

**MÓDULO III**

**PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM TRAIRI**

**VOLUME 1 – ESTUDOS BÁSICOS**

**TOMO 4 – ESTUDOS TOPOGRÁFICOS**

Rev.	Data	Descrição	Por	Ver.	Apr.	Aut.
00	Jun/01	Apresentação – Edição Preliminar	CONSÓRCIO	FAL/EVO	NKT	NKT
a	Ago/01	Conforme comentários SRH	CONSÓRCIO	FAL/EVO/TAC	NKT	NKT
b	Jan/02	Apresentação - Edição Definitiva	CONSÓRCIO	TAD	NKT	NKT

## ÍNDICE

## ÍNDICE

<a href="#"><u>APRESENTAÇÃO</u></a> .....	4
<a href="#"><u>1 - INTRODUÇÃO</u></a> .....	7
<a href="#"><u>2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO</u></a> .....	9
<a href="#"><u>3 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS</u></a> .....	12
<a href="#"><u>3.1 - TRABALHOS CARTOGRÁFICOS</u></a> .....	13
<a href="#"><u>3.2 - TRANSPORTES DE COORDENADAS</u></a> .....	13
<a href="#"><u>3.3 - TRANSPORTES DE COTAS</u></a> .....	14
<a href="#"><u>3.4 - LEVANTAMENTO DO EIXO BARRÁVEL E SANGRADOURO</u></a> .....	14
<a href="#"><u>3.5 - LEVANTAMENTO DA BACIA HIDRÁULICA</u></a> .....	15
<a href="#"><u>3.5.1 - Cobertura Aerofotogramétrica</u></a> .....	15
<a href="#"><u>3.5.2 - Mapeamento Planialtimétrico</u></a> .....	16
<a href="#"><u>3.6 - LEVANTAMENTO DOS EMPRÉSTIMOS</u></a> .....	17
<a href="#"><u>3.6.1 - Jazida</u></a> .....	17
<a href="#"><u>3.6.2 - Areal</u></a> .....	17
<a href="#"><u>3.6.3 - Pedreira</u></a> .....	17
<a href="#"><u>3.7 - SÍNTESE DO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO</u></a> .....	18
<a href="#"><u>4 - ANEXOS</u></a> .....	19

## APRESENTAÇÃO

## APRESENTAÇÃO

Os serviços executados pelo Consórcio JP ENGENHARIA – AGUASOLOS – ESC/TE, no âmbito do Contrato nº 005/PROGERIRH-PILOTO/CE/SRH/2001, assinado em 22/03/2001 com a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE), tem como objeto a Elaboração dos Estudos de Viabilidade Técnica, Ambientais e Econômicas, EIAS-RIMAS, Projetos Executivos, Levantamentos Cadastrais e Planos de Reassentamentos de Populações, Manuais de Operação e Manutenção e Avaliações Financeira e Econômica, referentes às Barragens GAMELEIRA, TRAIRI, JENIPAPEIRO, MARANGUAPE I e MARANGUAPE II e Aduadoras de ITAPIPOCA, TRAIRI, IPAUMIRIM/BAIXIO/UMARI e MARANGUAPE/SAPUPARA/URUCARÁ/LADEIRA GRANDE.

Os estudos desenvolvidos, em atendimento aos Termos de Referência, são constituídos por atividades multidisciplinares que permitem a elaboração de relatórios específicos organizados em Módulos, Volumes e Tomos. As partes e tomos que compõem o acervo do contrato são os apresentados na seqüência:

### Módulo I – Estudos de Alternativas de Localização das Barragens e Aduadoras

VOLUME I – Estudo de Alternativas e Opções para a Localização dos Eixos Barráveis e Aduadoras

