



- Planejamento das atividades dos Estudos Básicos, detalhando-se os trabalhos que serão desenvolvidos na fase seguinte dos estudos.

7.1.2 – Fase A2: Consolidação dos Estudos e Projetos Existentes

O local barrável deverá ser objeto de observação por parte dos técnicos da Contratada e da Prefeitura, à luz das condições físicas do boqueirão. Mesmo já existindo local previamente escolhido para o barramento, trata-se agora de confirmar esta localização mais precisamente, levando-se em conta fatores específicos, tais como a geometria dos boqueirões, a natureza dos terrenos das fundações, as características físicas da barragem, o porte da obra, o lago a ser formado e a quantidade de pessoas que necessitarão ser deslocadas, bem como as benfeitorias e infra-estruturas a serem atingidas.

O Relatório deverá enumerar:

- Relação dos dados e das informações disponíveis;
 - Dados coletados em campo e que servirão de subsídios para confirmação da escolha do eixo definitivo a ser barrado;
 - Os cenários deverão levar em conta tanto as vantagens de cada localização quanto os aspectos negativos inerentes a cada sítio.
- Assim; os seguintes fatores deverão ser ressaltados:

Fatores Positivos

- Situação futura da área a ser inundada pela elevação do nível da água quando, da formação do lago;
- Estimativa do número de usuários a serem beneficiados pela obra;
- Condições geológicas e geotécnicas favoráveis da bacia hidráulica, do local do barramento, sangradouro e demais estruturas;
- Morfologia do boqueirão;

Existência de jazidas de materiais para a construção da obra (material argiloso, arenoso, pétreo e agregados finos para composição do CCR, caso se confirme a adoção desse tipo de barramento).

Fatores Negativos

- Benfeitorias passíveis de serem atingidas com a elevação do plano d'água;
- Benfeitorias e terras que deverão ser indenizadas tais como, áreas cultivadas e jazidas de materiais;

X



- Condições geológicas e nos locais das obras; geotécnicas adversas na bacia hidráulica

- Dificuldades de exploração das jazidas de materiais.

Programação das Atividades dos Estudos Básicos:

Será ainda elaborado nesta Etapa, o planejamento das atividades dos Estudos Básicos, que serão desenvolvidos na Etapa seguinte. As atividades desta Etapa serão reunidas e apresentadas nos Relatórios Técnico Preliminar (RTP), Relatório de Consolidação dos Estudos Anteriores e Relatório de Programação das Atividades dos Estudos Básicos.

7.2 - Fase B: ESTUDOS BÁSICOS, VIABILIDADE E ANTEPROJETO

7.2.1 Fase B1.1.1: Levantamentos Topográficos

Os estudos topográficos visam o levantamento do eixo barrável, do local do sangradouro, do canal de restituição, obras anexas à barragem e das jazidas de materiais de construção. Esses estudos serão desenvolvidos por ocasião da elaboração do Projeto Básico.

7.2.1.2 - Transporte de Coordenadas

Para que se faça o levantamento das obras em coordenadas UTM, se deve partir dos marcos geodésicos do IBGE mais próximos da barragem e transportar suas coordenadas para marcos previamente escolhidos. Para isto, serão executados levantamentos com caminhamento duplo, adotando-se a forma de uma poligonal fechada de área zero.

Caso seja adotado sistema de levantamento com GPS, deverão ser determinadas as coordenadas de dois pontos no local da barragem, a partir de um marco geodésico do IBGE. Para verificar se a precisão obtida é compatível com a escala do levantamento, estes pontos deverão ser locados um em relação ao outro, usando o próprio GPS ou um levantamento com caminhamento duplo, através de uma poligonal fechada de área zero.

O transporte de cotas se fará a partir do marco do IBGE mais próximo, através de poligonais de nivelamento e de contranivelamento levantadas com equipamentos topográficos que tenham precisão compatível com o serviço. A poligonal de contranivelamento será levantada após a execução da poligonal de nivelamento e em nenhuma hipótese será aceita a execução simultânea das duas poligonais. As poligonais serão cuidadosamente descritas com indicação dos comprimentos totais, do número de estações e das distâncias entre elas, bem como com a comparação dos erros encontrados nas estações intermediárias e finais.

