

Este conjunto de atividades relativas a Estudos Básicos tem por objetivo a definição de todos os condicionantes e parâmetros básicos necessários ao completo conhecimento das características técnicas que vão influenciar as concepções alternativas do Aproveitamento.

### 3.1 HIDROMETEOROLÓGICOS

#### 3.1.1 CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA

A fim de se permitir a identificação da bacia, deverão ser definidos, além de sua localização, vários aspectos fisiográficos de interesse geral, tais como área, perímetro, curva hipsométrica, forma da bacia, densidade de drenagem, declividade do rio, cobertura vegetal, características pedológicas do solo, uso atual da terra e orografia, dentre outros.

A definição de alguns desses aspectos auxiliará na interpretação de resultados de estudos hidrológicos previstos, tendo em vista a identificação de características que influem diretamente no comportamento hidrometeorológico da bacia e, conseqüentemente, no regime fluvial e hidrossedimentológico do curso d'água principal.

#### 3.1.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA BACIA

Deverão ser consideradas, de maneira ampla e abrangente, informações sobre os fenômenos climáticos mais característicos, ou seja, temperatura, umidade, radiação, vento, evaporação, pressão e outros que se apresentem relevantes, dependendo da região em estudo. A apresentação desses fenômenos, em caráter geral, visa identificar as características climáticas de toda a bacia hidrográfica, na qual se encontra o Aproveitamento, procurando-se enquadrar a região do estudo, dentro das classificações climáticas oficiais.

#### 3.1.3 PRECIPITAÇÃO

Os estudos de precipitação deverão ser desenvolvidos após a análise dos dados coletados, procurando-se caracterizar o regime pluviométrico da bacia hidrográfica através da identificação de todas as peculiaridades da região nesse aspecto, tais como períodos secos e chuvosos, distribuição espacial e temporal da chuva, valores característicos máximos, médios e mínimos regionais, chuvas intensas e outros. Esses estudos deverão, tanto quanto possível, ser bastante aprofundados, em vista da sua importância para outros setores do estudo e, para permitir, em função do porte do aproveitamento ou de sua importância no contexto regional, estudos de enchentes a partir da PMP (Precipitação Máxima Provável), que considera a combinação de condições meteorológicas extremas para a formação de tempestades de diversas durações.

#### 3.1.4 EVAPORAÇÃO

Para avaliação da evaporação no reservatório do Aproveitamento, deverão ser desenvolvidos, se possível, estudos que permitam uma caracterização regional do fenômeno, baseados em séries de dados de evaporação, obtidos a partir de leituras de tanques evaporimétricos ou de evaporímetro Piché, de postos próximos ao local do Aproveitamento e/ou bacias vizinhas. Deverão ser estabelecidos os valores de evaporação média mensal, cuja caracterização em diferentes épocas do ano permitirá uma avaliação das perdas a serem consideradas na definição da vazão regularizada pelo Aproveitamento.

Deverá ser também avaliado o balanço entre as perdas por evaporação da superfície do reservatório e a redução da evapotranspiração pela inundação dessa área.

### 3.1.5 ANÁLISE DE DADOS HIDROMÉTRICOS

Os dados obtidos da operação dos postos limnimétricos e fluviométricos instalados na área do Aproveitamento deverão ser submetidos a uma criteriosa análise quanto à sua qualidade e consistência, visto que, a partir deles, serão definidas as características da usina a ser implantada.

A manipulação desses dados permitirá a obtenção de curvas características do curso d'água no local do barramento, descritas a seguir.

### 3.1.6 CURVAS CARACTERÍSTICAS

#### **Curva-Chave**

Esta curva, relacionando cota do nível d'água x descarga no canal de fuga da usina, deverá, tanto quanto possível, ser bem definida em toda a faixa de variação de níveis d'água no local. A definição precisa dessa curva permitirá, além da caracterização dos valores de queda do aproveitamento, uma estimativa confiável das cotas a serem estabelecidas no dimensionamento da casa de força para os valores de descarga mínima e de enchente a jusante do barramento.

#### **Cotagrama**

A partir da série de níveis d'água diários, deverá ser elaborado esse gráfico, que permitirá visualizar as variações de níveis característicos ao longo dos anos.

#### **Hidrograma**

Ainda para permitir uma visualização dos períodos característicos de cheia e estiagem no local do aproveitamento, deverá ser elaborado um hidrograma, aplicando-se à curva chave definida para o canal de fuga da usina, os níveis d'água diários registrados no posto limnimétrico desse local.

Se o período de registros de dados, nesse local, for pequeno, uma visualização das características dos hidrogramas do principal curso d'água poderá ser obtida com a elaboração desse gráfico para locais da região próximos ao aproveitamento ou transferidos para esse local, através de estudos específicos.

### 3.1.7 SÉRIE DE VAZÕES NATURAIS

Deverá ser estabelecida, para o posto fluviométrico representativo do Aproveitamento, uma série de vazões naturais que deverá ser composta de valores médios mensais e ser derivada de série histórica de posto do mesmo curso d'água. Mesmo que o período de observação no local do barramento ou a série histórica de origem seja insuficiente para a definição dessa série, esse período deverá ser estendido através de modelos determinísticos ou estocásticos para, no mínimo, 25 anos, compreendendo, se possível, o período crítico característico de acordo com o adotado pelo GCPS.

Destaca-se, nesse sentido, a existência de séries de valores médios mensais de vazões disponíveis na ELETROBRÁS para considerável quantidade de locais potencialmente exploráveis, distribuídos em diversas bacias hidrográficas, abrangendo o período a partir de 1931. As séries de vazões utilizadas nos estudos deverão ser, por sua vez, homologadas pelo DNAEE. '

A série de vazões naturais que tiver sido gerada deverá subsidiar os estudos energéticos, sendo necessária a sua apresentação no relatório final dos estudos e em disquete (planilha eletrônica).