### Módulo II – Estudos dos Impactos no Meio Ambiente

VOLUME I – Estudos Básicos e Diagnóstico

Tomo 1 – Estudos Básicos

Tomo 2 – Diagnóstico Ambiental

VOLUME II – EIA/RIMA

Tomo 1 – Relatório Preliminar dos Estudos Ambientais

Tomo 2 – Relatório Final EIA/RIMA

### Módulo III – Projeto Executivo das Barragens

VOLUME I – Estudos Básicos

Tomo 1 – Relatório Geral

Tomo 2 – Estudos Hidrológicos

Tomo 3 – Estudos Cartográficos

**Tomo 4 – Estudos Topográficos**

Tomo 5 – Estudos Geológicos e Geotécnicos

VOLUME II – Anteprojeto

Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral

Tomo 2 – Plantas

## VOLUME III – Detalhamento do Projeto Executivo

Tomo 1 – Memorial Descritivo do Projeto

Tomo 2 – Memória de Cálculo

Tomo 3 – Especificações Técnicas

Tomo 4 – Quantitativos e Orçamentos

Tomo 5 – Síntese

Tomo 6 – Plantas

## Módulo IV – Levantamento Cadastral e Plano de Reassentamento

### VOLUME I – Levantamento Cadastral

Tomo 1 – Relatório Geral

Tomo 2 – Laudos Individuais de Avaliação

Tomo 3 – Levantamentos Topográficos

### VOLUME II – Plano de Reassentamento

Tomo 1 – Diagnóstico

Tomo 2 – Programação das Ações

Tomo 3 – Detalhamento do Plano de Reassentamento

Tomo 4 – Relatório Final do Reassentamento

## Módulo V – Projeto Executivo das Adutoras

### VOLUME I – Estudos Básicos

Tomo 1 – Levantamentos Topográficos

Tomo 2 – Investigações Geotécnicas

### VOLUME II – Anteprojeto

### VOLUME III – Detalhamento do Projeto Executivo

Tomo 1 – Memorial Descritivo

Tomo 2 – Memória de Cálculo

Tomo 3 – Quantitativos e Orçamentos

Tomo 4 – Especificações Técnicas e Normas de Medição e Pagamento

Tomo 5 – Plantas

## Módulo VI – Elaboração dos Manuais de Operação e Manutenção

### VOLUME 1 – Manuais de Operação e Manutenção

## Módulo VII – Avaliação Financeira e Econômica do Projeto

### VOLUME 1 – Relatório de Avaliação Financeira e Econômica do Projeto

O presente relatório é nomeado como *Volume I – Estudos Básicos, Tomo 4 – Estudos Topográficos da Barragem Trairi*, e é parte integrante do *Módulo III*..

## 1 - INTRODUÇÃO

## 1 - INTRODUÇÃO

Atendendo ao disposto nos Termos do Contrato N° 005-PROGERIRH/PILOTO/CE/SRH/2001 e seus correspondentes anexos, compostos do Edital de Concorrência SDP N° 05/00-PROGERIR/SRH/CE e a Proposta Técnica e de Preços, referente ao Projeto Executivo da Barragem Gameleira, no Estado do Ceará, estamos apresentando o presente RELATÓRIO, descrevendo as etapas que foram empreendidas no “Módulo III” do mencionado contrato, inerentes aos Estudos Topográficos da Barragem Trairi.

Os estudos realizados consistiram basicamente nos levantamentos topográficos do eixo barrável, sangradouro, bacia hidráulica, calha do rio e jazidas

Este relatório contém os textos explicativos que descrevem os serviços executados em campo, abordando os seguintes tópicos:

- Localização e Acesso
- Trabalhos Cartográficos
- Transporte de Coordenadas
- Transporte de Cotas
- Levantamento do Eixo Barrável e Sangradouro
- Levantamento da Bacia Hidráulica
- Levantamento dos Empréstimos

Nos anexos são contidos os seguintes elementos:

- Desenhos
- Cadernetas de Campo

## 2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

## 2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O município de Trairi localiza-se na região Norte do Estado do Ceará. Sua situação geográfica é definida pelas coordenadas 3°16'40" de latitude Sul e 39°16'08" de longitude Oeste. A altitude da sede é de 18 m. Os seus limites são: ao Norte o Oceano Atlântico; ao Sul os municípios de São Luiz do Curu e Tururu; a Leste Paraipaba e São Gonçalo do Amarante e a Oeste Itapipoca. A sua extensão territorial é de 756 km<sup>2</sup> e a distância a Fortaleza é de 130 km. O acesso a Fortaleza é feito pela BR-222 e pelas CE's-163 e 085.

