



Dezembro de 2002

**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**



**SRH** Secretaria dos Recursos Hídricos

## **Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - PROGERIRH**

**Contrato**

**Nº 02/ PROGERIRH-PILOTO/CE/SRH 2001**

Estudos de Alternativas, EIAS/RIMAS, Projetos Executivos, Levantamentos Cadastrais, Planos de Reassentamento e Avaliação Financeira e Econômica dos Projetos das Barragens João Guerra / Umari, Riacho da Serra, Ceará e Missi, e dos Projetos das Adutoras de Madalena, Lagoa do Mato, Alto Santo e Amontada

## **BARRAGEM UMARI VOLUME I - ESTUDOS BÁSICOS Tomo 3 - Estudos Cartográficos - Textos**



**MONTGOMERY WATSON**





MONTGOMERY WATSON



## ÍNDICE

---



## ÍNDICE

### Páginas

<b>ÍNDICE .....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. TRABALHOS CARTOGRÁFICOS.....</b>	<b>5</b>
<b>3. TRANSPORTE DE COORDENADAS .....</b>	<b>7</b>
<b>4. TRANSPORTE DE COTA.....</b>	<b>8</b>
<b>5. LEVANTAMENTO DO EIXO BARRÁVEL E SANGRADOURO .....</b>	<b>9</b>
5.1. LOCAÇÃO DOS EIXOS E IMPLANTAÇÃO DE MARCOS .....	9
5.2. NIVELAMENTO .....	10
5.3. LEVANTAMENTO DE SEÇÕES TRANSVERSAIS .....	11
<b>6. LEVANTAMENTO DO CANAL DE RESTITUIÇÃO .....</b>	<b>13</b>
6.1. LOCAÇÃO .....	13
6.2. NIVELAMENTO E SEÇÕES TRANSVERSAIS.....	13
<b>7. LEVANTAMENTO DA BACIA HIDRÁULICA .....</b>	<b>14</b>
7.1. TRABALHOS EXECUTADOS .....	14
7.2. COBERTURA AEROFOTOGRAMÉTRICA .....	14
7.3. MONUMENTALIZAÇÃO, MEDIÇÃO E CÁLCULO DO APOIO BÁSICO E SUPLEMENTAR .....	19
7.4. AEROTRIANGULAÇÃO.....	21
7.5. ARQUIVO GERENCIADOR.....	22
7.6. RESTITUIÇÃO FOTOGRAMÉTRICA .....	24
7.7. EDIÇÃO.....	25
7.8. CONTROLE DE QUALIDADE.....	26
7.9. PRODUTOS ENTREGUE.....	27
<b>8. LEVANTAMENTO DE JAZIDAS.....</b>	<b>27</b>
8.1. JAZIDAS .....	27
8.2. AREAL.....	28
8.3. PEDREIRAS .....	29



## 1. INTRODUÇÃO

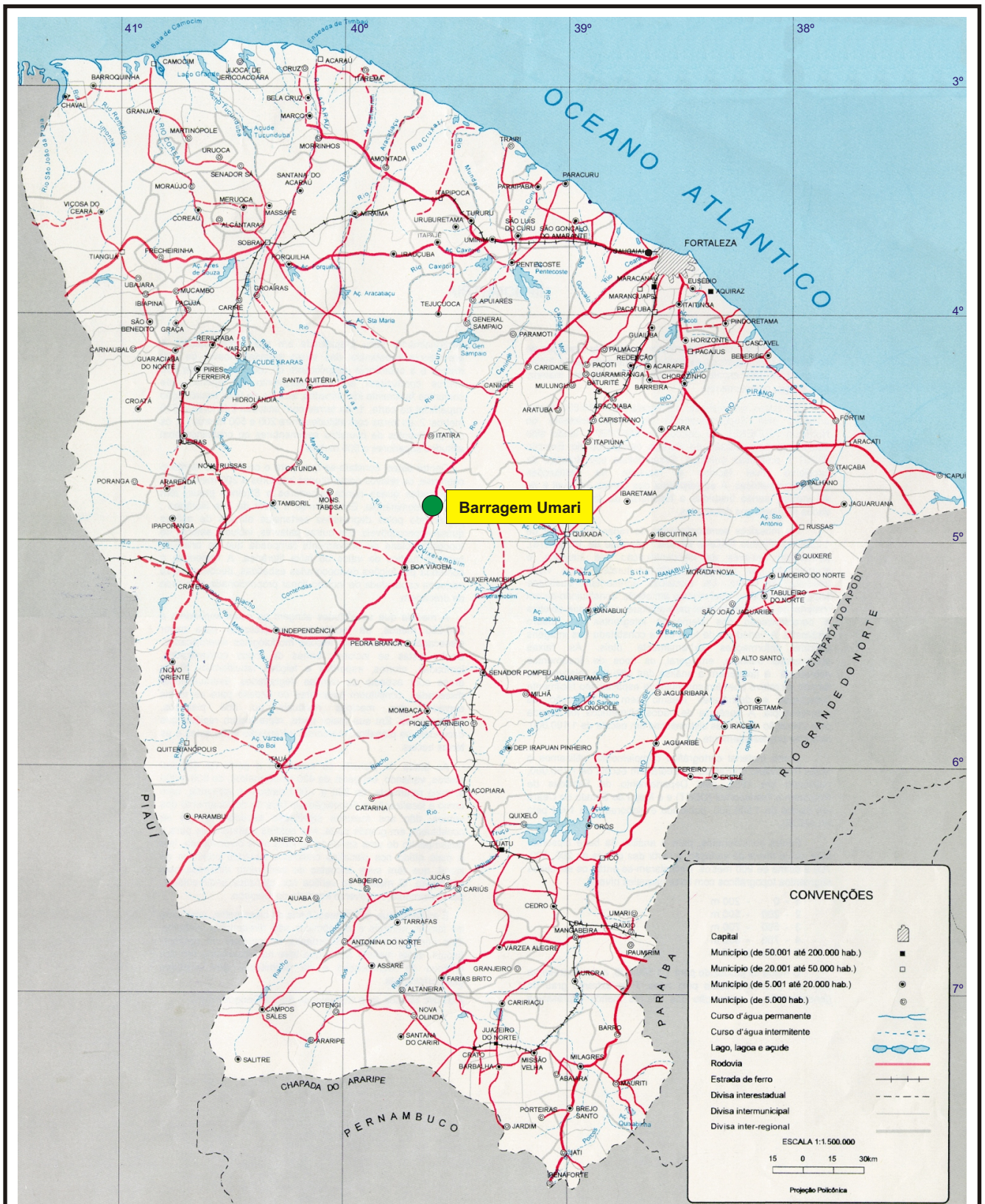
O consórcio **Montgomery-Watson / Engesoft** e a **Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE)** celebraram o contrato nº 02/PROGERIRH-PILOTO/CE/SRH 2001, que tem como objetivo o Estudo de Alternativas, EIA/RIMAS, Levantamentos Cadastrais, Planos de Reassentamento e Avaliação Financeira e Econômica dos Projetos das Barragens João Guerra / Umari, Riacho da Serra, Ceará e Missi, e dos Projetos das Adutoras de Madalena, Lagoa do Mato, Alto Santo e Amontada.