### 3.1.8 CURVAS DE PERMANÊNCIA

A partir da série de vazões naturais definida para o Aproveitamento, deverão ser elaboradas curvas de permanência, de níveis e de vazões, para todo o período da série ou se necessário, para cada mês do ano. Essas curvas permitirão a identificação de valores característicos de níveis ou vazões, associados a diferentes probabilidades de permanência, importantes para os estudos de desvio do rio e de enchimento do reservatório, dentre outros.

### 3.1.9 DERIVAÇÃO DE DESCARGA

O uso de água do reservatório para irrigação, vazão sanitária ou outro fim, deverá ser bem caracterizado em quantidades. Para efeito de estudos energéticos esses valores deverão ser descontados das vazões naturais.

A vazão sanitária é a vazão mínima necessária a jusante do barramento e deverá atender às normas pertinentes do DNAEE. Vazões inferiores àquela requerida deverão ser submetidas a análise pelo DNAEE e órgãos ambientais.

### 3.1.10 ESTUDOS DE VAZÕES EXTREMAS

Os estudos de vazões extremas para o local do Aproveitamento poderão ser realizados com base em enfoques estatísticos, analíticos ou hidrometeorológicos, em função da disponibilidade de dados da bacia e da região do Aproveitamento.

As vazões de projeto do desvio do rio e das estruturas extravasoras deverão estar associadas a tempos de recorrência estabelecidos segundo critérios que levem em consideração os riscos a serem admitidos no projeto.

Na definição da cheia de projeto dos órgãos extravasores, deverá ser admitido 10.000 anos de tempo de recorrência, calculado a partir da lei de distribuição que melhor se ajuste aos dados das vazões máximas diárias anuais, considerando um período de observações superior ou igual a 50 anos. Deverá ser considerada, também, a robustez da distribuição escolhida, visto que nem sempre a distribuição que melhor se ajusta aos dados observados é a melhor para se efetuar a extrapolação. Havendo disponibilidade ampla de dados na bacia, inclusive meteorológicos, deverão ser desenvolvidos estudos mais amplos e precisos como a PMP (Precipitação Máxima Provável) com a conseqüente definição da VMP (Vazão Máxima Provável). Caso não haja a disponibilidade de dados suficientes, é recomendável utilizar correlação hidroluviométrica para estender o histórico das vazões máximas ou utilizar fórmulas empíricas com parâmetros regionais.

Na definição da vazão de projeto das obras de desvio, poderão ser adotados tempos de recorrência de 10, 25, 50 ou 100 anos, dependendo do tipo da barragem, do porte da obra, de seu tempo de duração e dos prejuízos que possam ser provocados a jusante decorrentes de rompimento ou galgamento da obra de desvio.

De uma maneira geral, é recomendável dispor de uma relação entre vazões e tempos de recorrência respectivos, de modo a possibilitar a associação correspondente entre essas grandezas para diferentes estudos.

Será ainda necessário o estudo de vazões mínimas, tendo em vista a necessidade de utilização desses valores em estudos relativos à manutenção de descargas mínimas a jusante para outras finalidades, tais como saneamento, abastecimento de água, navegação, ictiofauna e outros.

### 3.1.11 AMORTECIMENTO DE ONDAS DE CHEIA

Os estudos de amortecimento de ondas de cheia deverão considerar a propagação da cheia de projeto ao longo do reservatório, com a determinação do hidrograma defluente pelas estruturas extravasoras. A avaliação da capacidade de armazenamento da cheia pelo reservatório possibilitará a otimização do projeto das estruturas vertentes do Aproveitamento.

### 3.1.12 ESTUDOS DE BORDA LIVRE

Os estudos para definição de borda livre do barramento deverão ser realizados, admitindo a passagem da cheia de projeto nas estruturas extravasoras, com o reservatório operando no N.A. máximo normal. A capacidade de amortecimento do reservatório, associada à capacidade de vazão das estruturas vertentes, determinará o N.A. máximo maximum do reservatório. A partir dessa situação, deverão ser considerados os estudos de ventos e a análise do "fetch" do reservatório, os quais fornecerão os elementos para utilização dos métodos para o dimensionamento da borda livre a ser admitida nas estruturas de concreto e nas obras de terra e/ou enrocamento.

### 3.1.13 ESTUDOS DE REMANSO

Deverão ser desenvolvidos estudos de remanso do reservatório e do trecho a jusante do Aproveitamento, caso este seja influenciado por algum rio de menor porte ou pelo reservatório de outro aproveitamento previsto ou já existente.

Os estudos deverão ser desenvolvidos utilizando-se modelos hidráulicos de determinação de linha d'água, a partir dos dados obtidos nos postos limnimétricos instalados a montante e a jusante do barramento, e dos elementos cartográficos disponíveis, incluindo as seções topobatimétricas levantadas. A utilização dessas informações permitirá o estabelecimento de perfis de linha d'água para diversos valores de vazões, elementos importantes para considerações de ordem sócio-econômica e ambiental relativas ao trecho do rio influenciado pelo Aproveitamento, e para o dimensionamento de estruturas posicionadas a jusante do barramento, tais como a casa de força e os dispositivos de dissipação do vertedouro.

Os estudos de remanso do reservatório deverão ser limitados ao tempo de recorrência requerido para o dimensionamento da estrutura atingida. Caso exista ou esteja previsto outro aproveitamento a montante do reservatório, por exemplo, deverá ser respeitado o tempo de recorrência exigido para a proteção da casa de força.