O acesso ao sítio do barramento pode ser feito a partir de Fortaleza pela rodovia BR-222 até, aproximadamente, 4,2 km após a cidade de São Luiz do Curu. A partir desse ponto toma-se a direita (sentido norte) pela CE-163, na qual percorre-se cerca de 33 km, onde entra-se a esquerda, numa estrada carroçável na qual percorre-se cerca de 5 km e chega-se ao local do boqueirão, à 1 km da localidade denominada Córrego Fundo, bem próximo à rodovia CE-085. (ver figura a seguir).

Outra forma de acesso ao local do boqueirão partindo de Fortaleza é pela Rodovia Estruturante (CE-085) até a localidade de Córrego Fundo, aproximadamente 119 km. Deste ponto toma-se à esquerda em estrada carroçável e a 1 km chega-se ao local do boqueirão.

Fig 2.1

***Mapa de localização***

### 3 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

### 3 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

#### 3.1 - TRABALHOS CARTOGRÁFICOS

Os estudos cartográficos foram desenvolvidos basicamente a partir de cartas da SUDENE, na escala de 1:100.000 e com curvas de nível a cada 40m. Sobre a base cartográfica foi definida a localização do barramento e delimitada a área da bacia hidrográfica da barragem. Para esses estudos também foram utilizadas fotos aéreas da região e o Projeto RADAMBRASIL, na escala 1:250.000.

As cartas da SUDENE utilizadas foram as seguintes:

- Paracuru: folha nº SA.24-Y-D-III
- São Luís do Curu: folha nº SA.24-Y-D-VI

#### 3.2 - TRANSPORTES DE COORDENADAS

Foram utilizados como ponto de partida, marcos geodésicos do IBGE existentes na área em estudo. Inicialmente foram implantados os marcos (M-01 a M-04), posteriormente complementados com mais dois marcos (M-05 e M-06). Os marcos implantados serviram de origem para o traçado da malha de coordenadas necessárias à elaboração das plantas topográficas. O Quadro 3.1, a seguir, apresenta as características dos marcos implantados.

**Quadro 3.1 – Marcos Implantados na Barragem Trairi**

Ponto	Localização (*)	Coordenadas UTM (m)		Longitude Geodésica	Latitude Geodésica
		Norte	Este		
Marco M-01	Km 1,42 LD	9.628.137,081	461.750,503	39°20'39,56860"W	03°21'51,29666"S
Marco M-02	Km 6,15 LE	9.626.980,356	462.797,275	39°20'05,65898"W	03°22'28,98137"S
Marco M-03	Km 10,30 LD	9.624.765,624	462.333,108	39°20'20,72650"W	03°23'41,10662"S
Marco M-04	Km 1,65 LE	9.627.153,331	460.825,655	39°21'09,55205"W	03°22'23,32517"S
Marco M-05	Km 1,65 LE	9.627.201,296	460.962,437	39°21'05,11875"W	03°22'11,76461"S
Marco M-06	Km 4,90 LD	9.624.724,082	462.238,788	39°20'23,78373"W	03°23'42,45852"S

(\*) A localização dos marcos teve como Km 00 o Chafariz de Córrego Fundo. Para uma melhor visualização dos marcos no Volume I – Estudos Básicos, Tomo 3 – Estudos Cartográficos, no item 11.1, está apresentada a Monografia dos Vértices Implantados.

As medições foram feitas com GPS (Sistema de Posicionamento Global) Trimble 4600LS, de uma frequência com duração de rastreamento de 01 hora.

No Volume I – Estudos Básicos, Tomo 3 – Estudos Cartográficos, do Módulo III, encontram-se os cálculos realizados para o transporte de coordenadas, bem como os procedimentos adotados para a implantação dos marcos.

