



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

VOLUME III - DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM UMARI

Tomo 7 - Relatório Síntese



MONTGOMERY WATSON





MONTGOMERY WATSON



GOVERNADOR DO ESTADO DO CEARÁ

Benedito Clayton Veras Alcântara

SECRETÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS

Hypérides Pereira de Macedo

SUB-SECRETÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS

Ramon Flávio Gomes Rodrigues

COORDENADOR GERAL DOS PROJETOS ESPECIAIS

Francisco Hoilton Rios Araripe

**CONTRATO Nº 002/PROGERIRH - PILOTO/SRH/CE/2001**
EQUIPE DE ELABORAÇÃO

CONSÓRCIO MONTGOMERY WATSON ENGESOFT	ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO DA SRH
João F. Vieira Neto Engº. Civil Diretor Técnico Engesoft	Ivoneide Ferreira Damasceno Engª. Civil Presidente da Comissão
William Moler Geólogo Gerente do Contrato	Lucrecia Nogueira de Sousa Geóloga Membro da Comissão
Walmir Fernando Duarte Jardim Engº. Civil Coordenador do Projeto	Thereza Cristina Citó Rêgo Engª. Civil Membro da Comissão
José Ribamar Pinheiro Barbosa Engº. Civil Geotecnia e Barragem	Osvan Menezes de Queiroz Engº. Civil Membro da Comissão
Waldir Barbosa de Souza Rodrigues Engº. Civil Barragem	Maria Alice Guedes Geóloga Membro da Comissão
Alysson César Azevedo da Silva Engº. Civil Estudos Básicos e Topografia	Francisco José de Sousa Engº. Agrônomo Membro da Comissão
José Osmar Coelho Saraiva Engº. Civil Hidráulica e Adutora	Maria Elaine Bianchi Geógrafa Membro da Comissão
Sérgio Pontes Engº. Civil Hidráulica e Adutora	Francisco Dário Silva Feitosa Engº. Agrônomo Membro da Comissão
Naimar Gonçalves Barroso Severiano Economista Meio Ambiente e Reassentamento	Nelson L. de S. Pinto Consultor do Painel de Inspeção e Segurança de Barragens da SRH
Marcos César Feitosa Geólogo Levantamento Cadastral	Paulo Teixeira da Cruz Consultor do Painel de Inspeção e Segurança de Barragens da SRH
Paulo Silas de Sousa Engº. Agrônomo Levantamento Cadastral	Ronei Vieira de Carvalho Consultor do Painel de Inspeção e Segurança de Barragens da SRH
Hermano Câmara Campos Geólogo Geologia e Geotecnia	
Raimundo Eduardo Silveira Fontenele Economista Avaliação Financeira e Econômica	



MONTGOMERY WATSON



RELATÓRIO SÍNTESE



MONTGOMERY WATSON



ÍNDICE

**ÍNDICE**

	Páginas
RELATÓRIO SÍNTESE -----	3
ÍNDICE -----	4
1. INTRODUÇÃO -----	6
2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO -----	8
3. FICHA TÉCNICA -----	11
4. CURVA COTA X ÁREA X VOLUME -----	15
5. RELAÇÃO DE DESENHOS -----	17
6. DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO DA BARRAGEM -----	20
<i>6.1. Maciço da Barragem</i> -----	<i>21</i>
6.1.1. Descrição da Seção Tipo-----	21
<i>6.2. Talude de Montante</i> -----	<i>22</i>
<i>6.3. Talude de Jusante</i> -----	<i>22</i>
<i>6.4. Filtro Vertical</i> -----	<i>23</i>
<i>6.5. Tapete Drenante (Tipo Sanduíche)</i> -----	<i>23</i>
<i>6.6. Dreno de Pé</i> -----	<i>24</i>
<i>6.7. Instrumentação</i> -----	<i>24</i>
<i>6.8. Sangradouro</i> -----	<i>25</i>
<i>6.9. Tomada D'água</i> -----	<i>27</i>
7. RESUMO DOS INVESTIMENTOS -----	29



MONTGOMERY WATSON



1. INTRODUÇÃO



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, EIAs/RIMAs, Levantamentos Cadastrais, Plano 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.