A ordem de serviço foi emitida em 05 de março de 2001 e imediatamente as equipes do consórcio iniciaram as atividades previstas no cronograma aprovado.

O presente relatório, denominado **Tomo 3 – Estudos Cartográficos – Textos**, é parte integrante do **Volume 1 – Estudos Básicos** e diz respeito à **Barragem Umari**, a qual tem por finalidade a criação de um reservatório no rio Barrigas, para o abastecimento da população da sede municipal de Madalena, Ceará.

A barragem Umari ficará localizada a 165 km da cidade de Fortaleza, a noroeste do município de Madalena, cujo acesso é feito pela Br – 020. No mapa da figura 1.1 é apresentado, no âmbito do estado, o local do barramento.

Este tomo apresenta a descrição dos serviços de cartografia iniciados preliminarmente com base nas cartas da SUDENE (escala 1:100.000), e desenvolvidos através de reconhecimento a partir de fotointerpretação, restituições aerofotogramétricas e de levantamentos topográficos, que darão suporte as fases posteriores de Anteprojeto e Projeto Executivo.



Fonte: Atlas do Ceará - IPLANCE.

FIGURA - 1.1  
**MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO**



## 2. TRABALHOS CARTOGRÁFICOS

Os estudos cartográficos foram desenvolvidos basicamente a partir de cartas da SUDENE digitalizadas em escala 1 : 100.000 e com curvas de nível a cada 40 metros; sobre as quais foi definida a localização do barramento e delimitada a área da bacia hidrográfica.

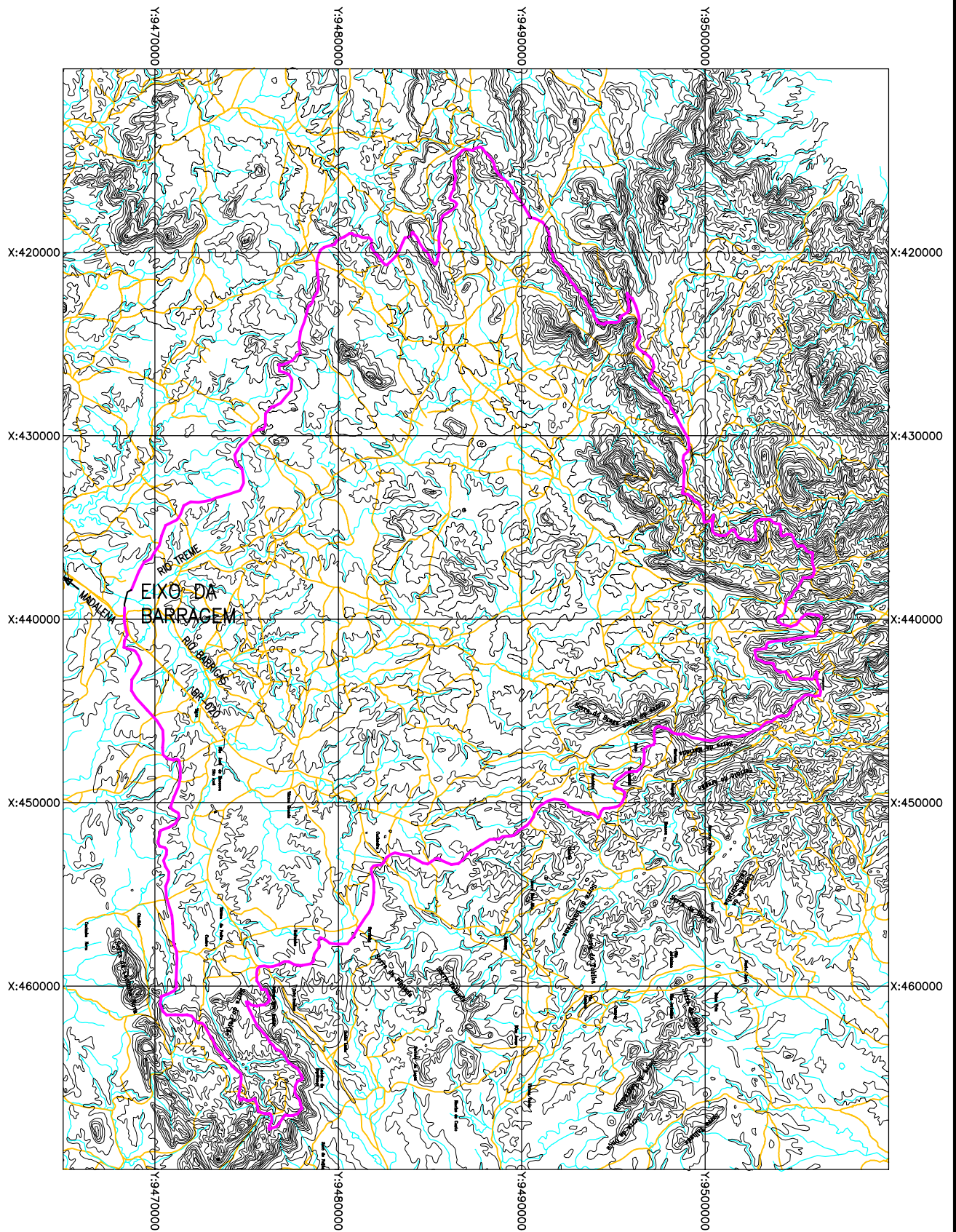
As cartas topográficas utilizadas foram:

- Itatira: nº SB-24-V-B-V
- Quixadá: nº SB-24-V-B-VI
- Taparuaba: nº SB-24-V-B-II

Para a identificação das alternativas de localização do eixo da barragem Umari, utilizou-se a base cartográfica de Itatira, que também permitiu o inventário das áreas dos possíveis reservatórios, identificando-se a rede de rodovias existente, a infra-estrutura relevante como redes elétricas, açudes e escolas, as ocorrências de materiais construtivos, núcleos urbanos, o sistema de drenagem principal e pontos de possíveis fugas.