### 3.3 - TRANSPORTES DE COTAS

O transporte de cotas se fez a partir do marco do IBGE mais próximo, através de poligonais de nivelamento e de contra-nivelamento levantadas com equipamentos topográficos de precisão compatíveis com os serviços, Nível Wild NAK-1.

Tomou-se como base a RN nº 1852T do IBGE (chapa cravada no canto SE da ponte sobre o rio Trairi) com cota igual a 7,00 m, a uma distância de 18,94 km do eixo da Barragem.

A poligonal de contra-nivelamento foi levantada após a execução da poligonal de nivelamento. Estas poligonais são apresentadas nas cadernetas de campo, em anexo.

### 3.4 - LEVANTAMENTO DO EIXO BARRÁVEL E SANGRADOURO

O levantamento do eixo barrável foi executado com uma abrangência numa faixa de domínio de 150 metros à montante e 150 metros à jusante do referido eixo. Foram levantadas seções transversais ao eixo, com pontos cotados a cada 20 metros, de acordo com a faixa de domínio recomendada.

Os levantamentos dos eixos longitudinal e transversal do sangradouro seguiram a sistemática descrita anteriormente, sendo que as seções tiveram seus levantamentos prolongados à montante, até a cota fixada para soleira, e à jusante, até encontrarem o leito do rio.

Para distâncias maiores, o levantamento até o leito do rio foi feito acompanhando o canal de sangria, através de poligonais seccionadas a cada 50 metros, com 100 metros de largura para cada lado, com pontos cotados a cada 20 metros.

Utilizando-se um teodolito Wild T-1A, nº 156.024, locou-se o eixo da barragem e sangradouro, os quais foram materializados a cada 20 metros por pontos estaqueados, numerados e cotados, podendo ser encontradas estacas intermediárias indicando elementos importantes, tais como: talvegues, estradas, afloramentos rochosos, rede elétrica, elevações, mudanças bruscas de inclinação do terreno, etc.

Foram instalados 2 marcos de concreto para facilitar uma futura relocação. O primeiro denominado de M0 foi implantado na estaca 0, localizado na ombreira

esquerda com cota 34,66 m e o segundo, denominado de M1, na estaca 70 do eixo barrável, com cota 34,84 m.

O levantamento altimétrico da barragem Trairi, foi realizado utilizando-se um nível Wild NAK-1, nº 343.367, onde foram niveladas todas as estacas dos eixos materializados.

Esses levantamentos permitiram a confecção dos desenhos, da seção do boqueirão e do sangradouro com escala vertical 1:200 e horizontal 1:2000, e planta com curvas de nível a cada metro na escala 1:2000. Estes desenhos estão apresentados em anexo.

A calha do rio à jusante também foi levantada, desde o eixo barrável até o ponto onde o canal de sangria encontra o rio. As seções são a cada 50 metros, com 100 metros de largura para cada lado do eixo. Os pontos foram cotados a cada 20 metros, sendo menor este espaçamento onde o relevo ou outro fator exigiu maior nível de detalhamento.

### 3.5 - LEVANTAMENTO DA BACIA HIDRÁULICA

Para a execução dos serviços plani-altimétricos na área da bacia hidráulica da barragem Trairi, o Consórcio firmou contrato com a empresa *BASE Aerofotogrametria e Projetos S/A*, tendo como objetivo a execução de serviços de engenharia cartográfica, compreendendo cobertura aerofotogramétrica colorida, na escala 1:15.000 e mapas digitais na escala 1:5.000 da bacia hidráulica da barragem Trairi.

#### 3.5.1 - Cobertura Aerofotogramétrica

A cobertura aerofotogramétrica teve todos os serviços executados de acordo com as Especificações Técnicas, sendo isentos de defeitos, de falhas e de omissões.

Toda a área sobrevoada foi realizada com aeronave modelo Navajo PA31 bimotor, equipada à tomada de aerofotos e homologada para vôos aerofotogramétricos.

As fotografias foram obtidas com câmara aerofotogramétrica da marca ZEISS, modelo RMK-TOP, de última geração, dotada de mecanismo compensador do arrastamento de imagens causado pelo deslocamento da aeronave, chassi giro-estabilizado, que compensa instantaneamente as eventuais inclinações da aeronave e mecanismo automático que possibilita o registro das coordenadas do centro da foto no momento da tomada.