7.2.1.3 - Levantamento do Eixo Barrável

X



O levantamento do eixo barrável, inicialmente, deverá abranger uma faixa com largura superior àquela que será ocupada pela barragem, com cerca de 80 (oitenta) metros a montante e a Jusante do referido eixo ou de acordo com as orientações da Fiscalização em campo. Deverão ser levantadas seções transversais ao eixo, com pontos cotados a cada 20 metros, de acordo com a faixa de domínio recomendada.

Os pontos no eixo barrável deverão ser estaqueados, numerados e cotados a cada 20 metros, podendo ser implantadas estacas intermediárias indicando elementos importantes como talvegues, caminhos, afloramentos rochosos, rede elétrica, elevações e mudanças bruscas de inclinação do terreno. Deverão ser instalados marcos de concreto, localizados estrategicamente para facilitar sua futura localização, na fase de construção.

As seções de montante e jusante do eixo serão implantadas a cada 50 metros, com 100 metros de largura para cada lado do eixo ou a critério da Fiscalização. Os pontos deverão ser cotados a cada 20 metros, podendo-se diminuir este espaçamento caso o relevo exija maior nível de precisão. A escala padrão para a planta baixa é de 1:1.000 ou 1.2.000 e para os perfis é de 1:1.000 (horizontal) e de 1:100 (vertical). Escalas diferentes poderão ser adotadas quando existirem condições peculiares de comprimentos das linhas levantadas.

Esta atividade deverá examinar os aspectos de relevo: quanto à forma e as declividades.

Serão analisados também os aspectos geológicos, determinando-se os tipos de formação, o traçado da rede de drenagem e a localização de pontos de afloramentos rochosos, as fraturas, os depósitos aluvionares, as manchas de cascalhos e os solos residuais.

7.2.1.4 - Levantamento das Áreas das jazidas

As áreas de ocorrências de materiais que poderão ser utilizados na construção da barragem deverão ser locadas e levantadas planialtimétricamente. Este levantamento deverá ser amarrado à poligonal do eixo barrável através de uma linha de base auxiliar. Todos os poços escavados na investigação da jazida serão posicionados, numerados e amarrados à linha de base auxiliar através de eixos de locação. Serão confeccionados desenhos individuais em escala apropriada, com a planta baixa das áreas de jazida e um desenho geral mostrando a localização de todas as ocorrências de material, de forma a possibilitar a definição das distâncias de transporte. Os procedimentos de locação das jazidas, relativamente ao eixo barrável, poderão ser modificados, de acordo com orientação da Fiscalização.

X



7.2.2 Fase B1.1.2: Estudos Cartográficos

Os trabalhos cartográficos terão como base principal estudos já elaborados por ocasião dos projetos implantados na região. Tais estudos servirão de apoio à análise da morfologia e da geologia regional e local, da cobertura vegetal e da situação geográfica da obra. Sobre a base cartográfica será definida a localização do barramento e delimitada a área a ser formada pelo lago da barragem.

7.2.2.1. - Levantamentos Planialtimétricos

Os levantamentos planialtimétricos da área do boqueirão, sangradouro, jazidas de materiais e mais as áreas a serem ocupadas com obras complementares que exijam uma escala maior, serão realizados com base em coordenadas e em Referência de Nível do IBGE. Para a execução destas atividades serão seguidos os procedimentos descritos a seguir.

- desenhar o levantamento topográfico; mediante o lançamento em planta, dos piquetes implantados, por coordenadas. Todos os pontos lançados na minuta terão suas cotas escritas em milímetros. A partir do plano cotado, serão interpoladas as curvas de nível de metro em metro;

- elaborar o desenho final, do levantamento topográfico, abstraindo-se os pontos cotados e demais elementos que sejam desnecessários na carta final. Deverão ser entregues a prefeitura todas as memórias eletrônicas, de toda a área levantada, nas escalas compatíveis com a utilização dos mesmos e os arquivos digitais relativos a gravação dos dados dos levantamentos;

- deverão também ser indicados os programas utilizados, suas características e precisões.

Caso não sejam indicados na especificação individual de cada serviço autorizado pela Fiscalização, os erros admissíveis são:

- O erro no nivelamento geométrico não poderá ultrapassar $12,5 \times (\mathbf{K})^{(1/2)}$ (em milímetros), onde "**K**" é o comprimento do caminhamento expresso em quilômetros, sendo determinado através da poligonal de contranivelamento que será levantada após a execução da poligonal de nivelamento. Em nenhuma hipótese será aceita a execução simultânea das duas poligonais;

- A tolerância angular será de $20'' \times (\mathbf{n})^{(1/2)}$, sendo "**n**" o número de lados da poligonal;

- A planimetria também não poderá ter erro maior que $D/1.500$, onde "**D**" é o comprimento do caminhamento em metros.