A bacia hidrográfica da barragem foi delimitada sobre as cartas da SUDENE e avaliada em 974,86 km<sup>2</sup>.

O contorno da bacia hidrográfica da barragem Umari está apresentado na figura 2.1 a seguir, em escala bastante reduzida, e no desenho I-3A-01/15-000, do Tomo 3A, com maiores detalhes.



**MONTGOMERY WATSON**



**BARRAGEM UMARI**

ESCALA:

**1:300.000**

DATA:

**JAN./2002**

FIGURA N° :

**2.1**



### 3. TRANSPORTE DE COORDENADAS

Adotando-se o sistema de levantamento com GPS (Sistema de Posicionamento Global), foram determinadas as coordenadas dos marcos M-1 na estaca 00 e M-3 na estaca 43+8,45, no eixo da barragem Umari, a partir do *Datum* SAD-69. Estes pontos foram locados um em relação ao outro, usando o próprio GPS, para a verificação da precisão obtida.

O quadro a seguir apresenta as coordenadas UTM, longitude e latitude geodésica dos pontos levantados.

Ponto	Estaca	Coordenadas UTM (m)		Longitude Geodésica	Latitude Geodésica
		Este	Norte		
Marco M-1	00	439.375,228	9.468.346,483	39°32'48,19839"WGr	4°48'34,87267"S
Marco M-3	43+8,45	438.531,131	9.468.496,954	39°33'15,59738"WGr	4°48'29,95033"S

No *Tomo 3B - Estudos Cartográficos - Memória de Cálculo* encontram-se os cálculos realizados para o transporte de coordenadas.





#### 4. TRANSPORTE DE COTA

O transporte de cota foi realizado por meio de topografia convencional, através de poligonais de nivelamento e contra-nivelamento, tendo sido utilizado para esse trabalho um nível WILD N-1.

Tomou-se como base a RN nº 1678 P do IBGE, situada 23 metros à direita do eixo da BR-020, 6,0 km aquém da ponte sobre o rio Tigre no sentido Madalena – Canindé, nas coordenadas N = 9.468,4 km e E = 439,9 km e cota 336,8183 m.

A tolerância máxima admitida entre o nivelamento e o contra-nivelamento do transporte de cota foi de  $T = 12,5 \cdot \sqrt{k}$ , onde  $T$  é expresso em mm e  $k$  é o comprimento do caminhamento em km.

A caderneta com o transporte de cota realizado na barragem Umari, encontra-se no *Tomo 3C – Estudos Cartográficos – Cadernetas de Campo, do Volume I – Estudos Básicos.*



## 5. LEVANTAMENTO DO EIXO BARRÁVEL E SANGRADOURO

Inicialmente foi feito o levantamento topográfico de um eixo situado à aproximadamente 500 metros à jusante da confluência entre os rios Treme e Barrigas, por apresentar condições topográficas muito favoráveis. Em seguida elaborou-se um plano de sondagem, que no decorrer da execução foi suspenso, pois observou-se na região do sangradouro rocha muito decomposta, e na região da barragem um pacote aluvionar espesso, sendo registrado na sondagem mista SM-6 uma profundidade de 15,39 metros de sedimento, o que resultou no descarte desse eixo. Com isso locou-se o eixo definitivo da barragem Umari à aproximadamente 300 metros à jusante do eixo anterior, por apresentar características topográficas e geológicas favoráveis. Esse eixo foi materializado em campo com numeração das estacas seguida da letra “A”, e denominado de eixo final para diferenciação do eixo preterido de montante.

Os levantamentos topográficos do eixo da barragem e sangradouro, foram executados através de processos convencionais constando dos seguintes serviços: locação; implantação de marcos para futura relocação; nivelamento e levantamento de seções transversais.

### 5.1. LOCAÇÃO DOS EIXOS E IMPLANTAÇÃO DE MARCOS

Utilizando-se um Teodolito WILD T-1, locou-se o eixo da barragem e sangradouro, o qual foi materializado a cada 20 metros por pontos estaqueados e numerados, sendo também indicados através de estacas inteiras ou fracionadas todos os pontos notáveis tais como: talvegues, estradas, afloramentos rochosos, rede elétrica, elevações, mudanças bruscas de inclinação do terreno entre outros.

O ponto de partida, estaca 00A, está localizado na ombreira esquerda, onde foi implantado o marco de concreto M-1. Buscando uma melhor locação seguindo o divisor de águas, se fez necessária uma deflexão de  $19^{\circ}30'$ , à direita, na estaca 10A, onde o marco M-2 está instalado; e outra de  $48^{\circ}00'$ , também à direita, na estaca 44A+3,35 no interior de uma casa, obrigando a implantação de dois marcos fora da casa, M-3 e M-4 nas estacas 43A+8,45 e 45A+2,84



respectivamente. Na ombreira direita encontra-se a estaca final do eixo (56A+10,00), onde está instalado o marco M-5, totalizando 1.130 metros de comprimento.

O quadro a seguir apresenta a relação dos marcos implantados.

Marco	Estaca	Coordenadas UTM (m)	
		Este	Norte
M-1	00A	439.375	9.468.346
M-2	10A	439.177	9.468.329
M-3	43A+8,45	438.531	9.468.497
M-4	45A+2,84	438.506	9.468.517
M-5	56A+10,00	438.401	9.468.719

Na figura 5.1 é apresentada uma planta com a localização dos marcos topográficos de amarração do eixo final da barragem Umari. O desenho I-3A-02/15-000 no Tomo 3A, apresenta a planta baixa com o eixo locado, e a caderneta de locação encontra-se no *Tomo 3C - Estudos Cartográficos - Cadernetas de Campo*.

## 5.2. NIVELAMENTO

O levantamento altimétrico da barragem Umari, foi realizado utilizando-se um nível WILD N-1, onde foram niveladas todas as estacas do eixo materializado. A partir deste levantamento, gerou-se o perfil longitudinal do terreno natural no eixo, o qual encontra-se apresentado no desenho I-3A-03/15-000, Tomo 3A.

No *Tomo 3C - Estudos Cartográficos - Cadernetas de Campo*, do *Volume I - Estudos Básicos* encontra-se a caderneta de nivelamento do eixo barrável e sangradouro.