Foi utilizado filme aerofotogramétrico colorido de base estável, marca Kodak Aerocolor HS Film SO 846 de alto poder resolutivo e quadro com formato útil de 23 x 23 cm

O processamento do filme e de todos os seus subprodutos foi realizado em laboratório, com condições de temperatura e umidade relativa controladas.

As cópias fotográficas foram executadas em copiadoras eletrônicas, utilizando papel fotográfico, semi-mate com graduação que permitiu bom contraste.

Para a confecção do foto-índice digital, as fotografias foram scannerizadas e montadas em faixas e estas em blocos, e, em seguida, reproduzidas em escala 4 (quatro) vezes menor que a escala original das fotos, em papel Semi Gloss, enquadradas por coordenadas geográficas, através de cruzetas desenhadas nos 4 (quatro) cantos de cada folha.

### 3.5.2 - Mapeamento Planialtimétrico

Para o apoio básico, foram implantados 06 vértices, monumentalizados por marcos de concreto de formato tronco piramidal medindo 10x12x50 cm, com chapa de bronze no centro do topo e elevado a 10 cm do solo.

Para a determinação das coordenadas de cada vértice da rede de apoio básico da Barragem Trairi tivemos na planimetria origem no Vértice Bastiões do IBGE de latitude 03°17'58,5465" S e longitude 39°37'33,9045" W e altitude de 53,65 m, e chegada no Vértice SA-24-1017 do IBGE de latitude 03°10'25,2202" S e longitude 39°28'12,4563" e altitude de 51,69m.

Inicialmente foram implantados os vértices M-01 a M-04, posteriormente complementados com M-05 e M-06. A determinação foi executada pelo método diferencial estático com rastreamento em tempo suficiente para resolver a ambigüidade com constelação mínima de 05 (cinco) satélites e PDOP de 06 (seis) ou menor, a fim de garantir uma precisão mínima de 1:100.000.

Para a geração dos trabalhos de aerotriangulação, as imagens foram obtidas a partir da scannerização dos negativos fotogramétricos na escala 1:15.000, com utilização de "scanner fotogramétrico" com capacidade de geração de imagens digitais com pixel de 28 microns.

A aerotriangulação espacial foi executada em equipamentos digitais ISM dotados de programa específico para o cálculo e ajustamento da mesma utilizando a scannerização executada.

No cálculo da aerotriangulação foi utilizado o programa PAT-B do professor Ackermann.

Para a vetorização dos elementos cartográficos: sistema hidrográfico; altimetria; referências de nível; e ortofoto, foram utilizados restituidores digitais dotados de programa específico.

Todos os trabalhos seguiram as *Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional*, atendendo ao padrão de PEC estabelecido a esse tipo de trabalho.

### 3.6 - LEVANTAMENTO DOS EMPRÉSTIMOS

Com a utilização de um teodolito Wild T-1A foram realizadas as locações e os levantamentos planialtimétricos das áreas das ocorrências de materiais que poderão ser utilizados na construção da barragem, e amarradas à poligonal do eixo barrável através de uma linha de base auxiliar (que poderá se constituir no eixo do acesso ao local da obra). Todos os poços escavados na investigação dos empréstimos foram locados, numerados e amarrados à linha de base auxiliar através de eixos de locação. Foram confeccionados desenhos individuais, em escala apropriada, com a planta baixa das áreas dos empréstimos mostrando a localização de todas as ocorrências de material, de forma que possibilite a definição das distâncias de transporte. Tais desenhos e todos os dados necessários para localização e identificação dos empréstimos estão apresentados no Volume I – Estudos Básicos, *Tomo 5 – Estudos Geológicos e Geotécnicos*.

#### 3.6.1 - Jazida

Foi estudada uma jazida de material terroso, denominada J 01, localizada na estaca 67=00 do eixo da barragem, com uma área de 340.000m<sup>2</sup> e volume útil de 363.800m<sup>3</sup>. A jazida foi estudada através de sondagens a pá e picareta, executadas nos vértices de uma malha de 100m x 50m, onde foram realizados 89 poços.