O presente trabalho compõe o Volume III – Detalhamento do Projeto Executivo da Barragem Umari situado em Madalena, Ceará, que é formado por sete Tomos, a saber:

- Tomo 1 – Relatório Geral do Projeto;
- Tomo 2 – Desenhos e Plantas;
- Tomo 3 – Memória de Cálculo;
- Tomo 4 – Especificações;
- Tomo 5 – Quantitativos e Orçamento;
- Tomo 6 – Planos de Operação e Manutenção;
- Tomo 7 – Relatório Síntese.**

O Tomo 7, aqui apresentado, consiste no Relatório Síntese e aborda os seguintes capítulos:

- Ficha Técnica;
- Relação de Desenhos;
- Descrição Geral do Projeto da Barragem;
- Resumo de Investimentos.



MONTGOMERY WATSON



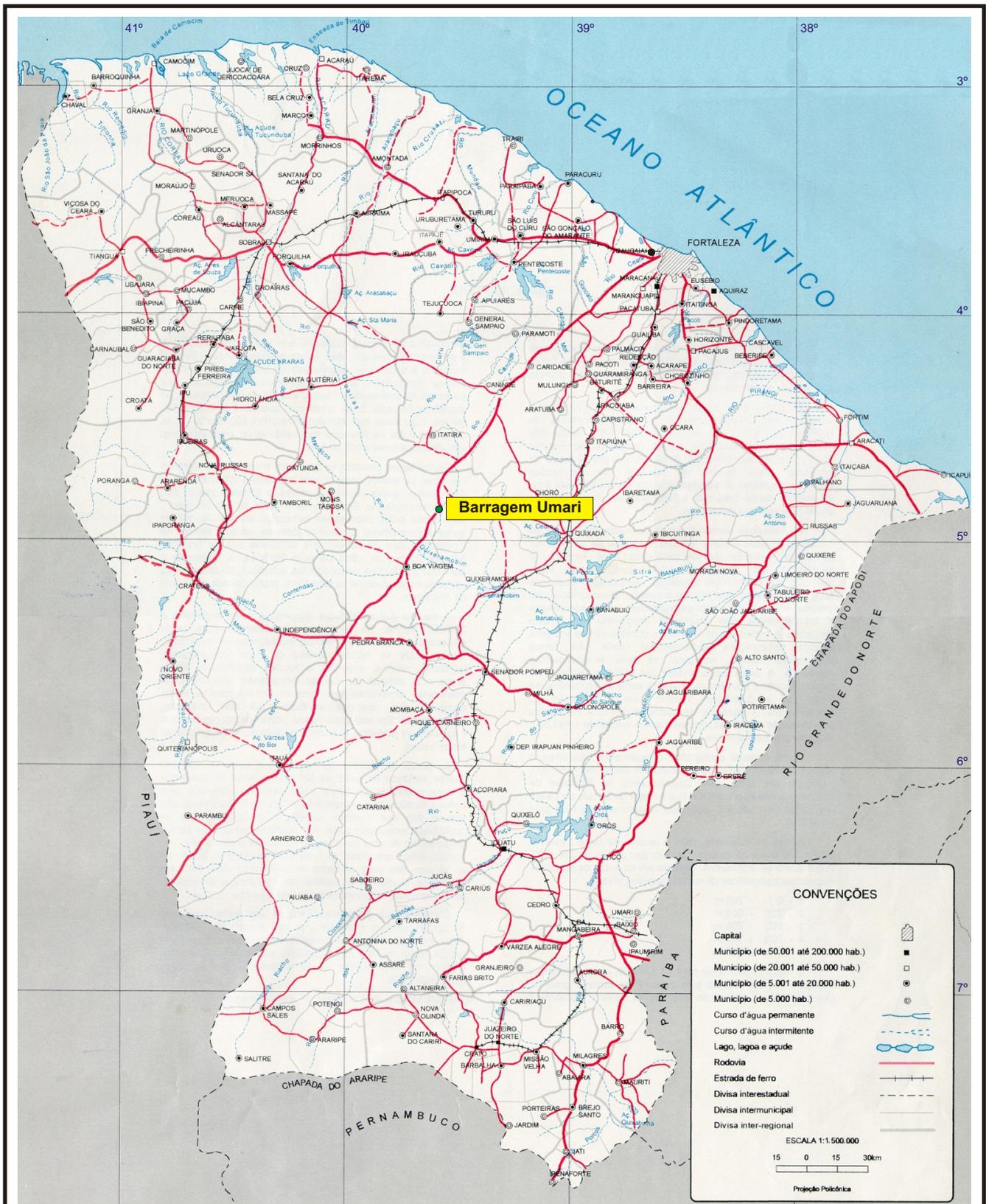
2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO



2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A Barragem Umari será formada pelo barramento do rio Barrigas nas coordenadas UTM N 9.468.435 e E 438.305. A barragem situa-se próxima a localidade de Salgadinho, a cerca de 7Km à montante da sede do município de Madalena, pertencendo a microregião geográfica da Bacia do rio Banabuiú.