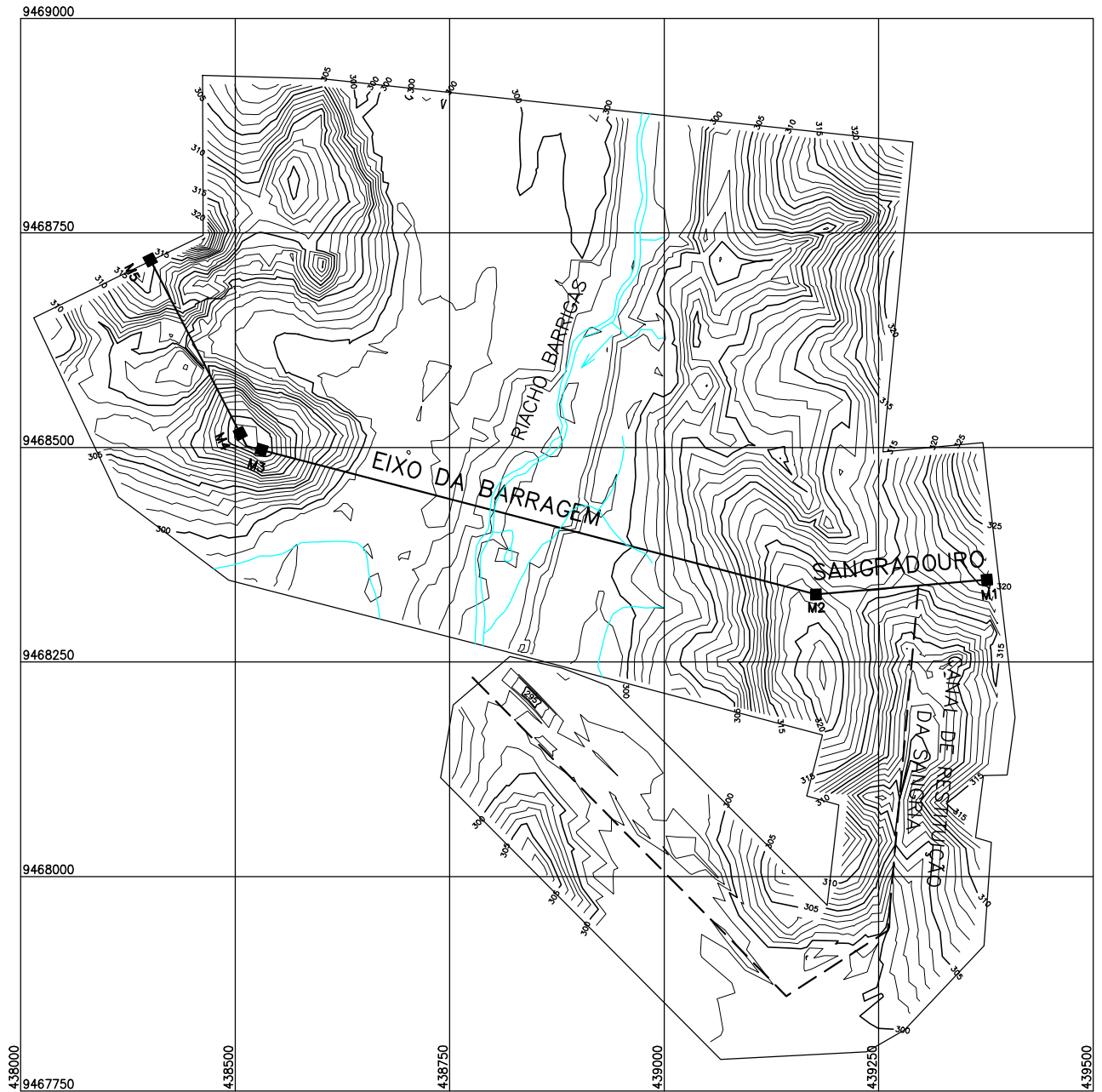


### 5.3. LEVANTAMENTO DE SEÇÕES TRANSVERSAIS

Foram levantadas seções transversais ao eixo da barragem e sangradouro a cada 20 metros, com utilização de nível e mira. As seções abrangeram uma faixa de domínio com largura de 150 metros à montante e à jusante, e se constituíram de pontos cotados a cada 20 metros, considerando também os pontos de destaque do relevo topográfico.

O desenho I-3A-02/15-000 no Tomo 3A, apresenta a planta baixa do eixo da barragem Umari e o seu respectivo sangradouro, com curvas de nível do terreno natural a cada metro, geradas a partir do levantamento topográfico. Já as cadernetas de seções transversais encontram-se no *Tomo 3C - Estudos Cartográficos - Cadernetas de Campo*, do *Volume I - Estudos Básicos*.

# BARRAGEM UMARI



MONTGOMERY WATSON



BARRAGEM UMARI

ESCALA:

1:7.500

DATA:

JAN./2002

FIGURA N° :

5.1



## 6. LEVANTAMENTO DO CANAL DE RESTITUIÇÃO

O canal de restituição da barragem Umari, foi levantado plani-altimetricamente através de processos topográficos convencionais, constando de: locação; nivelamento e levantamento de seções transversais.

### 6.1. LOCAÇÃO

Locou-se o canal de restituição utilizando-se um Teodolito WILD T-1, o qual foi estaqueado e numerado a cada 50 metros, sendo também indicados através de estacas inteiras ou fracionadas todos os pontos notáveis do relevo.

A partir da estaca 04A do eixo da barragem/sangradouro, foi locada a poligonal do canal de restituição com 1.065 metros de extensão, acompanhando o talvegue à jusante que conduzirá o caudal de sangria até o rio Barrigas, como pode ser observado desenho I-3A-02/15-000, do Tomo 3A.

A caderneta de locação do canal de restituição, encontra-se no *Tomo 3C – Estudos Cartográficos – Cadernetas de Campo*, do *Volume I – Estudos Básicos*.

### 6.2. NIVELAMENTO E SEÇÕES TRANSVERSAIS

Utilizando-se um nível WILD N-1, realizou-se o levantamento altimétrico da poligonal do canal de restituição, através de seccionamento a cada 50 metros, com 100 metros de largura para cada lado, com pontos cotados a cada 20 metros. A partir desse levantamento foi elaborada uma planta baixa com curvas de nível do terreno natural a cada metro, que se encontra apresentada no Tomo 3A, desenho I-3A-02/15-000.