7.2.2.2. - Levantamento Planialtimétrico da Bacia Hidráulica

O levantamento da bacia hidráulica deverá constar de:

- a) Amarração Planialtimétrica;
- b) Execução de Poligonal Principal;
- c) Execução de Poligonais Secundárias;
- d) Execução de Seções Transversais;
- e) Desenho.

7.2.2.2.1 - Amarração Planialtimétrica.

Deverá ser amarrado ao Sistema Básico planimétrico e altimétrico disposto na área.

As determinações planimétricas e altimétricas deverão ser executadas de modo a atenderem a finalidade a que se destinam os serviços, admitindo-se as tolerâncias indicadas na NBR 13.133.

Admitir-se-á o emprego, do método GPS (Global Positioning System) nas determinações planimétricas sem prejuízo de tolerâncias exigidas.

A monumentação na área dar-se-á por meio de barrotes de madeira de forma 10x10 cm e altura de 50 cm, devendo ficar a florado 10 cm do solo. Além deste, deverá ser implantado a uma distância mínima de 100 metros, um outro de dimensões idênticas, que servirá de orientação para a poligonal principal.

7.2.2.2.2 - Poligonal Principal.

Desenvolver-se-á amarrada por meio de pontos determinados no item anterior, através de poligonais classe IIP, no sentido longitudinal, com a colocação de barrotes de madeira, a cada 1 km e piquetes (com taxa) de dimensões 2x2x15 cm a florados 2 cm, pintados nas cores vermelha e branca e n°. identificador, a cada 50 metros.

O Transporte de cotas deverá ser executado por nivelamento classe IIN, sendo cotado o terreno natural junto a todos os barrotes e piquetes.

7.2.2.2.3 - Poligonais Secundárias

Desenvolver-se-ão partir da poligonal principal, a cada 1 km com implantação de barrotes de madeira, idênticos aos descritos anteriormente, nos vértices, formando circuitos fechados que servirá de apoio as seções topográficas.





As coordenadas serão obtidas através de poligonal classe IIP e nivelamento classe IIN.

A cada 50 metros, deverão ser implantados piquetes, sendo determinadas suas coordenadas e cota, nos que apoiarão as seções topográficas.

7.2.2.2.4 - Seções Topográficas.

Amarradas nos piquetes implantados ao longo das poligonais secundárias e espaçados de 50 metros, determinarão pontos cotados no terreno a cada 25 metros, que poderão ser nivelados trigonometricamente, se executados com auxílio de distanciômetro eletro-ótico e se taqueométricas, o nivelamento geométrico determinará a cota dos pontos no terreno.

Levantamento de acidentes notáveis, naturais, ondulações, depressões ou artificiais, tais como cercas, construções diversas será executado, concomitantemente com o das seções, por intermédio de irradiamentos, se necessários.

7.2.2.2.5 - Representação Gráfica.

Deverá ser apresentado na escala de 1:5000, no formato A-1 da ABNT, sendo o relevo representado por meio de curvas de níveis eqüidistantes de 1,00 metro e por pontos cotados, em terrenos planos, assim também como nas elevações e depressões. Esses pontos cotados deverão sempre existir quando o afastamento das curvas de nível for superior a 1 cm, na escala da planta. Deverá ser destacada a curva mestra a cada intervalo de 5,00 metros.

7.2.2.2.6 - Tolerâncias

As Tolerâncias a serem obedecidas, considerando-se o produto final em escala de 1:5000, deverão atender ao prescrito na NBR 13.133.

7.2.3 Fase B1.2 - Estudos Geológicos e Geotécnicos

Os estudos geotécnicos consistirão basicamente da caracterização do subsolo nos locais da barragem, da localização e investigação detalhada das ocorrências dos materiais naturais a serem empregados na construção da barragem e das obras complementares, através de observações diretas (poços a pá e picareta, sondagens do local da obra) e de ensaios laboratoriais sobre amostras colhidas durante as investigações. Estas atividades se

desenvolverão de acordo com plano previamente elaborado e submetido à aprovação da Fiscalização.

