ambientais desenvolvidos para a Área de Influência do Aproveitamento deverão contemplar a rota da linha de transmissão e as áreas das subestações, visando detectar eventuais impactos adicionais ocasionados por estes projetos, que possam interferir na viabilização do Aproveitamento.

Os pontos de interligação com o Sistema Elétrico deverão ser aqueles indicados no Planejamento da Expansão do Sistema Elétrico aprovado pelo Poder Concedente.

O projeto do Sistema de Transmissão Associado deverá ser elaborado com base nas “Instruções para a Determinação dos Elementos de Projeto Básico de Instalações de Transmissão”.

Para interligação Da Usina à Subestação Elevadora

Nesta atividade deverão ser definidos os seguintes parâmetros para a alternativa selecionada:

- Tipo do cabo condutor e pára-raios.
- Tipo da estrutura.
- Quantidade de condutor por fase e cabo pára-raios.
- Especificar o feixe do condutor (se for o caso).
- Comprimento da interligação.
- Tensão nominal.

5.20 ESTIMATIVA DE CUSTOS

Baseando-se nas planilhas de quantidades elaboradas no item 5.17, deverão ser avaliados os custos, correspondentes a todas as atividades considerando para tal o prazo provável de construção e os custos unitários dos serviços e/ou obras, conforme a seqüência:

Objetivo

Avaliação do investimento necessário para implantação do Aproveitamento, com precisão compatível com as correspondentes análises de investimentos e tomada de decisões pelos responsáveis do Setor de Energia Elétrica, na condução da política energética.

Recomendações Gerais

Todas as estimativas de custos deverão, obrigatoriamente, retratar, tão fielmente quanto possível, as condições do local e características específicas do projeto. Para tanto, deverão ser levados em conta os seguintes fatores, que influem no custo

total da obra:

- . Tipos de estruturas previstas;
- . Volumes de serviços previstos;
- . Localização do Aproveitamento;
- . Suprimento de cimento e ferro;
- . Chuvas - influência na execução de obras de terra;
- . Localização de empréstimos, pedreiras e jazidas de areia e cascalho - distância de transporte;
- . Topografia da região;
- . Cronograma de construção;
- . Condições gerais do mercado de construção e da fabricação de equipamentos pesados, na ocasião dos estudos.
- . Programas Sócio-Ambientais.

Em qualquer estimativa de custos deverão estar citados a Data Base de Referência de Custos e o valor da Taxa de Cambio (R\$/US\$) na mesma data.

Para Estimativa de Custos, deverão ser obedecidas:

- . Descrições e Instruções para Aplicação das Contas do OPE de setembro de 1976;
- . Nível de detalhamento, conforme mostrado no OPE, Anexo II.

Trabalhos a Serem Desenvolvidos

Para elaboração de estimativa de custos da alternativa escolhida, deverão ser realizados os seguintes trabalhos:

- revisão da lista base de custos unitários em função do melhor conhecimento da região e características da obra;
- complementação da composição de custos unitários levando em conta: balanço de materiais de construção (solo, rocha); conhecimento da localização de áreas de empréstimos, pedreiras e jazidas de areia e cascalho e, conseqüentemente, das distâncias médias de transporte.
- revisão das estimativas de custos de equipamentos permanentes, devido a um melhor conhecimento das características técnicas;
- inclusão de todos os custos obtidos no Estudo e Avaliação das Interferências (Relocações); Programas Sócio-Ambientais e Plano de Desapropriação (Aquisição de terras e benfeitorias); Polígono de Utilidade Pública.