No *Tomo 3C – Estudos Cartográficos – Cadernetas de Campo*, do *Volume I – Estudos Básicos*, encontram-se as cadernetas de nivelamento e seções transversais da poligonal do canal de restituição.



## **7. LEVANTAMENTO DA BACIA HIDRÁULICA**

Apresenta-se neste capítulo o planejamento geral e os resultados dos trabalhos plani-altimétricos, realizados na área da bacia hidráulica da barragem Umari no município de Madalena, estado do Ceará.

Para a execução dos serviços 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, totalizando 94 km<sup>2</sup> e mapas digitais na escala 1:5.000, da bacia hidráulica que totalizaram 31,02 km<sup>2</sup>.

Os serviços foram desenvolvidos de acordo com as normas de aerolevantamentos vigentes.

### **7.1. TRABALHOS EXECUTADOS**

Apresentamos abaixo a relação das fases dos trabalhos executados neste projeto:

- Cobertura Aerofotogramétrica;
- Apoio de campo;
- Aerotriangulação;
- Restituição digital em escala 1:5.000;
- Geração de arquivos magnéticos.

### **7.2. COBERTURA AEROFOTOGRAFÉTRICA**

#### **7.2.1. Autorização do Ministério da Defesa**

Após a assinatura do Contrato e da emissão da ordem de execução dos serviços pela contratante, foi imediatamente preparada e encaminhada toda documentação necessária ao Ministério da Defesa e a Diretoria Regional de



Proteção ao Vôo - DRPV, para obtenção da Autorização de Aerolevantamento do recobrimento aerofotogramétrico na escala 1:15.000.

A Autorização de Aerolevantamento concedida pelo Ministério da Defesa recebeu o nº 074/01 datada de 23/05/2001.

Após a concessão da autorização do ministério da defesa iniciaram-se os trabalhos da cobertura aerofotogramétrica os quais apresentamos a seguir.

#### 7.2.2. Plano de Vôo

Foi executado um plano de vôo indicando o centro de cada tomada de foto, utilizando o software TPLAN, e a câmara aérea RMK-TOP obedecendo às seguintes especificações:

- Recobrimento lateral:  $30\% \pm 3\%$ ;
- Recobrimento longitudinal:  $60\% \pm 3\%$ ;
- Ângulo solar: mínimo de  $30^\circ$  para regiões planas e  $35^\circ$  para regiões montanhosas;
- Ângulo de deriva: média por faixa, tolerância de  $2^\circ$ , casos isolados  $5^\circ$ ;
- Verticalidade do eixo ótico: média por faixa, tolerância de  $2^\circ$ , casos isolados  $3^\circ$ ;
- Altitude do vôo: a escala da fotografia em função da altura de vôo, não deverá variar mais que 5% do estabelecido.

#### 7.2.3. Missão ou Recobrimento Aerofotogramétrico

A cobertura aerofotogramétrica foi realizada com aeronave especialmente adaptada à tomada de fotografias aéreas, equipada com piloto automático e equipamento rastreador de satélites do sistema NAVSTAR - GPS, para a orientação do vôo, equipada com câmara aerofotogramétrica automática, grande





angular e distância focal calibrada, próxima de 152 milímetros e formato útil de 23x23 centímetros.

A câmara aérea foi instalada de tal maneira que a objetiva não fosse atingida por respingos de óleo ou reflexos de raios solares e equipada com objetiva de alta qualidade e com poder resolutivo capaz de registrar os menores detalhes, sem distorções, admitindo-se, no mínimo, 100 linhas por milímetro de poder resolutivo e distorção inferior à  $\pm 0,01$  milímetro. Possui, como acessórios: filtros especiais para a obtenção de fotografias pancromáticas coloridas, exposímetro eletrônico e magazines intercambiáveis de reserva.

A câmara foi equipada com controlador automático de recobrimento e deriva, com mecanismo de integração com GPS de navegação e com chassis com suspensão giro-estabilizada. Esta possui Certificado de Calibração, fornecido pelo fabricante, realizado a um ano.

O filme aéreo utilizado foi base estável (poliéster), pancromático, colorido, alto poder resolutivo (no mínimo 125 linhas por milímetros) com, no mínimo, 0,004 polegadas de espessura e dentro do período de validade estipulado pelo fabricante.

Na execução do projeto, foram observados os seguintes pontos:

- não foram fotografadas as extremidades dos rolos de filme, numa extensão de, no mínimo, 2 (dois) metros em cada ponta;
- as faixas fotográficas estiveram sempre separadas por uma extensão, em branco, do filme, correspondente a uma foto, no mínimo.

#### 7.2.4. Dados que constam nas fotos

- Escala da foto;
- Número da faixa;
- Número da foto;



- Nome do local;
- Coordenadas do centro das fotos no momento da tomada;
- Distância focal calibrada da câmara; e
- Marcas fiduciais.

#### 7.2.5. Laboratório

O processamento do filme aéreo e de todos os seus subprodutos foi realizado em laboratório, com condições de temperatura e umidade relativa controladas. Os produtos químicos foram armazenados e misturados em recipientes que não provocaram contaminação. O processo de revelação foi automático e os filmes apresentaram densidade uniforme, ausência de: halos, listras luminosas, marcas de eletricidade estática, manchas, riscos, arranhões ou sinais de desgastes. O limite máximo admitido para os resíduos de hipossulfito de sódio foi de 20 miligramas por metro quadrado.

Após o processamento fotográfico, a distância entre as 2 (duas) marcas fiduciais de cada negativo, não apresentou diferenças superiores à 0,03% do comprimento original de Calibração.

As cópias fotográficas foram executadas em copiadoras eletrônicas, utilizando papel fotográfico, semi-mate com graduação que permitiu bom contraste. As cópias foram uniformes, em cor e densidade, e ainda apresentaram um grau de contraste que permitiu que todos os detalhes registrados nos negativos fossem preenchidos claramente, tanto nas zonas de sombras como nos tons vivos e meios tons.

Todas as cópias apresentaram-se limpas e livres de manchas decorrentes de produtos químicos ou de sua manipulação, quando do processamento.



#### 7.2.6. Análise de Vôo

Foram analisados os seguintes itens:

- Cobertura total da área;
- Comparação das diretrizes das faixas projetadas com as faixas fotografadas;
- Recobrimento lateral e longitudinal;
- Incidência de nuvens, sombras, bruma, deriva e inclinação;
- Qualidade das imagens e informações marginais.