### 3.1.14 ANÁLISE DE DADOS HIDROSSEDIMENTOMÉTRICOS

Os resultados das medições de descarga sólida realizadas no local do Aproveitamento e no trecho final do reservatório, deverão ser objeto de uma criteriosa análise, a fim de que seja possível a caracterização do comportamento hidro-sedimentológico da bacia. Nesse aspecto, deverão ser identificadas relações entre as descargas líquida e sólida, e entre a concentração obtida em uma única vertical e aquela obtida da medição, em toda a faixa de variação de níveis d'água no local, as quais possibilitarão o desenvolvimento dos estudos relativos ao assoreamento do reservatório. Para o período em que houver coleta diária de amostra, a descarga sólida diária deverá ser gerada a partir da concentração obtida da relação entre concentrações.

Outros dados sedimentométricos do curso d'água em questão, e mesmo de tributários, também serão necessários para a complementação dos estudos.

### 3.1.15 ESTUDOS DE ASSOREAMENTO E DE VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO

A partir da análise dos dados sedimentométricos, e conseqüente caracterização do transporte sólido, deverão ser desenvolvidos estudos para avaliação da deposição de sedimentos no reservatório e da sua vida útil. Esses estudos deverão considerar diversas teorias existentes sobre a forma de deposição dos sedimentos em reservatórios e cotejá-las para definir a que melhor representa a evolução, ao longo do tempo, do processo de assoreamento do reservatório, o que dependerá da qualidade, quantidade e natureza dos dados disponíveis.

A avaliação desse fenômeno, associada à análise do desenvolvimento sócio-econômico da bacia e, conseqüentemente, ao desmatamento e aceleração do processo erosivo, bem como à presença ou à futura implantação de reservatórios a montante, permitirá a elaboração de estudos para avaliação da vida útil do Aproveitamento.

Para cursos d'água com significativa produção de sedimentos ou, no caso de pequenos reservatórios, será necessário verificar o tempo de assoreamento até a soleira da tomada d'água, bem como a evolução do depósito no volume útil, através da distribuição de sedimentos. Também é desejável a obtenção de novas curvas cota-área-volume para o dobro do tempo da vida útil sócio-econômica do Aproveitamento.

### 3.1.16 CONTROLE DE SEDIMENTOS

Normalmente a formação do reservatório exige um estudo adequado do controle de sedimentos, devendo ser planejada vegetação ciliar para proteção das margens e contenção do transporte lateral de sedimentos pelas enxurradas. Outras medidas preventivas de controle de sedimentos deverão ser previstas, principalmente para pequenos reservatórios, como a instalação de um descarregador de fundo, desarenador e/ou outros dispositivos necessários, conforme o projeto. Programas de controle de erosão em pequenas bacias são também desejáveis.

### 3.1.17 VERIFICAÇÃO DE PROBLEMAS NO CANAL A JUSANTE DA BARRAGEM

Devido a retenção de sedimentos no reservatório e as mudanças do escoamento do rio no trecho a jusante da barragem, este fica sujeito a escavações e outros tipos de erosão que podem vir a afetar as fundações da obra, ou mesmo de outras estruturas hidráulicas existentes no rio. Assim, deverão ser efetuados estudos de erodibilidade de calha e de mudanças na declividade do curso d'água, avaliando-se as conseqüências e os prejuízos que poderão resultar.

### 3.1.18 ESTUDOS DE ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO

A determinação do tempo de enchimento do reservatório poderá ser caracterizada a partir da utilização da série de vazões médias diárias ou mensais no local do Aproveitamento, dependendo do porte do reservatório. Com base nessa série e com o auxílio das curvas cota-área-volume do reservatório, deverão ser desenvolvidos estudos de simulação da evolução do nível d'água durante o enchimento. Desses estudos deverão ser obtidos os tempos necessários para serem atingidos os níveis de operação desejados e, conseqüentemente, as possibilidades de ocorrência desses tempos para as diferentes hipóteses consideradas para o fechamento das aberturas de desvio.

O enchimento do reservatório deverá ser planejado de tal forma a manter a vazão mínima necessária a jusante da barragem, conforme recomendado no item 3.1.9.

Os estudos de enchimento do reservatório representam um importante subsídio na elaboração do cronograma de execução das obras do Aproveitamento, constituindo-se em marco de planejamento. (Ver item 3.5.7).

## 3.2 GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

### 3.2.1 MAPA GEOLÓGICO REGIONAL

Com base no material bibliográfico coletado preliminarmente, e na interpretação de imagens de satélites, de radar e de fotografias aéreas, deverá ser elaborado Mapa Geológico Regional em escala 1:100.000 a 1:250.000 da região de interesse dos estudos, visando reunir subsídios aos estudos de sismicidade, estanqueidade e assoreamento do reservatório.

### 3.2.2 MAPA GEOLÓGICO DO LOCAL DO APROVEITAMENTO

Baseado na interpretação de fotografias aéreas, mapeamento de afloramentos rochosos e classificação de solos localizados em uma área com cerca de 2 a 10 km de raio em torno do local do Aproveitamento, será elaborado o mapa geológico da área, em escala 1:5.000 a 1:25.000, para definição das macro-unidades e macro-feições geológicas que condicionarão as unidades e feições geológico/geotécnicas do sítio de implantação das obras.

### 3.2.3 MAPA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO LOCAL DO APROVEITAMENTO

O mapa geológico-geotécnico do local do Aproveitamento deverá ser elaborado em escala de 1:500 a 1:5.000, de acordo com as dimensões da obra. Nele deverão ser representadas as unidades e feições geológico-geotécnicas de importância ao projeto das fundações das estruturas de concreto e de terra e/ou enrocamento.