7.2.3.1 - Estudos Geológicos

A partir de dados bibliográficos, e dos estudos já existentes, deverá ser elaborada uma descrição da geologia de toda a área de interesse, visando a determinação das características que interessem ao projeto. Com relação ao item geologia, sugere-se que o mesmo seja dividido em dois subitens: geologia regional e geologia local, os quais serão posteriormente complementados por um levantamento geológico de superfície, no campo. A geologia regional conterá uma breve descrição das principais feições geológicas da região. Já a geologia local devesse descrever, com mais detalhes, todos os aspectos geológicos do local da barragem, da bacia hidráulica e do vertedouro, com base em mapas e em textos disponíveis.

Complementando os estudos, deverá ser feito o levantamento de superfície da área da bacia hidráulica' do açude, ou mesmo de seu exterior, como por exemplo, os afloramentos rochosos que tenham interesse para a construção. Serão também apontadas falhas, fraturas, fendas ou outras descontinuidades de origem tectônica, capeamentos de solos de alteração e depósitos aluvionares, procurando-se sempre relacionar estes elementos com a obra a ser construída. No caso de barragens, os aspectos mais importantes a serem focalizados nas investigações são: a resistência e a permeabilidade da fundação do maciço, a erodibilidade da rocha no local do vertedor, ou no próprio vale, no caso de barragem vertedora e a disponibilidade em geral de materiais de construção. Estas informações deverão orientar a elaboração do plano de investigação geotécnica e ajudar na interpretação de seus resultados, indispensáveis ao desenvolvimento do projeto da barragem.

7.2.3.2. - Complementação dos Estudos Geotécnicos

Os trabalhos geotécnicos deverão observar alguns procedimentos, conforme se indica a seguir: As sondagens geotécnicas deverão fornecer os elementos para a elaboração dos perfis geológico-geotécnicos representativos, contendo a descrição dos materiais das diferentes camadas, as resistências à penetração e outras informações que possam interessar na interpretação das características das camadas do subsolo, bem como quaisquer anomalias observadas no decorrer das perfurações, tais como perda d'água de circulação, desmoronamento de paredes, etc.

As sondagens a percussão serão efetuadas com circulação d'água e cravação de tubos de revestimento de 2 1/2" de diâmetro interno,





determinando-se a cada metro de profundidade a resistência à penetração das camadas de solos perfuradas. Durante os serviços, a cada 2 ou 3 metros de penetração, deverão ser realizados ensaios de infiltração "*Le Franc*", cujos resultados serão apresentados em planilha, contendo os coeficientes de permeabilidade para os materiais encontrados no boqueirão. A sondagem deverá prosseguir até ser atingido o impenetrável. A Fiscalização, no decorrer dos serviços, poderá modificar esses critérios de acordo com a resistência à penetração do amostrador nas camadas perfuradas.

As sondagens rotativas serão efetuadas com diâmetro NX e terão como objetivo a obtenção de testemunhos, que permitam a identificação das características e descontinuidades do maciço rochoso e a realização, no interior das perfurações de ensaios de perdas d'água (*Lugeon*), para identificação de eventuais fendas e falhas.

Das sondagens realizadas a percussão e rotativa e através de poços a pá e picareta, serão colhidas amostras para realização de ensaios geotécnicos de laboratório, de acordo com o plano de investigação.

As planilhas e gráficos para apresentação dos resultados das sondagens e dos ensaios deverão ser previamente submetidos à aprovação da Fiscalização. As alterações no plano de sondagens tais como a inclusão ou supressão de pontos de sondagens e de ensaios, ou mudança nos procedimentos, deverão ser previamente autorizadas pela Fiscalização, no transcorrer dos trabalhos.

Os perfis de sondagens do subsolo deverão indicar os resultados dos ensaios de absorção e as profundidades de mudança de camadas e do nível d'água, os resultados dos ensaios de penetração dinâmica (*SPT - Standard Penetration Test*) e os resultados dos ensaios perda d'água e as profundidades de mudança de camadas.

A Prefeitura, através da Comissão de Fiscalização, controlará a quantidade e a qualidade das informações obtidas nas investigações geológicas e geotécnicas, de modo que estas informações sejam suficientes para uma completa e correta interpretação das condições das fundações. Para os trabalhos de geotecnia recomenda-se que sejam seguidas, rigorosamente, as normas vigentes.

