

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**

PROJETO EXECUTIVO DE AMPLIAÇÃO  
DO AÇUDE CHILE

RELATÓRIO DOS ESTUDOS PRELIMINARES

**PIVOT**

projeto de Irrigação consultoria eAssessoria LTDA

**FORTALEZA- CE**  
**Junho DE 1999**



# GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

## SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

### PROJETO EXECUTIVO DE AMPLIAÇÃO DO AÇUDE CHILE

### RELATÓRIO DE ESTUDOS PRELIMINARES

Lote 02492 - Proj (A) Scan ( ) Index ( )  
Projeto Nº 0238  
Volume /  
Qtd A4 \_\_\_\_\_ Qtd A3 \_\_\_\_\_  
Qtd A2 \_\_\_\_\_ Qtd A1 \_\_\_\_\_  
Qtd A0 \_\_\_\_\_ Outros \_\_\_\_\_

JUNHO/1999

**PIVOT** PROJETOS DE IRRIGAÇÃO  
CONSULTORIA E ASSESSORIA LTDA.

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**

**PROJETO EXECUTIVO DE AMPLIAÇÃO DO AÇUDE CHILE**

**RELATÓRIO DE ESTUDOS PRELIMINARES**

**JUNHO/99**

**ÍNDICE**

<b>1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO AO LOCAL DA BARRAGEM.....</b>	<b>5</b>
<b>3 - PLANEJAMENTO DOS ESTUDOS BÁSICOS .....</b>	<b>9</b>
3.1 - ESTUDOS TOPOGRAFICOS	10
3.1.1 - Levantamento do Eixo Barrável, Sangradouro e Áreas de Empréstimos .....	10
3.1.2 - Levantamento Planialtimétrico da Bacia Hidráulica .....	11
3.1.3 - Transporte de Referência de Nível.....	11
3.2 - PLANO DE INVESTIGAÇÃO GEOTECNICA	12
3.2.1 - Eixo Barrável e Sangradouro.....	12
3.2.2 - Áreas de Empréstimo (Materiais terrosos, arenosos e pétreos).....	14
3.3 - ESTUDOS HIDROLOGICOS	14
3.3.1 - Caracterização da Bacia.....	14
3.3.2 - Dimensionamento do Reservatório .....	14
3.3.3 - Dimensionamento do Vertedouro .....	15
3.4 - LEVANTAMENTO CADASTRAL	15
<b>4 - ANEXOS .....</b>	<b>16</b>
4.1 - RESENHA FOTOGRAFICA	17
4.2 - PLANTA	23

**1 - INTRODUÇÃO**

Como pode-se observar e constatar em alguns documentos de programa do Governo do Estado, todas as bacias hidrográficas do Ceará possuem barragens que controlam, em percentuais variados, suas áreas drenadas, o que não impede que a quase totalidade de suas águas corram livremente para o mar

Apesar das obras hídricas existentes, a distribuição dos recursos hídricos no estado é irregular com a presença dos chamados “vazios hídricos”, onde a acumulação interanual de água é escassa, ou mesmo inexistente

Preencher esses “vazios hídricos” tem sido o fator que norteia a política estadual de recursos hídricos do governo, através do desenvolvimento sustentável de vários programas para aumentar a oferta de água

E neste contexto que a Secretaria dos Recursos Hídricos resolveu proceder estudos para ampliação da barragem Chile

Este relatório de **Estudos Preliminares** faz parte das exigências contidas nos termos de referências ao Contrato Nº 50/98, celebrado entre a **Secretaria dos Recursos Hídricos-SRH e a PIVOT - Projetos de Irrigação Consultoria e Assessoria Ltda**, cujo objeto é a elaboração do Estudo e Projeto de Ampliação do Açude Chile, localizado no município de Ibicuitinga-Ce

## **2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO AO LOCAL DA BARRAGEM**

A Barragem Chile, localizada no município de Ibicuitinga, represará o Rio Palhano em um local que dista aproximadamente 28 km da sede municipal e cerca de 32 Km da cidade de Morada Nova