#### 3.6.2 - Areal

Foram estudados 03 (três) areais, sendo estes:

- Areal 01 - Areia de rio (rio Mundaú), localizado na estaca 24 do eixo da barragem, com área de 35.000m<sup>2</sup> e um volume útil de 52.000m<sup>3</sup>.
- Areal 02 - Areia de rio (rio Trairi). O material encontra-se a 6 km a montante e está submerso.
- Areal 03 - Areia de rio (rio Santana). O material coletado foi analisado, mostrando-se inadequado para utilização na barragem.

#### 3.6.3 - Pedreira

A pedreira 01 de onde será extraído o material pétreo necessário a construção da barragem está localizada à 6 km do eixo da barragem e possui um volume útil de 45.000m<sup>3</sup>.

## 3.7 - SÍNTESE DO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

<b>Discriminação do Serviço</b>	<b>Quantidade</b>
- Locação e nivelamento do eixo barrável e do sangradouro	2,55 Km
- Levantamento das secções do eixo barrável e do sangradouro	47,74 Km
- Locação e nivelamento da poligonal do canal de sangria e da calha do rio	14,62 Km
- Levantamento de jazidas (malha 100 x 100)	42,00 Ha

## 4 - ANEXOS

- **DESENHOS**

- **CADERNETAS DE CAMPO**

## RELAÇÃO DAS CADERNETAS

- **CADERNETA 01/07**
  - Locação do Eixo da Barragem
  - Nivelamento das Seções Transversais do Eixo
  
- **CADERNETA 02/07**
  - Nivelamento do Eixo da Barragem
  - Nivelamento das Seções Transversais
  
- **CADERNETA 03/07**
  - Nivelamento das Seções Transversais do Lado Jusante
  
- **CADERNETA 04/07**
  - Levantamento do Lado Jusante dos 2(dois) Sangradouros
  - Nivelamento das seções Transversais
  - Transporte de Cotas IBGE (Ponte sobre o rio Trairi, em trairi a Ombreira Esquerda da Barragem)
  
- **CADERNETA 05/07**
  - Complemento Seções Ombreira Esquerda
  
- **CADERNETA 06/07**
  - Levantamento do Eixo Longitudinal do Sangradouro
  
- **CADERNETA 07/07**
  - Levantamento da Jazida do Açude Trairi – Areal e Pedreiras Nº 1 e 2

- **CADERNETA 01/07**

**Locação do Eixo da Barragem Est. 0-H-E-B a Est. 79-H-D-Sangradouro**

**Nivelamento das Seções Transversais do Eixo Est. 0=H-E a  
Est. 22 e Est, 47 a Est. 54**

**- CADERNETA 02/07**

**Nivelamento do Eixo da Barragem Est. 0=H-E a Est. 79 H-D**

**Nivelamento do Sangradouro Est. 0=H-E a Est. 12+10 H-D**

**Sangradouro Est. 12+10=0-S a Est. 8=H-E**

**Nivelamento das Seções Transversais Est. 23 a Est. 32**

**- CADERNETA 03/07**

**Nivelamento das Seções Transversais Lado Jusante Est. 26,27,28 e29,  
Est. 32 a 47 e Est. 59 a 79-H-D-S**

- **CADERNETA 04/07**

**Levantamento Do Lado Jusante dos Dois Sangradouros**

**Nivelamento das Seções Transversais Est. 55 a 58**

**Transporte de Cotas do IBGE (Ponte sobre o Rio Trairi, em Trairi, à  
Ombreira Esquerda da Barragem)**

**- CADERNETA 05/07**

**Complemento das Seções – Ombreira Esquerda**

**- CADERNETA 06/07**

## **Levantamento do Eixo Longitudinal do Sangradouro**

**- CADERNETA 07/07**

**Levantamento da Jazida do Açude Trairi, Areal e Pedreiras N° 1 e N° 2**