7.2.3.3 - Estudo dos Materiais Construtivos

As ocorrências de materiais serão determinadas inicialmente por um reconhecimento de toda a área em volta do barramento, procurando localizar jazidas disponíveis. Identificadas estas possíveis fontes de materiais elas serão preliminarmente selecionadas para investigação, levando em consideração a qualidade, o volume do material, as condições de exploração e as distâncias de transporte. A investigação, propriamente dita se fará por



meio de sondagens a trado ou pá e picareta, formando uma malha quadrada de no máximo 100 metros de lado. Caso seja necessário, serão usadas sondagens rotativas para determinação das potencialidades e características das pedreiras.

As jazidas deverão ter capacidade para fornecer material adequado à construção num volume 50% acima do previsto para utilização. A apresentação deste serviço deve conter uma descrição completa do reconhecimento, da localização, da investigação de campo das jazidas, bem como dos procedimentos dos ensaios de campo e de laboratório com a citação das normas técnicas seguidas. Para cada ocorrência devem ser preparados quadros resumos com quantitativos e resultados dos ensaios, como também comentários sobre a previsão de comportamento dos materiais. Deverão ser apresentadas:

- Planta geral das ocorrências com poligonal de locação das jazidas de solo relativamente ao eixo da barragem;
- Plantas individuais das ocorrências;
- Espessuras das camadas de expurgo e de material aproveitável de cada poço, individualmente, nas jazidas de solo;
- Espessuras das camadas de expurgo de cada poço, individualmente, nas pedreiras;
- Descrição do atual uso da área ser explorada, vegetação ou cultura, e o nome do proprietário;
- Tabelas com resultado das sondagens e dos ensaios;
- Os ensaios de laboratório a serem executados em Solos areno-argilosos
- Limites de Atterberg;
- Umidade Natural;
- Peso Específico Natural;
- Granulometria (com ou sem sedimentação);
- Compactação Proctor Normal;
- Permeabilidade;
- Ensaio de Adensamento;

Os materiais arenosos serão submetidos aos seguintes ensaios:

- Umidade Natural;
- Peso Específico Natural;

~~X~~



- Granulometria.

Os materiais pétreos serão submetidos ao ensaio de Abrasão *Los Angeles* e ensaios Álcali-Agregado e a determinação do Peso Específico Máximo e Mínimo.

7.2.4 Fase B1.3: Estudos Hidrológicos

Este segmento deverá descrever os aspectos físicos da bacia hidrográfica que em última análise dão origem aos escoamentos, com os quais a barragem será dimensionada.

a) Solos e Cobertura Vegetal

Em condições naturais, a vegetação constitui-se um efeito das ações do clima local e dos solos. Como causa, a vegetação exerce fundamental papel na formação dos regimes fluviais e no processo de erosão. Desta forma, a análise do tipo de vegetação das bacias hidrográficas dos açudes, em estudo, tem por objetivos: fornecer elementos aos estudos ambientais; fornecer elementos aos estudos de cheias; fornecer elementos para avaliar os riscos de erosão na bacia hidrográfica e o assoreamento no reservatório. O produto deste item deve incluir:

- mapa de vegetação da bacia hidrográfica;
- mapa de uso e ocupação do solo;
- texto com descrição da vegetação e usos do solo.

Como elementos básicos poderão ser utilizadas as imagens de sensoriamento remoto de passagens recentes de satélites.

b) Geologia e Morfologia

A descrição da geologia da bacia hidrográfica poderá ser feita a partir de compilação de trabalhos anteriores, devendo ser apresentada de forma sucinta, considerando-se que o objetivo é fornecer elementos para avaliar a capacidade da bacia de produzir deflúvios, e a capacidade de erosão com vistas ao estudo de assoreamento.

A morfologia deverá apresentar também resumidamente, as principais formas existentes na bacia, como: terraços aluviais, morros, serras, planaltos, etc. A presença de erosão indica potencialidades de assoreamento do reservatório e deve ser analisada. Além da análise descritiva, a consultora deverá apresentar, também, grandezas morfométricas, tais como: coeficiente de compacidade, fator de forma, curva



hipsométrica da bacia, desde as nascentes até o local do barramento, declividades e declividade de álveo.

c) Sistema de Drenagem e Presença de Açudes

A bacia do açude, como a grande maioria das bacias cristalinas do Nordeste, é ocupada por reservatórios de portes variados. Estes reservatórios podem exercer uma marcante influência na formação de deflúvios no exutório da bacia. Dessa forma, a Consultora apresentará a identificação do sistema de drenagem com classificação dos cursos de água segundo os métodos mais usuais. O estudo deve conter:

Carta com os açudes de superfícies superiores a cinco hectares. Não será necessário trabalho de campo, visto que os estudos de identificação da pequena açudagem têm sido procedidos no âmbito de muitos trabalhos elaborados sobre as grandes bacias hidrográficas da região.