#### 7.2.7. Foto-índice

Para a confecção do foto-índice digital, as fotografias foram escanerizadas 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.

Dados contidos no Foto-índice:

- Número de cada exposição que o compõem;
- Números das faixas;
- Escala da foto;
- Escala do Foto-índice.



### 7.3. MONUMENTALIZAÇÃO, MEDIÇÃO E CÁLCULO DO APOIO BÁSICO E SUPLEMENTAR

#### 7.3.1. Apoio Básico

Na Barragem Umari foram implantados 04 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. De cada marco foi elaborada uma monografia que se encontra no *Tomo 3B – Estudos Cartográficos – Memória de Cálculo*, do *Volume I – Estudos Básicos*.

Para a determinação das coordenadas de cada vértice da rede de apoio básico da Barragem Umari tivemos na planimetria origem no V. GROSSO (BICO FINO) do IBGE de latitude 04°38'48,71811" S e longitude 39°25'46,65631" W e altitude de 482,00 m, e chegada no Vértice BARRA do IBGE de latitude 04°31'43,19058" S e longitude 39°23'55,08873" e altitude de 566,53 m.

Foram implantados os vértices M-01 a M-04 e sua 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.

As medições foram feitas com GPS Trimble 4600LS de uma frequência com duração de rastreio de 1 hora.

A tabela abaixo mostra o erro de fechamento da poligonal que deu coordenadas aos vértices.

$\epsilon_f E$ (m)	$\epsilon_f N$ (m)	$\Sigma D$ (km)	Precisão (m)
-0,0307	+0,0644	84,4263	1:183304



Os vértices implantados foram nivelados geometricamente tendo como origem a RN 1678 P e a chegada RN 1678 U ambas do IBGE com precisão de  $11mm\sqrt{k}$  em uma distância de 27,0098 km.

Referência	Cota (m)
RN 1678 P	336,8183
RN 1678 U	326,4929

### 7.3.2. Apoio Suplementar

No apoio suplementar foram determinados 16 pontos plani-altimétricos denominados de HV-01 a HV-16.

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 1:50.000.

As medições foram feitas com GPS Trimble 4600LS de uma frequência com duração de rastreio de 0,30 hora.

A altimetria do apoio suplementar teve suas altitudes ortométricas determinadas por diferença geoidal definidas através do rastreio de duas RRNN do IBGE, as quais deram altitude aos pontos do apoio suplementar. A diferença geoidal média encontrada foi de  $\Delta h = -0,299$  m.

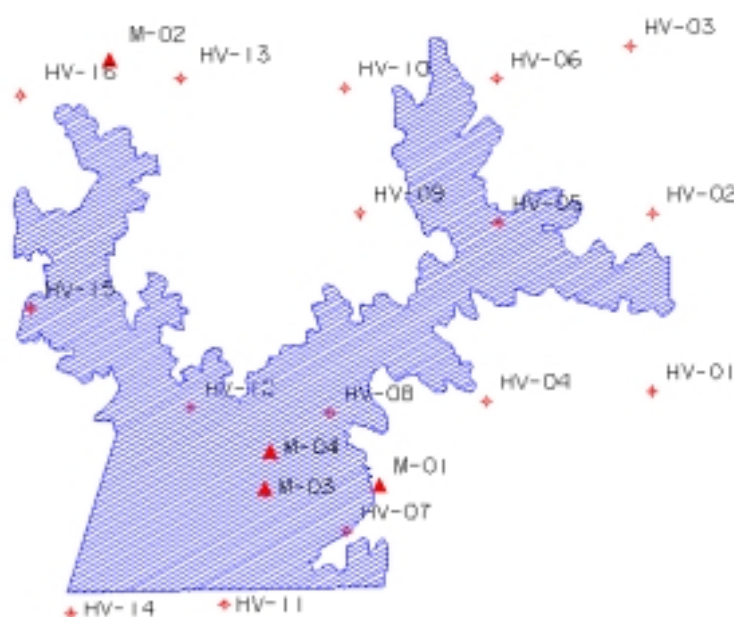
Referência	Cota (m)
RN 1678 S	315,8326
RN 1678 Z	359,8504



## ESQUEMA DO APOIO BÁSICO E SUPLEMENTAR

### 7.3.3. Memória de Cálculo

Os cálculos das coordenadas plano-retangulares foram efetuados no sistema UTM – SAD 69, com origem em ponto com coordenadas geodésicas conhecidas conforme mencionado acima.



Os cálculos foram processados no software da Trimble Trimnet Plus versão 2.35 e encontram-se no *Tomo 3B – Estudos Cartográficos – Memória de Cálculo*, do *Volume I – Estudos Básicos*.