Este mapa deverá ser feito com base na interpretação de fotografias aéreas, na análise dos dados de sondagens, poços e trincheiras, nas investigações geofísicas, no mapeamento detalhado de afloramentos do maciço rochoso e na classificação de solos de cobertura, bem como nos ensaios geotécnicos e geomecânicos executados na área de implantação da obra e em suas vizinhanças, principalmente nas áreas ribeirinhas, ilhas, corredeiras e margens do rio.

### 3.2.4 SEÇÕES GEOLÓGICO/GEOTÉCNICAS

Com base na análise dos dados do mapeamento geológico do local do aproveitamento e das investigações realizadas, incluindo os ensaios geotécnicos e geomecânicos, deverá ser elaborada uma série de seções

geológico-geotécnicas, que servirá de subsídio à escolha de um eixo e às suas alternativas de arranjo, incluindo a representação das sondagens através de perfis simplificados.

Através destas seções, serão representadas as unidades litológicas e feições estruturais envolvidas no projeto e serão fixadas, a esse nível de detalhamento, as cotas de fundação das estruturas, além de fornecer subsídios aos projetos de tratamento das fundações.

Esta atividade inclui a elaboração de seções geológico-geotécnicas na área de implantação das construções especiais, nos depósitos de materiais naturais granulares, nas pedreiras e áreas de empréstimo.

### 3.2.5 MATERIAIS NATURAIS DE CONSTRUÇÃO

Os estudos referentes aos materiais naturais de construção visam definir as características geotécnicas básicas, os volumes e a distribuição dos materiais, com vista ao pré-dimensionamento das obras de terra e enrocamento e construções especiais, além da comparação técnico-econômica de alternativas.

No âmbito desta atividade, será realizada a análise dos resultados de ensaios executados e apreciação dos limites de variação e características médias dos materiais para cada alternativa.

### 3.2.6 TECNOLOGIA DE ROCHAS

A partir da análise dos dados de sondagens e demais formas de investigações disponíveis, inclusive ensaios de laboratório, serão definidos a adequabilidade e o emprego, na obra, do material rochoso a ser retirado das áreas de escavações obrigatórias e das eventuais pedreiras que forem identificadas.

## 3.3 SÓCIO-AMBIENTAIS

Os Estudos Básicos Sócio-Ambientais compreendem as atividades relativas aos estudos específicos necessários à implantação do Aproveitamento e gestão do reservatório, e aos estudos de impacto ambiental previstos na Constituição Federal.

A Avaliação de Impacto Ambiental é um instrumento de planejamento que tem por objetivo, analisar a viabilidade ambiental de um projeto, fornecendo subsídios tanto para a concepção geral do Aproveitamento como para permitir a incorporação do critério ambiental no processo decisório. Neste contexto, a Avaliação de Impacto Ambiental é uma atividade a ser desempenhada nas fases de concepção e detalhamento do projeto.

Fazem parte do conjunto de procedimentos que constituem uma Avaliação de Impacto Ambiental, o diagnóstico, a identificação e análise dos impactos e a proposição de medidas mitigadoras.

A Avaliação de Impacto Ambiental inicia-se neste momento, a partir do diagnóstico elaborado com base nas alternativas existentes, tem continuidade no capítulo 4, subsidiando a diferenciação de alternativas, e será finalizada após a seleção da melhor alternativa, no capítulo 5.

### 3.3.1 DIAGNÓSTICO

O Diagnóstico visa caracterizar o meio ambiente antes da implantação do Aproveitamento. Esta caracterização deve possibilitar o entendimento da complexidade da dinâmica ambiental das áreas de

influência, assim como a identificação dos seus respectivos graus de vulnerabilidade e de degradação. Pressupõe-se a caracterização e análise de cada elemento estudado e do conjunto dos elementos, buscando-se as suas interações e processos sinérgicos, de forma a permitir uma visão integrada da área. Tal análise visa fornecer os subsídios necessários, tanto para a otimização da concepção do projeto, como para a identificação e análise dos impactos decorrentes da implantação do Aproveitamento.

Nesta etapa devem ser consolidados os resultados das pesquisas e levantamentos realizados nas etapas anteriores (Estudos Preliminares e Levantamentos), verificando-se a consistência e a compatibilidade das informações obtidas em relação aos níveis de abordagem requeridos.

O desenvolvimento do Diagnóstico Ambiental deverá considerar a natureza e o porte do Aproveitamento, a localização prevista, a relevância dos fatores ambientais e os critérios exigidos pelo órgão ambiental.

O Diagnóstico da Área de Influência, deverá ser realizado nos dois níveis de abordagem: o de caráter regional, referente à Área de Influência Indireta, e o de caráter local, referente à Área de Influência Direta.

As análises relativas à Área de Influência Direta deverão ser realizadas com maior grau de aprofundamento (conforme indicado no texto a seguir), considerando que estes diagnósticos subsidiam a formulação de alternativas para o tratamento dos impactos diretos e para as recomposições correspondentes, abrangendo aspectos físicos, bióticos, sociais, econômicos e culturais.

A seguir são apresentadas as indicações de conteúdo para a formulação do Diagnóstico.

### **Clima**

As análises realizadas no item 3.1 deverão ser incorporadas a este diagnóstico.

Geologia, Hidrogeologia, Geomorfologia, Recursos Minerais e Pedologia

- geologia regional (aspectos estruturais e litológicos);
- sismicidade com descrição de sismos ocorridos e localização do epicentro;
- aquíferos existentes, sua relação com as águas superficiais com outros aquíferos e condições de exploração;
- estimativa da profundidade dos níveis das águas subterrâneas;
- geomorfologia regional, classificação das formas de relevo, caracterização da sua dinâmica (processos de erosão e assoreamento) e áreas potencialmente instáveis;
- caracterização da atividade minerária (formal e informal);
- ocorrências minerais e situação dos processos minerários junto ao DNPM;
- unidades e classes de solos.