Avaliação dos volumes dos reservatórios de montante identificados através de dados de correlação contidos nos Planos Estaduais de Recursos Hídricos.

d) Caracterização Climática da Bacia Hidrográfica

Este segmento tem por objetivo realizar uma descrição sucinta da climatologia regional e prover elementos para o desenvolvimento dos estudos ambientais. Os estudos deverão abordar os seguintes pontos:

- Regime térmico;
- Regime de insolação;
- Regime de umidade relativa;
- Regime de Ventos: direções predominantes, e velocidades médias mensais ao longo do ano
- Evaporação em Tanque A;
- Regime pluvial: descritos por valores mensais e anuais;
- Evapotranspiração potencial;
- Análise de homogeneidade climática da área.

Todos os dados utilizados devem fazer referências às fontes e aos períodos de observação. No caso de dados compilados em publicações, estas devem ser referenciadas segundo as normas ABNT. No caso de dados



obtidos em meios magnéticos, as referências devem indicar a instituição responsável pela informação e o nome do banco de dados respectivo.

O Relatório deve conter:

- mapas de localização das estações climatológicas e pluviométricas utilizadas nos estudos;
- descrições das grandezas climáticas em termos anuais e mensais;
- classificação climática de Köppen.

Em termos espaciais, a área de abrangência do estudo será a bacia hidrográfica. Sempre que a quantidade de informações permitir, uma análise espacial dos fenômenos climáticos deve ser apresentada em termos de isolinhas.

e) Regime Pluviométrico da Bacia Hidrográfica

Neste item será apresentada a descrição do regime de chuvas médias na bacia hidrográfica do açude. Deverão ser avaliadas as chuvas médias mensais a partir de dados compilados dos postos pluviométricos da bacia e dos pontos vizinhos. Para todos os anos com dados disponíveis, a Consultora deverá estimar através de isoietas ou polígono de Thiessen o total precipitado na bacia hidrográfica. A partir destes totais será formada uma série histórica das precipitações mensais ocorridas na bacia. Os resultados devem ser apresentados em formas de tabelas com parâmetros estatísticos, gráficos e mapas de isoietas.

f) O Regime Fluvial e o Dimensionamento do Reservatório

Neste item serão desenvolvidos estudos visando definir o tamanho do reservatório, a sua capacidade de regularização e as dimensões da obra de tomada d'água, a partir de critérios de eficiência hidráulica e otimização de custos globais.

g) Regime Fluvial Médio

A partir dos dados colhidos na fase A, deverá ser realizada a sistematização dos mesmos, procedendo-se o desenvolvimento de alternativas com vistas à determinação da capacidade total de armazenamento do reservatório.

~~X~~



A geração de alternativas, nesse sentido, deverá exigir a formação de subsídios técnicos e econômicos derivados dos condicionantes físico-climáticos da região, cujas influências serão avaliadas com mais segurança a partir da apresentação de gráficos e de tabelas mostrando as seguintes relações:

- Volume regularizado com 90% de garantia anual versus capacidade do açude;
- Análise da taxa de variação da vazão regularizada versus variação da capacidade de acumulação do reservatório;
- Custo atualizado do volume regularizado anual (R\$/1000 m³) versus capacidade do açude. A estimativa dos volumes regularizados deverá ser feita segundo duas diferentes abordagens:
- Utilizando-se o método de simulação com os dados da série histórica, ensaia-se o reservatório para várias condições iniciais;
- Utilizando-se o método de simulação para séries sintéticas que permitam estimar o volume em estado de equilíbrio independente das condições iniciais.

7.2.4.1 - Metodologia para a determinação dos volumes regularizados

Das metodologias existentes, utilizáveis na obtenção dessas relações, recomenda-se a aplicação do Diagrama Triangular de Regularização¹, a partir da caracterização do regime hidrológico, através:

- da média e do coeficiente de variação dos deflúvios médios anuais;
- dos valores médios mensais da evaporação;
- dos valores médios mensais da pluviosidade;
- das tabelas Cota x Área x Volume.

Simulação do Reservatório através do método do balanço hídrico, a partir da obtenção de séries fluviométricas afluentes mensais, dos dados de evaporação e de precipitações mensais sobre a bacia hidráulica e da curva Cota x Área x Volume do mesmo.