O acesso ao local, pode ser feito, partindo de Fortaleza, pela rodovia BR-116 ate a localidade de Cristais, onde, a partir daí, pela CE - 119 em direção a Morada Nova chega-se ao povoado de Água Fria, e seguindo a partir daí, em estrada carroçavel, apos percorrer cerca de 8 Km chega-se ao povoado do Chile e ao local da barragem, conforme pode-se visualizar no Mapa da Figura 1

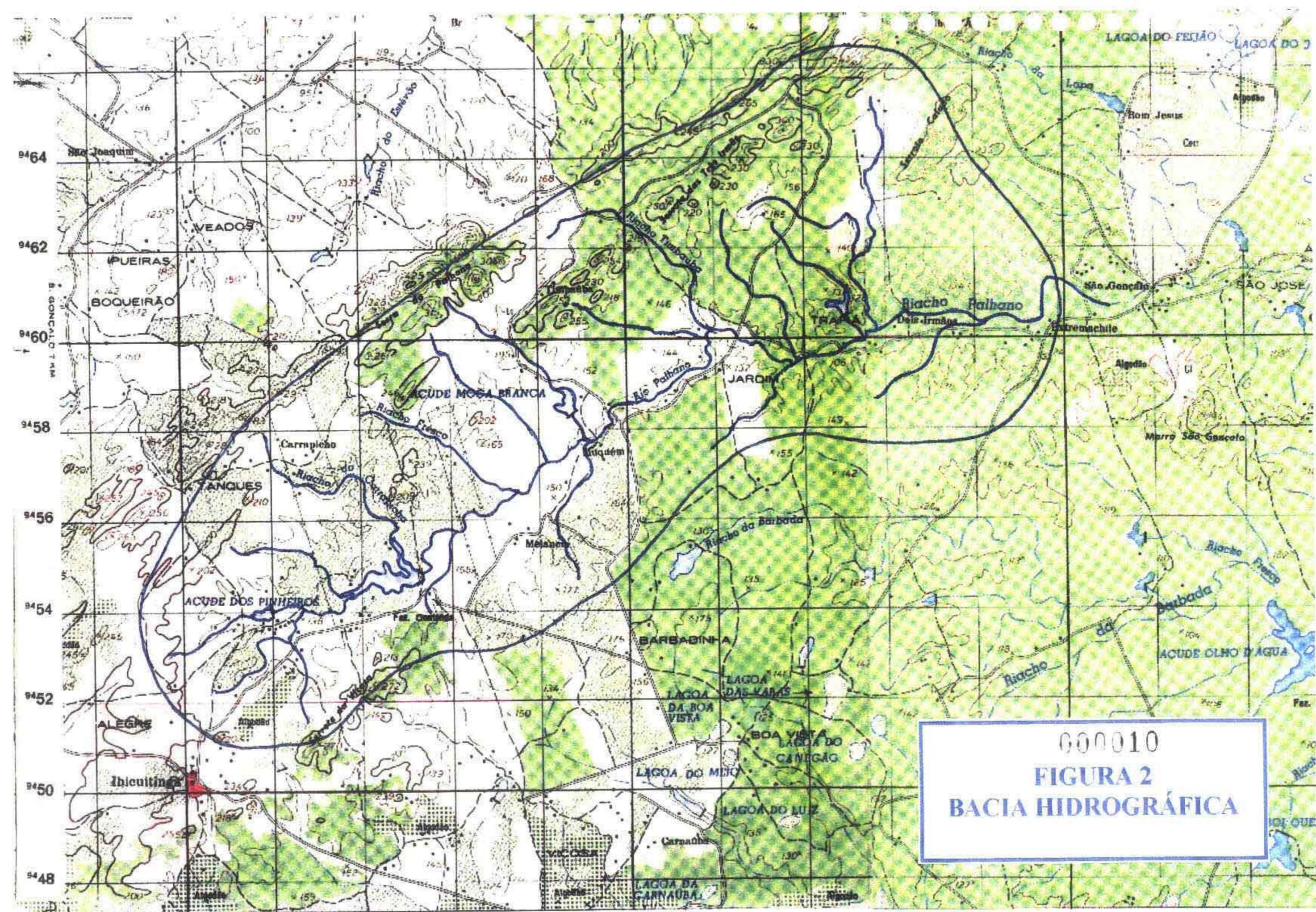
O eixo da barragem está definido topograficamente pelas seguintes coordenadas em UTM