### **Capacidade de Uso e Uso do Solo**

- aptidão agrícola dos solos;
- análise da capacidade de uso do solo;
- uso atual do solo e sua classificação, de acordo com a capacidade de uso;
- análise da relação entre capacidade de uso e uso atual do solo;
- unidades de conservação e áreas de potencial interesse ecológico.

### **Recursos Hídricos**

- hidrologia regional (item 3.1);



- usos da água (abastecimento doméstico e industrial, diluição de despejos domésticos, agropecuários e industriais, geração de energia, irrigação, pesca, recreação, preservação da fauna e da flora, navegação) e suas demandas atuais e futuras, em termos qualitativos e quantitativos;
- fontes poluidoras;
- qualidade da água e sua relação com as atividades que se desenvolvem na bacia ( índice de Qualidade da Água);
- identificação de conflitos existentes ou futuros da exploração do recurso;
- caracterização limnológica, apresentando as classificações do ambiente aquático;
- aspectos básicos da comunidade biológica.

### **Fauna Aquática**

- espécies de peixes da bacia (alimentação natural, reprodução, crescimento, etc.);
- aspectos básicos da estrutura e dinâmica das populações (estrutura em tamanho, distribuição e abundância);
- aspectos básicos da comunidade (diversidade específica, estrutura trófica e alguns aspectos das relações interespecíficas);
- mapa das áreas de desova e de criadouros naturais da área em estudo;
- atividade de pesca, incluindo o rendimento pesqueiro, composição do pescado e esforço, através do acompanhamento do desembarque, bem como aspectos sócio-econômicos desta atividade.

### **Fauna Terrestre**

- descrição da fauna terrestre incluindo a sua relação com a cobertura vegetal e sua evolução em função da atividade antrópica;
- descrição e mapa das áreas com potencial interesse ecológico tais como abrigos, criadouros, locais de reprodução, etc.

#### **Para a Área de Influência Direta:**

- principais habitats e sua fauna associada;
- espécies em extinção, ameaçadas ou endêmicas, assim como aquelas que podem vir a merecer tratamento diferenciado;
- comparação com a situação geral da fauna da Área de Influência, incluindo informações sobre pressão de caça, destruição de habitats, etc.

### **Cobertura Vegetal**

- cobertura vegetal nativa e sua evolução em função da atividade antrópica;
- mapa da cobertura vegetal atual, caracterizando os principais ecossistemas e seu estado de conservação;
- mapa das áreas com potencial interesse ecológico;
- mapa da vegetação das margens do futuro reservatório.

#### **Para a Área de Influência Direta:**

- mapa da cobertura vegetal atual, incluindo as tipologias identificadas (expressas em percentual), comparando-a com a situação da cobertura vegetal da Área de Influência;
- inventário florístico, destacando as espécies endêmicas, ameaçadas de extinção, de interesse econômico e científico;
- estudos fitosociológicos nas áreas indicadas no item 2.5.6;
- inventário florestal;

- estimativa da biomassa.

### **Unidades de Conservação**

- análise das unidades de conservação, destacando o estado de conservação, dimensões, situação jurídica, fundiária, etc.

### **Dinâmica Populacional**

- análise dos fluxos migratórios e deslocamentos;
- balanço migratório;
- evolução e mapa da distribuição da população;
- análise do quadro renda-emprego e mão-de-obra da população.

### **Saúde e Saneamento**

- diagnóstico do setor de saúde, pública e privada e análise da estrutura institucional de saúde;
- diagnóstico do estado e condições de saúde da população;
- análise para desenvolvimento de vetores e doenças de veiculação hídrica;
- análise do quadro de serviços de abastecimento de água, tratamento de esgotos e disposição de lixo.

### **Setor de Educação**

- análise da rede física e condições de atendimento de ensino na Área de Influência.

### **Infra-estrutura**

Análise da rede física e das condições de atendimento de:

- malha viária principal: rodovias, hidrovias, portos e aeroportos;
- sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica;
- sistemas de comunicação;
- navegação;
- lazer e turismo;
- meios de transporte;
- serviços de segurança pública;
- equipamentos públicos.

Para a Área de Influência Direta este diagnóstico deverá permitir o dimensionamento das recomposições necessárias.

### **Caracterização dos Municípios**

- organização político-administrativa;
- quadro de relações de polarização e hierarquia funcional;
- análise dos serviços públicos municipais e serviços compartilhados;
- análise do quadro evolutivo e importância relativa.

### **Atividades Produtivas e Organização da Produção**

- diagnóstico situacional por setor econômico: primário, secundário, terciário;
- análise integrada das relações de troca entre a economia da Área de Influência e a economia externa, incluindo sua importância relativa ;

- análise das finanças municipais.

### **Dinâmica Social, Cultural e Política**

- caracterização e análise sociológica da Área de Influência, indicando tendências de agregação, conflitos e grupos sociais significativos;
- análise do quadro político da Área de Influência;
- diagnóstico dos serviços públicos;
- análise das características culturais da Área de Influência;
- análise do processo de ocupação e da dinâmica territorial;
- análise da atuação dos órgãos da administração pública e de suas funções políticas e administrativas;
- análise dos instrumentos legais relevantes;
- análise dos projetos em andamento na região.

### **Patrimônio Cultural**

- caracterização e mapa das áreas de valor histórico, cultural, paisagístico, arqueológico e espeleológico;
- avaliação do potencial;

Para a Área de Influência Direta:

- análise do potencial considerando as necessidades de salvamento ou relocação do patrimônio.