A obtenção de séries fluviométricas será feita através de:

- Séries observadas no local do boqueirão;

¹ CAMPOS, J. N. B. REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES EM RIOS INTERMITENTES, 1990.



- Em outros pontos do mesmo rio ou em bacias hidrográficas vizinhas, de características hidrológicas semelhantes;
- Transformação de chuvas e deflúvios através de modelagem hidrológica.

Para a geração de séries fluviométricas pode ser utilizado o modelo chuva-deflúvio MODHAC. O emprego das referidas metodologias deverá observar, caso necessário, as seguintes exigências:

- Seleção correta dos postos hidrometeorológicos por suas representatividades, com relação à área de estudo e aos resultados da análise de consistência dos dados;
- Uso de valores já considerados em regiões similares do ponto de vista climático, no caso da utilização de modelos chuva-deflúvio, para os dados de evapotranspiração;
- Evaporação do lago estimada através de uma correlação entre a evaporação do tanque A e a evaporação em corpos de águas através de um fator de tanque devidamente justificado;
- Consideração das influências das barragens de montante no processo de simulação, através da incorporação dos volumes sangrados às séries de vazões de entrada, considerando-se os volumes regularizados que serão consumidos no percurso.

7.2.4.2. - Dimensionamento do Vertedouro²

a) - Estudo das Cheias

Os eventos extremos na bacia deverão ser estudados para os períodos de retorno de 10.000 anos. A cheia milenar deverá ser utilizada na determinação da lâmina, de sangria; enquanto que a cheia decamilenar deverá contribuir na determinação da revanche da barragem, no sentido de que a sua lâmina correspondente deverá ficar no máximo a 50 cm da cota do coroamento. O estudo de cheias deverá ser desenvolvido por dois diferentes procedimentos:

- pela utilização da série histórica de vazões diárias no eixo barrável, com aplicação de métodos estatísticos;
- pela utilização de modelos chuva-deflúvio de um evento;
- É recomendável que sejam analisadas em campo, as marcas históricas para as grandes cheias e, a partir destas marcas seja feita uma avaliação das cheias máximas registradas.

² CAMPOS, J. N. B. REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES EM RIOS INTERMITENTES, 1990.

X



b) - Estudo das Chuvas Intensas

O estudo das chuvas intensas na bacia deverá ser desenvolvido utilizando-se o método das iso-zonas de Torga Torrice. Caso haja disponibilidade de dados pluviométricos, a consultora deverá selecionar três ou mais postos pluviométricos para representar o regime de chuvas na bacia e realizar estudos referentes a estes postos. Para os três postos selecionados serão realizadas as análises das séries de precipitações máximas diárias consistindo de:

- Análise de consistência e homogeneização;
- Procedimentos estatísticos para o ajuste a uma distribuição de probabilidade de valores extremos, como por exemplo: a log-normal, a gama, a Gumbel. Deve ser aplicado o teste de aderência qui-quadrado para um nível de confiabilidade de 95%.
- Para cada período de retorno a chuva de projeto será selecionada a maior entre as obtidas para as estações escolhidas.

c) - Determinação do Tempo de Concentração da Bacia

O tempo de concentração da bacia hidrográfica será, preferencialmente, determinado através de estimativas do tempo de viagem de uma gota de chuva que se precipite no ponto mais distante (medido em tempo) da bacia. O trajeto pode ser dividido em duas partes: o escoamento superficial difuso (overland flow), que se dá antes da gotícula atingir o primeiro talvegue; e o escoamento em canais que se dá nos talvegues, rios e riachos.

O escoamento superficial difuso pode ser assimilado ao escoamento em um canal retangular muito largo. Pode-se aplicar a fórmula de Manning com um coeficiente CN^3 em substituição ao tradicional N .

O uso de fórmulas empíricas, como a *California Highways and Public Roads*, também é aceito somente como elemento de referência não dispensando uma avaliação do tempo de viagem das águas. Nesses casos, alguns cuidados devem ser tomados, tais como:

- a correta seleção de declividades médias que devem refletir mais uma média hidráulica, no sentido de reproduzir a velocidade média de escoamento;
- a checagem do valor da velocidade média de escoamento admitindo o tempo de escoamento igual ao tempo de concentração da fórmula.

³ US Army Corps of Engineers, HEC1 Flood Hydrograph Package, 1990.