### 7.4. AEROTRIANGULAÇÃO

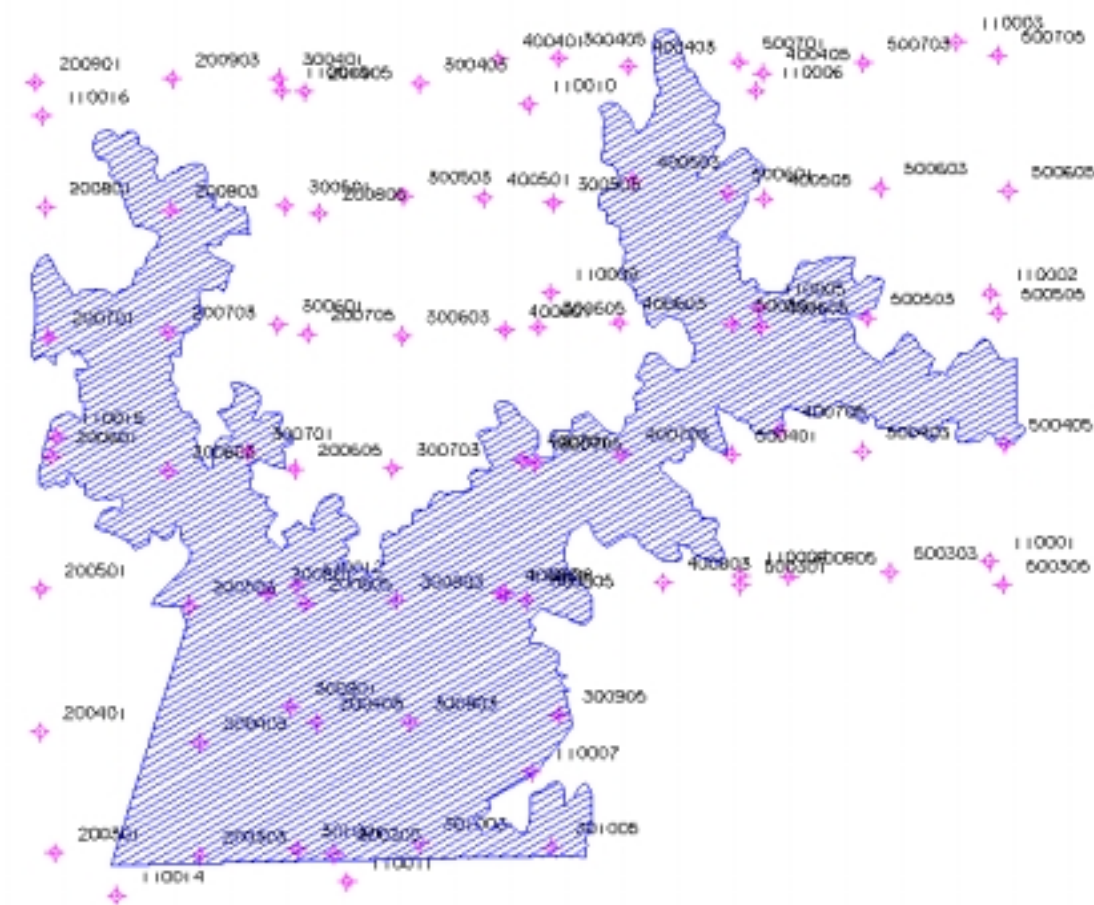
As imagens para a geração dos trabalhos foram obtidas a partir da scanerização dos negativos fotogramétricos na escala de 1:15.000, com utilização de “scanner fotogramétrico” com capacidade de geração de imagens digitais com “pixel” de 28 microns.

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



## ESQUEMA DE AEROTRIANGULAÇÃO

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



Considerando a importância da aerotriangulação na precisão do produto final, os procedimentos foram rigorosamente controlados.

### 7.5. ARQUIVO GERENCIADOR

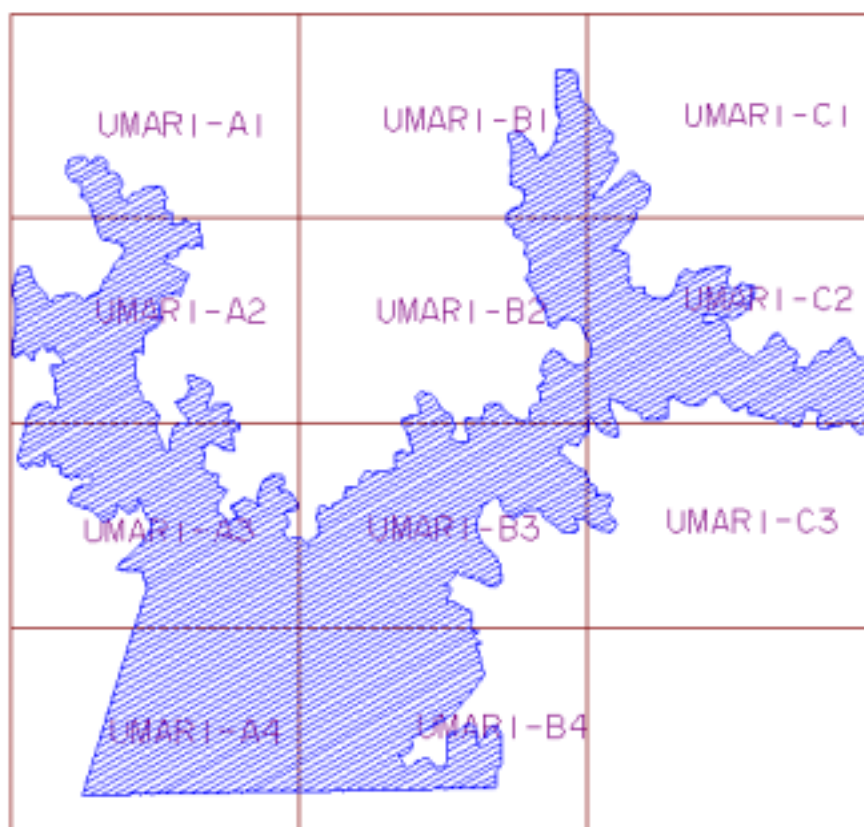
Foi gerado um arquivo gerenciador do projeto onde foram lançados:

- Apoio básico e suplementar implantado;
- Limite das áreas a serem mapeadas;



- Pontos da aerotriangulação;
- Articulação de folhas;
- Controle dos arquivos em trabalho de edição;
- As bases cartográficas foram geradas no formato do Sistema MaxiCAD, e sua formatação é digital tridimensional, estando seus elementos planimétricos condizentes com a altimetria gerada.

Apresentamos a seguir um esquema do arquivo gerenciador apresentando o esquema de articulação de folhas.



Os desenhos de I-3A-04/15-000 até I-3A-14/15-000, do Tomo 3A, apresentam as cartas plani-altimétricas, do esquema acima, de acordo com o quadro a seguir.

Articulação	Desenho do Tomo 3A
UMARI - A1	I-3A-04/15-000





<b>Articulação</b>	<b>Desenho do Tomo 3A</b>
UMARI – A2	I-3A-05/15-000
UMARI – A3	I-3A-06/15-000
UMARI – A4	I-3A-07/15-000
UMARI – B1	I-3A-08/15-000
UMARI – B2	I-3A-09/15-000
UMARI – B3	I-3A-10/15-000
UMARI – B4	I-3A-11/15-000
UMARI – C1	I-3A-12/15-000
UMARI – C2	I-3A-13/15-000
UMARI – C3	I-3A-14/15-000

## **7.6. RESTITUIÇÃO FOTOGRAMÉTRICA**

Para a vetorização dos elementos cartográficos a seguir discriminados, foram utilizados restituidores digitais dotados de programa específico.

Elementos Cartográficos representados:

- Sistema hidrográfico;
- Altimetria;
- Referências de nível.

A altimetria foi definida até a cota 315 mais 100 metros, para maior segurança dos dados do projeto, perfazendo um total de 31,02 km<sup>2</sup> de área restituída.