Norte = 9 461 200 e

Oeste = 559 900

A sua bacia hidrografica abrange uma area de aproximadamente 145 km<sup>2</sup> e foi obtida diretamente da carta planialtimetrica da SUDENE escala 1 100 000, conforme Figura 2





000010  
FIGURA 2  
BACIA HIDROGRÁFICA

**3 - PLANEJAMENTO DOS ESTUDOS BÁSICOS**

Todos os estudos necessarios a elaboração do Projeto Executivo de Ampliação da Barragem Chile foram subdivididos em quatro topicos principais - Estudos Topográficos, Geologico-Geotecnicos, Hidrologicos e Levantamento Cadastral Estes estudos serão apresentados sob a forma de relatório específico e foram planejados conforme descritos a seguir

### **3.1 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS**

Os estudos topográficos associados a ampliação da Barragem Chile ja foram iniciados e envolvem levantamentos do eixo barrável, do sangradouro e das faixas de dominio, na bacia hidraulica, nas areas do canal de restituição, no trecho da calha do rio imediatamente a jusante da barragem e nas áreas de empréstimo de materiais de construção

Os trabalhos foram inicialmente programados tomando-se como referência a cartografia existente (Carta da SUDENE na escala 1 100 000)

Com base neste mapeamento, e a partir do reconhecimento da area, foi planejado todo o serviço de campo, que está sendo realizado com base nos métodos da topografia clássica

#### **3.1.1 - Levantamento do Eixo Barrável, Sangradouro e Áreas de Empréstimos**

O levantamento do eixo barravel, com extensão de 1 100 metros, foi iniciado na estaca zero do marco 1, situado na ombreira direita, estendendo-se até a estaca 55 do marco 2, na ombreira esquerda Foi executado a cada 20m numa faixa de 100m a jusante A montante sera feito, posteriormente, uma batimetria Foram utilizados piquetes intermediarios nas mudanças de declividade nos barrancos dos leito e braço do Rio Palhano

O sangradouro, ja existente, situa-se nas faixas do leito e braço do Rio Palhano e, portanto, dentro da faixa do levantamento do eixo barrável

As jazidas ainda estão sendo identificadas e estudadas e deverão ter suas localizações geometricamente amarradas ao eixo da barragem e apresentadas em planta

Para o levantamento do eixo barrável e áreas de empréstimo foram utilizados os seguintes instrumentos

- Teodolito Wild T1A, com precisão de 20", lendo 5".
- Trena *fiberglass*, aferida.
- Balizadas de orientação no eixo.
- Piquetes confeccionados com madeira da região, com mais ou menos 5cm de diâmetro e 10 a 15cm de comprimento, utilizados com a finalidade de materializar todos os pontos levantados.
- Estacas testemunhas dos piquetes, também em madeira da região, apresentando 4cm de diâmetro 30 a 45cm de comprimento, com uso de tinta cor vermelha para indicação do ponto implantado
- As cotas do levantamento planialtimétrico apresentadas neste relatório são arbitrárias. Posteriormente, será feito o transporte de cotas e coordenadas a partir de um marco localizado na Fazenda São Gonçalo, próximo do local da barragem

Os equipamentos utilizados durante os nivelamentos foram os seguintes

- 2 niveis modelo NA-2, marca WILD,
- 3 reguas de mira de alumínio (tipo encaixe), marca MIRATEC,

### **3.1.2 - Levantamento Planialtimétrico da Bacia Hidráulica**

Para o levantamento planialtimétrico da bacia hidráulica, será implantada uma linha de base, estaqueada e seccionada a cada 100 metros, com piquetes intermediários a cada acidente de importância como talvegues de riachos, estradas, mudanças de declividade, etc. A seção transversal será piquetada e levantada a cada 50 metros, estabelecendo-se assim uma malha planialtimétrica de 100 x 50m, que permitira o traçado de curvas de niveis a cada metro. A escala padrão do desenho será 1:5 000.