Desde Fortaleza, o acesso ao sítio do barramento é feito através da BR-020, onde percorre-se 164 Km (ou seja 7 Km antes da cidade de madalena) até uma localidade denominada Salgadinho (no lado direito da rodovia). Dentro da concentração urbana de Salgadinho toma-se uma estrada carroçal, em direção a casa do Sr. José André, onde após 800m alcança-se o rio no local do barramento.



Fonte: Atlas do Ceará - IPLANCE.

FIGURA - 2.1
MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO



MONTGOMERY WATSON



3. FICHA TÉCNICA



3. FICHA TÉCNICA

A ficha técnica da Barragem Umari é apresentada a seguir, mostrando as principais características da obra:

FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM UMARI	
IDENTIFICAÇÃO	
Denominação:	Barragem Umari
Estado:	Ceará
Município:	Madalena
Coordenadas Geográficas:	38°32'48"W; 4°48'34"S
Sistema:	Rio Jaguaribe
Rio Barrado:	Barrigas
Proprietário:	Estado do Ceará/SRH
Autor do Projeto:	Consórcio Engesoft/Montgomery
Data do Projeto:	Abril/2002
BACIA HIDROGRÁFICA	
Área:	975 km ²
Precipitação Média Anual:	642 mm
Evaporação Média Anual:	2.706 mm
CARACTERÍSTICA DO RESERVATÓRIO	
Área da Bacia Hidráulica (cota 310,00 m):	738,28 ha
Volume Acumulado (Cota 310,00 m):	35,04 hm ³
Volume Afluentes Médio Anual:	43,55 hm ³
Volume Morto do Reservatório (Cota 302,00 m):	3,33 hm ³
Volume de Alerta (Cota 304,00 m):	7,49 hm ³
Vazão Regularizada (90%):	0,390 m ³ /s
Vazão Máxima Afluentes de Projeto (TR=1.000 anos)	1619m ³ /s
Vazão Max. De Projeto Amortecida (TR=1.000 anos):	932 m ³ /s
Vazão Máxima Afluentes de Verificação	1809 m ³ /s

**FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM UMARI**

(TR=10.000 anos)	
Vazão Max. De Verificação Amortecida (TR=10.000 anos):	1055 m ³ /s
Nível D'Água Max. Normal:	310,00 m
Nível D'Água Max. Maximorum (TR=1.000 anos):	313,61 m
Nível D'Água Max. Maximorum (TR=10.000 anos):	313,94

BARRAGEM PRINCIPAL

Tipo:	Maciço de Seção Homogênea de Terra
Altura Máxima:	21,82 m
Largura do Coroamento:	6,0 m
Extensão pelo Coroamento:	598,80 m
Cota do Coroamento:	315,50 m
Volume de Escavação (Fundação):	40.600 m ³
Volume do Maciço e Cut-Off::	333.250 m ³
Volume do Enrocamento (Rip-Rap e Rock-Fill):	32.710 m ³
Volume de Transições:	13.180 m ³
Volume de Areia (Filtro e Transições):	17.350 m ³
Volume do Tapete Impermeabilizante de Montante:	114.300 m ³
Largura Máxima da Base (sem tapete):	100,50 m
Talude de Montante:	1,0 (V) : 2,5 (H)
Talude de Jusante:	1,0 (V) : 2,0 (H)

BARRAGEM AUXILIAR

Tipo:	Maciço de Seção Homogênea de Terra
Altura Máxima:	12,72 m
Largura do Coroamento:	6,00 m
Extensão pelo Coroamento:	202,14 m
Cota do Coroamento:	315,50 m
Volume de Escavação (Fundação):	1.700 m ³

**FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM UMARI**

Volume do Maciço e Cut-Off:	34.580 m ³
Volume do Enrocamento (Rip-Rap e Rock-Fill):	3.800 m ³
Volume de Transições:	2.250 m ³
Volume de Areia (Filtro e Transições):	2.300 m ³
Largura Máxima da Base:	71,11 m
Talude de Montante:	1,0 (V) : 2,5 (H)
Talude de Jusante:	1,0 (V) : 2,0 (H)