- quantificação de obras e/ou serviços do projeto final e obras de infra-estrutura;
- quantificação das obras provisórias de apoio à construção, relacionadas no item construções do canteiro e acampamento, englobando unidades residenciais, alojamentos, instalações comunitárias e toda a infra-estrutura necessária. Para esta avaliação é fundamental a determinação da estimativa da população economicamente ativa da obra;
- quantificação e avaliação de todos os serviços de engenharia de projeto e estudos ambientais, incluindo os estudos já realizados e a realizar. Deverão, também, ser objeto de avaliação as despesas de administração geral e os serviços de administração local da obra;
- elaboração de estimativa de custo com preenchimento de todos os itens previstos no OPE;
- juros durante a construção, determinados a partir da distribuição anual estimativa dos investimentos, tendo por base o cronograma básico de construção, devendo estar definidas a data de geração comercial da 1ª unidade, bem como a respectiva taxa anual de juros. Este cálculo deve ser efetuado obedecendo os critérios previstos nos dispositivos legais em vigor;
- inclusão das taxas de EVENTUAIS por conta, admitindo-se, em termos médios, considerado o nível dos estudos preconizados nestas Instruções, que as mesmas sejam de até 8%.

5.21 CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO

Com base na avaliação das quantidades de serviços, no processo construtivo e nos programas sócio - ambientais, deverá ser elaborado um cronograma de construção, onde deverão ser indicados os principais marcos, tais como:

- as etapas de desvio do rio;
- início de enchimento do reservatório;
- início de operação.

Deverão também constar desse cronograma itens correspondentes aos estudos subsequentes aos de viabilidade, tais como a elaboração do projeto básico de engenharia e ambiental, obtenção das licenças e outras atividades e ações pré-construtivas relevantes.

5.22 CRONOGRAMA FÍSICO-ECONÔMICO

O Cronograma Físico-Econômico deverá ser elaborado a partir do Cronograma de Construção, para possibilitar a avaliação de custos financeiros e a análise de investimento, em geral. Para tanto, deverão ser realizados os seguintes serviços:

- Elaboração da previsão de volumes de serviços, mês a mês, a partir do cronograma de construção, levando em conta:
 - condicionantes climáticos - exemplo: produtividade mais baixa nos serviços de compactação de aterros em períodos de chuvas;
 - critérios usuais de pagamento na aquisição de equipamentos (porcentagem paga como sinal no ato da assinatura do contrato, etc.);
- Elaboração de cronograma econômico, a partir de previsão de volumes, mês a mês, levando em conta:
 - preços unitários e estimativa de custos;
 - valores orçados em BSN e BSI;
 - cálculo e apresentação, em forma de cronograma econômico, dos valores totais a serem investidos, por semestre e por ano, separados em BSN e BSI;
 - apresentação dos resultados de modo a indicar claramente o montante dos investimentos anuais, separados em BSN e BSI.

5.23 ÍNDICE DE MÉRITO DA USINA HIDRELÉTRICA

Devido a diversidade de porte e das características dos projetos de geração de energia elétrica no sistema brasileiro, torna-se difícil a simples comparação, entre dois ou mais projetos, apenas pelos níveis de investimento global necessários à construção. Este fato tornou usual, no setor elétrico brasileiro, a utilização de índices unitários de investimentos, tais como o US\$/kW, que relaciona o investimento necessário com a capacidade instalada e o US\$/MWh, que relaciona o investimento necessário com a capacidade de produção de energia do aproveitamento.

O Índice US\$/MWh é denominado de Índice de Mérito (IM) ou Índice Custo Benefício (ICB) e é o parâmetro mais apropriado para caracterizar a competitividade econômica de um projeto de geração e até mesmo

hierarquizá-lo em relação a outros projetos, já que compara o custo de produzir e entregar à rede o mesmo benefício de 1 MWh, ou seja, o seu custo médio de geração.

O Índice US\$/kW é denominado de Custo Unitário de Instalação (CUI) e a sua comparação entre projetos não é tão adequada, na medida que não indica se os projetos comparados agregam, ao sistema de referência, o mesmo benefício de geração de energia, que é a variável fundamental no planejamento da expansão de um sistema com predominância hidrelétrica, em função da necessidade de regularização das vazões.

Basicamente o Índice de Mérito (IM) ou Índice Custo Benefício (ICB) de um projeto hidrelétrico corresponde a relação entre os custos associados ao projeto e o seu benefício de energia firme ou garantida, sendo que aos custos associados incluem o investimento na construção, aquisição e montagem de equipamentos e programas sócio - ambientais, além do custo de operação, manutenção e monitoramento (O&M).