### **Grupos Populacionais Indígenas**

- caracterização da área indígena afetada;
- diagnóstico das condições etno-históricas, etno-ecológicas e populacionais;
- dinâmica sócio-política e relações inter-étnicas;
- descrição das principais características culturais.

### **Grupos Remanescentes de Quilombos**

- características do Território e da área afetada;
- caracterização dos principais elementos culturais;
- análise da situação cultural, condições de sobrevivência do grupo e relações de troca.

### **Comunidades Rurais e Urbanas na Área de Influência Direta**

Para a Área de Influência Direta o diagnóstico deverá enfocar basicamente a caracterização e identificação de alternativas para as recomposições necessárias. O diagnóstico para a Área de Influência Direta abrange também a caracterização do potencial de patrimônio cultural e das relações que conformam a identidade histórica das comunidades que ali vivem.

Esta fase deverá permitir o conhecimento e interação suficiente para a formulação de critérios de remanejamento e negociação nas etapas futuras de planejamento. A participação da população e o reconhecimento de seus representantes são fatores básicos para a viabilização do Aproveitamento.

### **Comunidades Rurais**

- caracterização integrada qualitativa e quantitativa sócio-econômica, cultural e política da população rural;

- análise da dinâmica sócio-econômica e territorial com relação:
  - a rede de relações e fluxos humanos, de produção e comercialização de serviços e polarização econômica e política;
  - ao significado da organização social e da identidade cultural;
  - a integração rural-urbana.
- análise integrada dos obstáculos e das potencialidades para o desenvolvimento da Área de Influência e seu rebatimento para a Área de Influência Direta visando o dimensionamento e valoração das perdas potenciais;
- identificação das lideranças e dos legítimos interlocutores com que a empresa negociará;
- formulação, através de processo interativo com os diversos atores sociais envolvidos, de critérios gerais para o remanejamento da população considerando suas expectativas.

### **Comunidades Urbanas**

- análise e avaliação da estrutura física urbana e dimensionamento das necessidades de recomposição;
- avaliação do significado dos núcleos urbanos afetados em relação à rede de relações sociais econômicas e territoriais da Área de Influência, visando embasar as possibilidades e necessidades para a relocação dos núcleos e a reestruturação das relações;
- caracterização integrada, qualitativa e quantitativa da população urbana nos aspectos sociais, econômicos, históricos, culturais e políticos;
- formulação de tipologias de todas as edificações considerando a categoria de uso, a dimensão da edificação, o padrão construtivo e a dimensão do lote;
- avaliação da viabilidade de relocação das unidades produtivas;
- avaliação dos equipamentos e serviços de infra-estrutura urbana e dimensionamento das necessidades de recomposição;
- análise da gestão administrativa e institucional do núcleo afetado;
- avaliação dos equipamentos e atividades de lazer, comunitárias, associativas, religiosas e esportivas.

### **3.3.2 ANÁLISE INTEGRADA E VULNERABILIDADE DO SISTEMA SÓCIO-AMBIENTAL**

A análise integrada deverá, a partir dos elementos diagnosticados, caracterizar os diversos sistemas existentes na Área de Influência, suas respectivas dinâmicas e seus fatores de interação. A dinâmica de cada sistema, estabelecida em função das relações físicas, bióticas e sócio-econômicas, deverá ser avaliada através de análises de vulnerabilidade e respectivos graus de degradação.

O estabelecimento dos graus de degradação de cada sistema servirá de base para o dimensionamento e a significância dos impactos a serem provocados pelo Aproveitamento, assim como sustenta a atividade requerida pelo licenciamento ambiental, de comparação com a alternativa de não realização do Aproveitamento.

Deverá também 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 parcerias interinstitucionais, os benefícios e o estabelecimento de soluções para as atividades que sofrerão impactos.

Especial atenção deverá ser dedicada à Área de Influência Direta, onde se concentram os impactos diretos e as ações mitigadoras.

### **3.3.3 SUBSÍDIOS PARA O ESTUDO DE ALTERNATIVAS**

Esta atividade tem como objetivo o fornecimento de elementos para a formulação, análise e comparação de alternativas de eixos, e correspondentes arranjos do Aproveitamento, a serem desenvolvidos no capítulo 4.

Nesta etapa deverá ser realizada a avaliação das alterações provocadas pelas alternativas de eixo considerando os resultados obtidos anteriormente.

Deverão ser elaboradas as previsões das alterações provocadas pelo Aproveitamento, considerados os seus aspectos relevantes e de diferenciação, aprofundando ou ampliando as análises até o nível necessário para selecionar, com segurança, a alternativa mais adequada. Isto inclui a identificação e análise das alterações provocadas, a formulação das ações necessárias para fazer frente a essas alterações e sua estimativa preliminar de custos.

No desenvolvimento desta atividade deverão ser utilizados, nos limites dos objetivos fixados, instrumentos e metodologias de Avaliação de Impacto Ambiental, os quais serão retomados no capítulo 5. Poderão ser utilizados como critérios para a diferenciação dos impactos, um ou mais dos seguintes elementos: probabilidade de ocorrência, natureza, magnitude, temporalidade, duração, reversibilidade, espacialidade, sinergia e distribuição de ônus e benefícios sociais.

A aplicação da Avaliação de Impacto Ambiental, será finalizada após a seleção da melhor alternativa, utilizando-se, no que couber, os resultados alcançados nesta atividade.

A metodologia utilizada para a realização desta atividade deverá ser explicitada, incluindo justificativa da opção adotada.