As seções tiveram a direção perpendicular a linha de base, exceto nos casos em que a forma recomendar outra direção.

### **3.1.3 - Transporte de Referência de Nível**

O transporte de referência de nível será feito posteriormente a partir de um marco topográfico localizado na Fazenda São Gonçalo. As coordenadas e cotas deste marco foram transportadas por uma

equipe do Curso de Pos-Graduação em Engenharia Civil - Área de Concentração Recursos Hídricos da Universidade Federal do Ceará que desenvolve pesquisa na área

### **3.2 - PLANO DE INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA**

Tendo em vista a concepção, desenvolvimento e detalhamento do Projeto Executivo de Ampliação da Barragem Chile foi previsto um plano de investigação

O objetivo principal da investigação geotécnica do eixo barrável, será definir as condições de resistência e permeabilidade dos materiais do aterro e fundação da barragem existente, visando projetar com segurança o alteamento da barragem

#### **3.2.1 - Eixo Barrável e Sangradouro**

Para execução do plano de investigação geotécnica referente ao eixo barrável e sangradouro, estão previstas sondagens a percussão prosseguidas por rotativa no eixo do maciço e a 60m a jusante deste, em duas seções da barragem

Para o sangradouro será executada uma sondagem rotativa para verificar o grau de alteração da rocha no local. Outras sondagens rotativas foram previstas no eixo, conforme o QUADRO DE SONDAgens mostrado a seguir, na tentativa de fazer um reconhecimento no grau de fraturamento do substrato rochoso da área de fundação

As investigações deverão ser complementadas através de sondagens a pá e picareta, prosseguidas por trado, de forma a reunir maiores informações para melhor caracterização do perfil geotécnico do eixo barrado

O mapa com a localização dos pontos de sondagens é mostrado em planta anexo

Nas sondagens mistas (SM) serão executados ensaios de infiltração "in situ" LE FRANC no trecho a percussão, prosseguindo de 3 a 6 metros da rocha, conforme o local, por rotativa  $\phi$  BX com ensaio de perda d'água LUGEON

**QUADRO DE SONDAGENS**

<b>SONDAGEM</b>	<b>TIPO</b>	<b>LOCAL</b>	<b>ESTACA Nº</b>	<b>PROF. (m)</b>
SM-1	MISTA	EIXO	7	PERC = 7m
				ROTAT = 5m
SM - 2	MISTA	EIXO	12	PERC = 15m
				ROTAT = 6m
SM - 3	MISTA	EIXO	16	PERC = 15m
				ROTAT = 6m
SP - 1	PERCUSSÃO	JUS 20m EIXO	12	5
SP - 2	PERCUSSÃO	JUS 20m EIXO	16	5
SR - 1	ROTATIVA	EIXO	19	3
SR - 2	ROTATIVA	EIXO	28	3
SR - 3	ROTATIVA	EIXO	35	3
SR - 4	ROTATIVA	EIXO	45	4
TOTAL				
PERCUSSÃO				47
ROTATIVA				29

**SONDAGENS A PÁ E PICARETA**

<b>SSP</b>	<b>ESTACA</b>	<b>PROF. (m)</b>
SPP - 1	2	2,50
SPP - 2	4	2,50
SPP - 3	22	2,50
SPP - 4	24	2,50
SPP - 5	26	2,50
SPP - 6	38	2,50
SPP - 7	40	2,50
SPP - 8	42	2,50
SPP - 9	44	2,50
SPP - 10	48	2,50
SPP - 11	50	2,50
SPP - 12	52	2,50
S T		20

### 3.2.2 - Áreas de Empréstimo (Materiais terrosos, arenosos e pétreos)

No momento estão sendo pesquisadas e delimitadas as jazidas dos materiais. As áreas escolhidas deverão ser sondadas e ensaiadas conforme especificação nos termos de referência.