SANGRADOURO

Tipo:	Canal Escavado em Rocha
Largura:	60 m
Cota de Sangria:	310,00m
Extensão Total do Canal:	280,00 m
Vazão Máxima Prevista (TR=1.000 anos)	932 m ³ /s
Vazão Máxima Prevista (TR=10.000 anos):	1055 m ³ /s
Lâmina Máxima Prevista (TR=1.000 anos):	3,61 m
Lâmina Máxima Prevista (TR=10.000 anos):	3,94 m
Borda Livre:	2,38 m
Volume de Escavação Comum.: Em rocha.:	32.800 m ³ 82.500 m ³

TOMADA D'ÁGUA

Tipo:	Tubo de Aço Envolto em Concreto
Localização:	Ombr. Dir. / Est. 42+10,00
Número de Conduitos:	1 (um)
Diâmetro:	500 mm
Comprimento do Conduto:	78,00 m
Cota da Geratriz Inferior à Montante:	301,75 m
Cota da Geratriz Inferior à Jusante:	301,50 m
Volume de Concreto Armado:	180 m ³
Volume de Concreto de Regularização:	38,00 m ³
Comprimento Total (incluindo entrada e saída):	90,0 m



MONTGOMERY WATSON



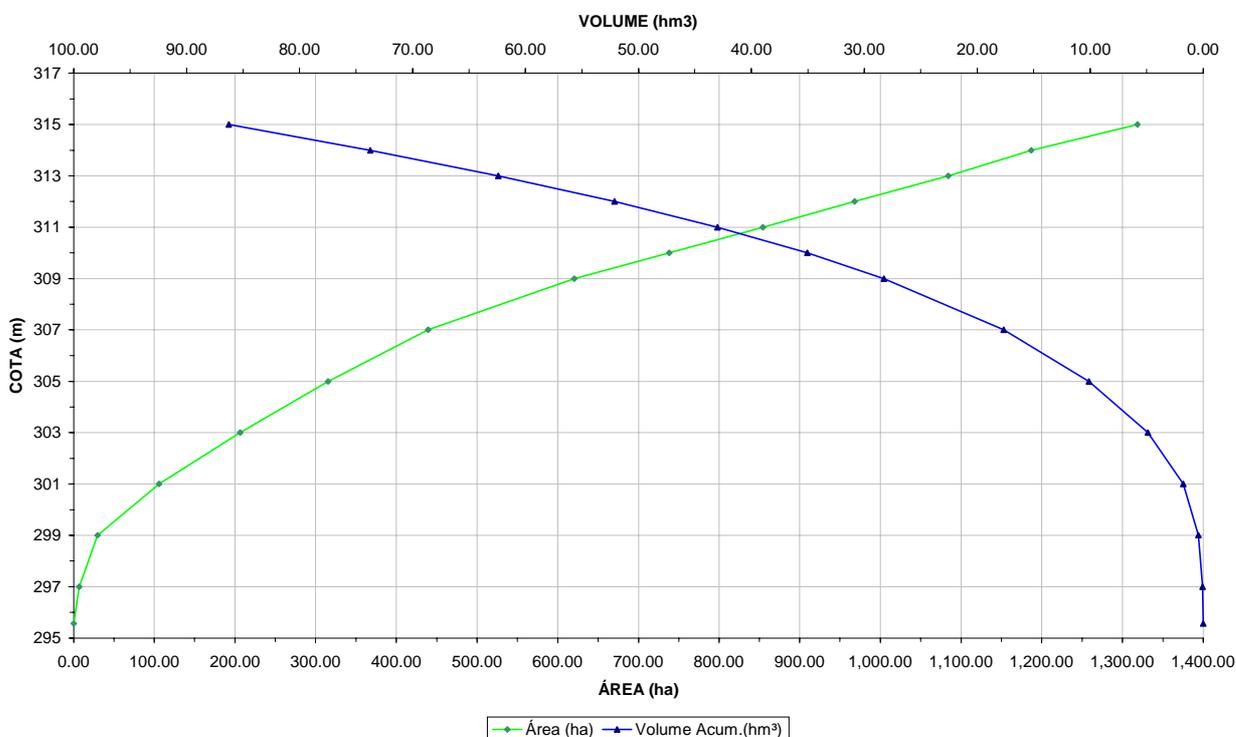
4. CURVA COTA X ÁREA X VOLUME



Barragem: Umari

COTA - ÁREA - VOLUME			
Cota(m)	Área (ha)	Volume (hm ³)	Volume Acum.(hm ³)
295.558	0.00	0.00	0.00
297.000	6.86	0.05	0.05
299.000	29.58	0.36	0.41
301.000	105.67	1.35	1.77
303.000	206.32	3.12	4.89
305.000	315.24	5.22	10.10
307.000	439.39	7.55	17.65
309.000	620.58	10.60	28.25
310.000	738.28	6.79	35.04
311.000	854.31	7.96	43.01
312.000	968.31	9.11	52.12
313.000	1,084.09	10.26	62.38
314.000	1,187.04	11.36	73.74
315.000	1,318.70	12.53	86.26

BARRAGEM UMARI
COTA x ÁREA x VOLUME





MONTGOMERY WATSON



5. RELAÇÃO DE DESENHOS



5. RELAÇÃO DE DESENHOS

Os desenhos são apresentados na tabela a seguir:

DESCRIÇÃO	NÚMERO
CARTA PLANIALTIMÉTRICA	III-6-01/31-000
PLANTA DE LOCAÇÃO DOS EIXOS DAS OBRAS	III-6-02/31-000
ARRANJO GERAL DAS OBRAS	III-6-03/31-000