### 3.3.4 ESTUDOS ESPECÍFICOS PARA O ESTABELECIMENTO DO POLÍGONO DE UTILIDADE PÚBLICA

Em função da necessidade de decretação, através de instrumento específico, do polígono de utilidade pública, englobando as áreas necessárias à implantação do Aproveitamento, deverão ser elaborados estudos específicos mediante análise das características de projeto do Aproveitamento.

Com apoio da cartografia disponível, deverá ser estudado o estabelecimento do polígono de utilidade pública, considerando os seguintes aspectos:

- a cota do reservatório, suas variações e os respectivos efeitos de remanso;
- a fixação de uma faixa de proteção ciliar para reduzir os efeitos de carreamento de sedimentos e poluentes com conseqüente degradação da qualidade da água do reservatório
- as áreas para unidades de conservação ou de proteção e preservação da flora e fauna;
- as áreas para remanejamento de grupos populacionais, infra-estrutura e equipamentos na área de implantação do Aproveitamento;
- as áreas necessárias ao cumprimento de acordos realizados, e necessários à implementação de medidas mitigadoras e compensatórias;
- estimativa do número de propriedades atingidas.

## 3.4 ESTUDOS MERCADOLÓGICOS

A definição da abrangência ou área de influência de um Aproveitamento é função da sua inserção comercial no processo produtivo ou da importância relativa desta fonte no contexto do Sistema Associado.

Assim sendo, podem-se caracterizar basicamente dois cenários de inserção para um aproveitamento, em função dos seus vínculos comerciais com o mercado de energia elétrica:

- Inserção Local: situação na qual o aproveitamento está associado a um mercado de energia relacionado a Sistemas Isolados, sem interconexão com os Sistemas Interligados Nacionais e
- Inserção Regional/Nacional: situação que se caracteriza pela existência de um aproveitamento com posse ou importância relativa tal que se integra ao mercado regional/nacional associado ao Sistemas Interligados.

Para cada uma dessas duas hipóteses é necessária uma abordagem distinta na identificação do mercado a ser atendido pelo Aproveitamento.

Para os dois casos, o horizonte das projeções de consumo deverá ser compatível com as necessidades dos Estudos Econômicos e Energéticos do Aproveitamento.

Na hipótese de inserção local, são necessárias projeções de consumo para as localidades ou microregiões que integram a área de influência do aproveitamento, usualmente obtidas com base em sedes históricas e previsões espaciais, de forma compatível com as projeções para o mercado global da área onde se situam as regiões.

As previsões de consumo devem se constituir de componentes compatíveis e energia de ponta, consideradas as informações aos índices de perdas totais mais recentes.

Quanto aos casos relacionados à inserção de aproveitamentos com relevância regional e/ou nacional assume-se que o mercado objetivo do empreendimento é o mercado interligado, sujeitos às condições específicas que se baseiam na perspectiva de suprimento à concessionárias de distribuição, grandes consumidores ou comercializadores de energia, todos com liberdade e possibilidades de comercialização em âmbito nacional, através de instrumentos como o do Livre Acesso Garantido por Lei.

A evolução das condições gerais de atendimento ao mercado global é consequência das iniciativas de mercado que deixam os investimentos na expansão da capacidade de geração, inicialmente balizada pela preparação dos estudos de expansão formulados no planejamento indicativo que se dispuser para o Setor.

Assim, a caracterização do mercado associado a um Aproveitamento com inserção regional/nacional se dá sob uma perspectiva de sua participação no mercado nacional em grosso, que se submete às leis de mercado, com competição entre os ofertantes e sob regulação do Poder Concedente.

### 3.5 DIMENSIONAMENTO ENERGÉTICO

#### 3.5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os estudos de dimensionamento energético-econômico concentram-se nas etapas de Estudos de Inventário e Estudos de Viabilidade, em especial nesta última, ou seja, é nesta etapa que se define o dimensionamento energético-econômico final de um aproveitamento hidrelétrico.

Os estudos em nível de Estudo de Inventário se desenvolvem com objetivo de avaliar o potencial energético de uma bacia hidrográfica, concluindo com uma alternativa de divisão da queda da bacia, com as características preliminares e estimativas de custos e benefícios de cada aproveitamento da alternativa selecionada.

Os estudos em nível de Estudos de Viabilidade de projetos hidrelétricos são executados, objetivando selecionar, para um projeto específico, dentre aqueles da alternativa escolhida de divisão de queda da bacia, a melhor alternativa de localização do eixo da barragem, além de elaborar o dimensionamento energético e definir o arranjo físico para otimizar o índice custo/benefício para a comprovação da viabilidade técnico-econômica-ambiental do Aproveitamento.

A viabilidade econômica do Aproveitamento é analisada a partir da sua comparação com alternativas equivalentes disponíveis para a expansão do parque gerador e indica a época em que o mesmo é competitivo para entrada em operação.

O dimensionamento energético do projeto compreende a otimização dos seguintes parâmetros físicos, para cada alternativa de eixo de barramento:

- Nível de Água Máximo Normal (N.A.Máx) - corresponde ao nível d'água máximo normal do reservatório;
- Nível de Água Mínimo Operativo (N.A.Min) corresponde ao nível de água resultante da depleção máxima operativa do reservatório, definindo, por conseguinte, o seu volume útil de acumulação;
- Potência Instalada (P.I) - corresponde à potência instalada total da usina;
- Queda de Referência de Turbina (Href) - corresponde à queda líquida para a qual a turbina, com seu distribuidor na abertura máxima, fornece a potência nominal do gerador;
- Queda de Projeto da Turbina (Hproj) - corresponde à queda líquida para a qual a turbina opera com rendimento máximo.

A Figura 1, na página seguinte, ilustra a definição destes parâmetros.