Os custos de investimento devem estar referidos à data de início da operação da primeira máquina, ou seja, devem levar em conta os juros durante a construção (aqui entendido como atualização econômica dos desembolsos), na medida que este procedimento elimina a eventual diferença de cronogramas de desembolsos dos projetos a serem comparados. Além disso, estes custos devem ser anualizados, em razão de que diferentes projetos alternativos (Usinas Térmicas, por exemplo), podem ter vidas úteis econômicas diferentes.

O "IM" é avaliado da seguinte forma:

$$IM = (CAI + CO\&M)/EG \times 8760 \quad (US\$/MWh)$$

Onde:

CAI = Custo Anual de Investimento, conforme definido anteriormente, calculado através do Fator de Recuperação do Capital a uma taxa de 12% a.a. e Vida Útil de 50 anos (US\$/ano);

CO&M = Custo Anual de O&M, em US\$/ano, normalmente calculado a partir de estimativas obtidas de amostragens do parque gerador brasileiro para cada tipo de usina;

EG = Energia Firme ou Energia Garantida, medida em MWano e avaliada conforme definido anteriormente, ou seja, pelo Ganho de Energia Firme no Sistema;

8760 = Número de horas do ano, que permite transformar o denominador da expressão em MWh.

CAPÍTULO 6 - RELATÓRIO FINAL DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE

Como coroamento de todos os estudos desenvolvidos nas atividades descritas, ao final dos Estudos de Viabilidade de um Aproveitamento Hidrelétrico, 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.

ITEM ASSUNTO

1. APRESENTAÇÃO

2. INTRODUÇÃO

- 2.1 Objeto dos Estudos
- 2.2 Localização do Aproveitamento
- 2.3 Justificativa dos Estudos
- 2.4 Organização dos Estudos
- 2.5 Estrutura do Relatório
- 2.6 Documentos de Referência

3. SUMÁRIO E CONCLUSÕES

- 3.1 Generalidades
- 3.2 Histórico dos Estudos
- 3.3 Conclusões

4. DADOS EXISTENTES

- 4.1 Inventário Hidrelétrico
- 4.2 Cartográficos
- 4.3 Hidrometeorológicos
- 4.4 Geológico-Geotécnicos
- 4.5 Sócio-Ambientais
- 4.6 Custos
- 4.7 Mercadológicos
- 4.8 Energéticos
- 4.9 Outros

5. ESTUDOS PRELIMINARES

- 5.1 Alternativas de Aproveitamento
- 5.2 Área de Influência para os Estudos Sócio - Ambientais
- 5.3 Programa de Interação Social
- 5.4 Programação dos Estudos de Viabilidade

6. LEVANTAMENTOS EXECUTADOS

- 6.1 Aerofogramétricos
- 6.2 Topobatimétricos
- 6.3 Hidrometeorológicos
- 6.4 Geológico-Geotécnicos
- 6.5 Sócio-Ambientais
- 6.6 Custos

7. ESTUDOS HIDROMETEOROLÓGICOS

- 7.1 Caracterização Fisiográfica da Bacia
 - Área de drenagem
 - Forma
 - Declividade
 - Curva hipsométrica
 - Densidade de Drenagem
 - Solo - Uso Atual
 - Solo - Capacidade de Uso
 - Orografia
 - Outros Parâmetros
- 7.2 Meteorologia
 - Aspectos Gerais de Meteorologia
 - Precipitação
 - Evaporimetria
- 7.3 Regime Fluvial
 - Curvas Características
 - Série de Descargas
 - Regularização de Descarga
 - Estudos de Vazão Extremas
- 7.4 Reservatório
 - Curva Cota-Área-Volume
 - Amortecimento da Onda de Cheia
 - Estudos de Remanso
 - Estudos da Borda Livre
 - Estudos de Enchimento
- 7.5 Hidrossedimentologia
 - Estudos de Assoreamento e de Vida Útil do Reservatório

8. ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

- 8.1 Geologia da Bacia Hidrográfica
- 8.2 Geologia da Área do Reservatório

- | | | |
|------|--|--|
| 8.3 | Geologia do Local do Aproveitamento | Equipamentos Eletromecânicos |
| 8.4 | Geotecnia do Local do Aproveitamento | 13.6 Barragens e Diques de Terra e/ou Enrocamento |
| | · Condições Gerais de Fundação | 13.7 Barragens e Muros de Concreto |
| | · Tratamento das Fundações | 13.8 Órgãos Extravasores - Obras Cíveis e Equipamentos Eletromecânicos |
| 8.5 | Materiais Naturais de Construção | 13.9 Circuito de Adução - Obras Cíveis e Equipamentos Eletromecânicos |
| | · Áreas de Empréstimo | 13.10 Casa de Força - Obras Cíveis e Equipamentos Eletromecânicos |
| | · Jazidas de Areia e Cascalho | 13.11 Subestação - Obras Cíveis e Equipamentos Eletromecânicos |
| | · Pedreiras | 13.12 Construções Especiais (Eclusa, Escada de Peixe e outras) - Obras Cíveis e Equipamentos Eletromecânicos |
| 9. | <u>ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS</u> | 13.13 Configuração do Sistema de Transmissão Associado |
| 9.1 | Metodologia de Avaliação de Impacto Ambiental | 13.14 Interligação da Usina à Subestação Elevadora |
| 9.2 | Diagnóstico Sócio-Ambiental | 13.15 Logística de Abastecimento à Obra |
| 9.3 | Avaliação de Impacto Ambiental | 13.16 Estimativa de Custos |
| 9.4 | Programas Sócio-Ambientais | 13.17 Cronograma de Construção |
| 9.5 | Custos Sócio-Ambientais | 13.18 Cronograma Físico -Econômico |
| 10. | <u>ESTUDOS MERCADOLÓGICOS</u> | 13.19 Índice de Mérito |
| 10.1 | Área de Influência do Aproveitamento | |
| 11. | <u>ESTUDOS ENERGÉTICOS</u> | 14. <u>AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA DO APROVEITAMENTO</u> |
| 11.1 | Escolha das Alternativas de Eixo de Barramento | 14.1 Seqüência de Implementação do Aproveitamento |
| 11.2 | Determinação do Nível Mínimo Operativo para cada alternativa de eixo de barramento | 14.2 Justificativa para Implementação do Aproveitamento |
| 11.3 | Determinação do nível máximo operativo | 14.3 Recomendações e Contatos com outros Órgãos |
| 11.4 | Dimensionamento do Volume Útil do Reservatório | |
| 11.5 | Estudo de Motorização | 15. <u>ANEXOS</u> |
| 11.6 | Dimensionamento das quedas de referência | |
| 11.7 | Determinação do número de unidades instaladas | |
| 12. | <u>ESTUDOS DE ALTERNATIVAS DO APROVEITAMENTO</u> | |
| 12.1 | Estudos de Seleção de Eixo | |
| 12.2 | Estudos de Alternativas de Arranjo para o Eixo Selecionado | |
| 12.3 | Comparação Técnico -Econômica e Seleção do Arranjo Geral | |
| 13. | <u>ESTUDOS FINAIS</u> | |
| 13.1 | Análise da Integração da Usina ao Sistema | |
| 13.2 | Descrição Geral do Arranjo Selecionado | |
| 13.3 | Avaliação de Impactos e Programas Sócio-Ambientais | |
| 13.4 | Reservatório | |
| 13.5 | Desvio do Rio e Ensecadeiras - Obras Cíveis e | |

A N E X O S

- I - REDE DE PRECEDÊNCIA
- II - QUADRO SÍNTESE DO OPE
- III - FICHA RESUMO
- IV - PROCEDIMENTOS PARA LICENCIAMENTO
AMBIENTAL
- V - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
- VI - PARTICIPANTES DO GRUPO DE TRABALHO