Todos os trabalhos seguiram as INSTRUÇÕES REGULADORAS DAS NORMAS TÉCNICAS DA CARTOGRAFIA NACIONAL, atendendo ao padrão de PEC estabelecido a esse tipo de trabalho.



## 7.7. EDIÇÃO

O processamento e edição dos dados espaciais planimétricos foram executados em estações gráficas computadorizadas.

Todas as informações complementares de toponímia foram impostadas obedecendo os padrões de posicionamento estabelecidos pela normas vigentes.

As operações de Revisão/Edição consistiram em:

- Recorte dos arquivos dos modelos restituídos;
- Inserção do arquivo recortado no arquivo principal da estação gráfica informatizada;
- Recorte dos arquivos gerados no formato das folhas das plantas;
- Edição e saída provisória para verificação das ligações dos modelos restituídos;
- Verificação final da continuidade de detalhes em folhas de plantas adjacentes e
- Preparação final, com enquadramento das folhas no formato estipulado, com lançamento do quadriculado gráfico e da máscara padrão com os dados de individualização das folhas, como segue:
  - Dados do sistema de projeção;
  - *Datum* horizontal e vertical;
  - Escalas gráfica e numérica;
  - Data do vôo, da reambulação e da edição;
  - Articulação das folhas;



- Quadro de convenções;
- Declinação magnética e data;
- Coordenadas planas do reticulado;
- Número de folha;
- Entidade executora; e
- Entidade contratante.

Nesta etapa deste trabalho foram restituídas somente as categorias de hidrografia e altimetria, os arquivos foram enviados juntamente com a ampliação fotográfica de cada área para que seja executado o cadastro, o restante das feições serão complementadas depois de findos os trabalhos de cadastro.

#### **7.8. CONTROLE DE QUALIDADE**

Em cada fase de desenvolvimento da cartografia digital foi elaborada uma estratégia de controle de qualidade onde foram analisados e verificados todos os passos que compõem cada fase, de forma que, as fases seguintes ficassem isentas de discrepâncias anteriores.

No final da execução de cada mapa executou-se um controle de qualidade final onde foram analisadas todas as etapas que compuseram a construção da base cartográfica, mas de uma forma onde se analisou o todo das informações ali contidas.

Foi executada também uma consistência automática dos arquivos gerados de forma a manter o mesmo padrão de informações nos seus respectivos níveis com relação a nome, traço, simbologia, cor e espessura.



### **7.9. PRODUTOS ENTREGUE**

Serão entregue a SRH/CE os seguintes produtos a respeito do levantamento aerofotogramétrico da bacia da barragem Umari:

- Uma coleção de aerofotos na escala do voo, 66 fotos;
- Um foto índice na escala de 1:60.000;
- Monografias dos vértices implantados;
- 01 coleção de CD-ROM, contendo 44 fotos aéreas em formato digital;
- 01 coleção de arquivos digitais, em formato DWG-3D na escala 1:5.000, com hidrografia e altimetria.

### **8. LEVANTAMENTO DE JAZIDAS**

As áreas das ocorrências de materiais construtivos para execução da barragem Umari, foram amarradas a partir do eixo barrável, através de poligonais locadas com a utilização de um teodolito WILD T-1. As ocorrências objeto do levantamento planimétrico foram: Jazidas J-1 e J-2 de material terroso; Areal; e Pedreira.

#### **8.1. JAZIDAS**

Foram estudadas duas jazidas para construção da barragem de terra. Inicialmente locou-se a poligonal de amarração das jazidas J-1 e J-2 em relação ao eixo barrável, em seguida, através de uma linha base auxiliar, todos os poços escavados para investigação geotécnica das jazidas foram locados, numerados e amarrados.

O quadro a seguir apresenta a quantidade de furos, a área levantada e a distância de cada jazida, do primeiro furo locado ao eixo barrável.



Local	Quantidade de Furos	Área (ha)	Dist. ao eixo (m)
Jazida J-1	229	42,64	77,00
Jazida J-2	52	8,10	923,00

No Tomo 3A, desenho I-3A-15/15-000, apresenta a localização das jazidas e no *Tomo 3C - Estudos Cartográficos - Cadernetas de Campo, do Volume I - Estudos Básicos*, encontram-se as cadernetas de locação.

## 8.2. AREAL

Para execução do filtro de areia e fonte de fornecimento de agregado miúdo para concretos da barragem Umari, foram realizadas investigações geotécnicas por meio de poços à pá e picareta, ao longo do areal do rio Barrigas. O quadro a seguir apresenta as coordenadas destes poços.

Furo	Coordenadas UTM (m)	
	Este	Norte
01	438.738	9.468.186
02	438.785	9.468.329
03	438.830	9.468.472
04	438.890	9.468.610
05	438.966	9.468.740
06	438.978	9.468.890
07	439.004	9.469.036
08	439.075	9.469.166
09	439.129	9.469.306
10	439.249	9.469.393
11	439.309	9.469.532
12	439.248	9.469.669
13	439.249	9.469.818
14	439.385	9.469.879
15	439.520	9.469.949
16	439.650	9.470.024



### 8.3. PEDREIRAS

A pedra de onde será extraído o material pétreo necessário para a construção da barragem, foi locada através de uma poligonal com aproximadamente 770 metros de extensão. As investigações na pedra, foram realizadas por meio de sondagens rotativas, as quais estão locadas e apresentadas no quadro a seguir:

Sondagem	Cota (m)	Coordenadas UTM (m)	
		Este	Norte
FP-1	331,284	437.982	9.468.252
FP-2	323,496	438.061	9.468.216
FP-3	333,102	438.015	9.468.184

Selecionou-se, também, duas outras ocorrências alternativas que situam-se, uma na margem da BR-020, em local anteriormente explorado para a construção da própria rodovia, e a outra na ombreira esquerda a cerca de 500 metros à montante do eixo, próxima ao povoado de Salgadinho. Estas alternativas não foram sondadas mecanicamente e suas localizações foram aferidas com GPS manual, registrando-se:

Pedreira Alternativa	Coordenadas UTM (m)	
	Este	Norte
Margem da BR-020	438.926	9.467.126
Ombreira Esquerda (500 m à montante)	439.355	9.469.012

A localização das pedreiras pode ser observada no desenho I-3A-15/15-000 do Tomo 3A, enquanto a caderneta de locação está apresentada no *Tomo 3C – Estudos Cartográficos – Cadernetas de Campo, do Volume I – Estudos Básicos.*

**Consórcio**

---



**MONTGOMERY WATSON**