A Figura 2, na página seguinte, visualiza as etapas necessárias para o dimensionamento energético-econômico realizado nos Estudos de Viabilidade de um aproveitamento hidrelétrico.

Deve-se destacar que a localização do eixo do barramento pode apresentar mais de uma alternativa que seja coerente com a divisão de queda escolhida em nível de Inventário. Neste caso, como mostra a Figura 2, cada alternativa deverá ser otimizada para que se possa fazer a seleção mais adequada. Evidentemente, que esta etapa só se faz necessária quando não ficarem definidas as diferenças de benefícios energético-econômicos entre as diversas alternativas de localização do eixo da barragem, ou seja, a simples análise de localização física, em termos de engenharia, por exemplo, pode já indicar as vantagens técnicas para a escolha de uma localização específica, dispensando a elaboração da otimização energética de cada eixo possível.

Quando a alternativa selecionada de localização do eixo do barramento interferir na divisão de queda anteriormente definida nos Estudos de Inventário, torna-se necessário o reexame do trecho afetado, realizando-se estudos de seleção de queda conforme preconizado na etapa de Estudos de Inventário.

Neste caso, pode-se também avaliar a economicidade e a viabilidade técnica de se conviver com essa nova partição de queda, até que os próximos aproveitamentos sejam construídos.

Ressalta-se que, o critério utilizado pelo setor elétrico para definir e otimizar cada parâmetro, tem por base uma análise de custo/benefício incremental, ou seja, enquanto o custo de alterar um determinado parâmetro for inferior ao benefício advindo com esta alteração, justifica-se um incremento no parâmetro em análise.

Para um melhor entendimento do critério de custo-benefício incremental, serão apresentados alguns conceitos básicos que permitirão entender como são obtidos os custos e benefícios incrementais quando se varia um parâmetro a ser dimensionado.

FIGURA - I

FIGURA - 2  
ETAPAS DO DIMENSIONAMENTO

### 3.5.2 CONCEITOS BÁSICOS

- BENEFÍCIOS ENERGÉTICOS

Durante a década de 70, e até o início da década de 80, o Setor Elétrico Brasileiro utilizou como critério de expansão da oferta para o atendimento ao mercado consumidor o chamado Critério da Energia Firme ou Critério Determinístico.

Este critério estabelecia o seguinte: "através de uma simulação da operação hidrotérmica do parque gerador, o sistema elétrico deverá ser capaz de atender ao mercado projetado sem déficits de energia no caso de ocorrência de qualquer das seqüências de vazões existentes no registro histórico".

Para uma determinada configuração (conjunto de usinas existentes ou planejadas), denomina-se Energia Firme do Sistema a maior carga contínua (carga crítica) que esta configuração pode atender dentro deste critério e Período Crítico a seqüência de anos do registro histórico para cujas vazões a configuração atende à Energia Firme sem dispor de sobras e déficits, ou seja, é o intervalo de tempo em que o sistema passa da situação de armazenamento máximo até armazenamento mínimo, sem déficits observados e sem reenchimentos totais.

A geração média de cada usina, neste período crítico, é denominada de Energia Firme Local e o Ganho de Energia Firme de uma usina corresponde ao aumento da energia firme do sistema quando esta usina é considerada na configuração em análise, avaliando-se o ganho de energia firme ao simular a configuração com e sem a usina em questão.

Na prática, o ganho de energia firme pode ser maior do que a energia firme local em razão da localização da usina na cascata.

Apesar do setor elétrico não estar mais utilizando este critério determinístico nos estudos de programação da expansão da geração, tendo-o substituído pelo chamado Critério Probabilístico, ou Critério da Energia Garantida, compatível com a natureza estocástica do suprimento ao mercado consumidor, a avaliação do benefício energético de uma usina, para fins de dimensionamento, ainda tem por base o conceito de ganho de energia firme do critério tradicional.

Isto se deve a algumas dificuldades de adaptação metodológica e à falta de consenso entre as empresas integrantes do GCPS quanto à melhor metodologia probabilística a ser utilizada.

Além do ganho de energia firme, ainda no critério determinístico, existe o conceito de Ganho de Potência Garantida, que corresponde à capacidade máxima de geração de potência da usina, com uma permanência de 95% na operação da usina integrada ao sistema, para todo o histórico de vazões naturais.

O Ganho de Energia Secundária, outro parâmetro que quantifica os benefícios energéticos de uma usina, corresponde à energia gerada em excesso à energia firme, nos meses de afluências hidrológicas favoráveis e é avaliada pela diferença entre a geração média de longo termo do sistema e sua energia firme, com e sem a inclusão da usina.

A avaliação do ganho de energia secundária pode, alternativamente, ser feita através do cálculo da redução do valor esperado de geração térmica nas configurações com e sem a usina.



- SISTEMA DE REFERÊNCIA

Para comparação de alternativas, torna-se necessária a quantificação dos benefícios energéticos que o Aproveitamento em estudo acrescenta ao sistema existente a partir da data de sua implantação, conforme descrito anteriormente. Entende-se por Sistema de Referência, o conjunto de usinas geradoras de energia elétrica em relação ao qual serão determinados os benefícios energéticos incorporados pelo Aproveitamento em estudo.

Para os Estudos de Viabilidade, pode-se utilizar um ou mais sistemas de referência ao longo da vida útil do projeto. O primeiro, de curto prazo, composto pelas usinas hidráulicas existentes na data de entrada em operação do Aproveitamento em estudo; os demais, de longo prazo, em que se considera uma configuração representativa capaz de alterar o benefício proporcionado pelo Aproveitamento e finalmente a última configuração, que deve ser a do Sistema Desenvolvido, que representa o conjunto de usinas existentes, em construção e as previstas no horizonte de longo prazo.