## 3.3 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os Estudos Hidrológicos terão como objetivo empregar metodologias que permitam o conhecimento dos fenômenos hidroclimatológicos da região de forma tal que permitam projetar o comportamento da bacia frente as variações hidrológicas da mesma e forneçam os elementos necessários para o dimensionamento hidráulico da ampliação do reservatório.

### 3.3.1 - Caracterização da Bacia

Para caracterização da bacia do açude Chile serão considerados todos os fatores que interferem direta ou indiretamente no ciclo hidrológico da mesma, quais sejam climatologia, vegetação, pedologia, geomorfologia, índices físicos, etc.

### 3.3.2 - Dimensionamento do Reservatório

O objetivo deste item é definir o tamanho do reservatório, sua capacidade de regularização e o dimensionamento das obras de tomada d'água e sangradouro. Para isto será estudado o regime médio da bacia a partir da coleta de dados fluviométricos e/ou pluviométricos da mesma ou de bacias hidrologicamente semelhantes.

No dimensionamento do reservatório serão considerados o volume anual regularizado com 90% de garantia versus a capacidade do açude, a taxa de variação da vazão regularizada versus capacidade de acumulação do reservatório e o custo do volume anual regularizado versus capacidade açude. Para isto será empregada a metodologia do Diagrama Triangular de Regularização do Prof. Nilson Campos<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Campos, N. Dimensionamento de Reservatórios – O método do Diagrama Triangular de Regularização, 1996. Edições UFC, pp. 52.

### 3.3.3 - Dimensionamento do Vertedouro

No dimensionamento do vertedouro sera considerado no estudo das cheias os eventos extremos para periodo de retorno de 1 000 anos e 10 000 anos. A cheia milenar será utilizada na determinação da lâmina de sangria, enquanto que a decamilenar sera utilizada na determinação da revanche da barragem, de tal forma que a lâmina correspondente não ultrapasse a cota do coroamento.

Nos estudos das chuvas intensas sera obedecida integralmente a metodologia proposta no Termo de Referência, qual seja:

Determinar-se-a o tempo de concentração da bacia por fórmulas empíricas como o do "California Highways and Public Roads" ou a de Manning substituindo o valor de N pelo CN (Curva Number). Em seguida será calculada a chuva efetiva pelo método da Curva-Número do Soil Conservation Service (SCS).

Na determinação do hidrograma unitário (HU) será usado o hidrograma unitário curvilinear do SCS ou o HU triangular também do SCS.

Para a determinação do amortecimento da cheia pelo açude será utilizado o método de Pulls ou Pulls modificado.

Caso seja necessario sera utilizado modelos computacionais que atendam aos aspectos metodológicos acima descritos.

### 3.4 - LEVANTAMENTO CADASTRAL

O levantamento cadastral sera feito na faixa de terra circunscrita na area de proteção do lago. Esta faixa será de no minimo 100m acima da cota sangria do açude e será materializada por uma poligonal de contorno através de topografia convencional.

Na identificação dos imóveis serão considerados todos aqueles contidos total ou parcialmente na poligonal. Os ocupantes dos imóveis serão cadastrado e classificados em fichas cadastrais, cujo modelo sera fornecido pelo SRH.

Na caracterização da terra serão considerados os tipos de solos, bem como todas as benfeitorias nela existente.

**4 - ANEXOS**

000018

**4.1 - RESENHA FOTOGRÁFICA**



**Vista do maciço a partir da ombreira direita**



**Vista da barragem a partir da ombreira esquerda**



**Vista geral do lago e maciço a partir da ombreira direita**



**Vista do lago e talude de montante**



**Ao fundo vista parcial do lago e canal de aproximação do sangradouro**



**Sangradouro vista de montante para jusante**



**Afloramento rochoso no sangradouro a jusante do eixo da barragem**



**Afloramento rochoso no sangradouro a montante do eixo da barragem**



**Tomada D'água**



**Tomada D'água – Vista Parcial**

**4.2 - PLANTA**

000025