PERFIL LONGITUDINAL DA BARRAGEM E SANGRADOURO	III-6-04/31-000
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DAS SONDAJENS	III-6-05/31-000
BARRAGEM - PERFIL LONGITUDINAL DO SUBSOLO	III-6-06/31-000
SANGRADOURO - PERFIL LONGITUDINAL DO SUBSOLO	III-6-07/31-000
LOCALIZAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS E BOTA-FORA	III-6-08/31-000
SEÇÃO MÁXIMA - DETALHES	III-6-09/31-000
BARRAGEM PRINCIPAL - SEÇÕES TRANSVERSAIS (13 A 21)	III-6-10/31-000
BARRAGEM PRINCIPAL - SEÇÕES TRANSVERSAIS (22 A 24)	III-6-11/31-000
BARRAGEM PRINCIPAL - SEÇÕES TRANSVERSAIS (25 E 26)	III-6-12/31-000
BARRAGEM PRINCIPAL - SEÇÕES TRANSVERSAIS (27 E 28)	III-6-13/31-000
BARRAGEM PRINCIPAL - SEÇÕES TRANSVERSAIS (29 E 30)	III-6-14/31-000
BARRAGEM PRINCIPAL - SEÇÕES TRANSVERSAIS (31 E 32)	III-6-15/31-000
BARRAGEM PRINCIPAL - SEÇÕES TRANSVERSAIS (33 E 34)	III-6-16/31-000
BARRAGEM PRINCIPAL - SEÇÕES TRANSVERSAIS (35 E 36)	III-6-17/31-000
BARRAGEM PRINCIPAL - SEÇÕES TRANSVERSAIS (37 E 38)	III-6-18/31-000
BARRAGEM PRINCIPAL - SEÇÕES TRANSVERSAIS (39 A 42)	III-6-19/31-000
BARRAGEM AUXILIAR - SEÇÕES TRANSVERSAIS (47 A 50)	III-6-20/31-000
BARRAGEM AUXILIAR - SEÇÕES TRANSVERSAIS (51 A 56)	III-6-21/31-000
SANGRADOURO - PLANTA PERFIL E SEÇÕES	III-6-22/31-000
TOMADA D'ÁGUA - ESCAVAÇÃO PLANTA, PERFIL E SEÇÕES	III-6-23/31-000
TAPETE DE VEDAÇÃO - DETALHES	III-6-24/31-000
PLANTA DA TOMADA D'ÁGUA - CORTES E DETALHES	III-6-25/31-000
TOMADA D'ÁGUA - PROTEÇÃO DA CAIXA DE JUSANTE - DETALHES	III-6-26/31-000



DESCRIÇÃO	NÚMERO
TOMADA D'ÁGUA - CAIXA DE JUSANTE E MONTANTE	III-6-27/31-000
TOMADA D'ÁGUA - ARMADURA, CAIXA DE MONTANTE E GALERIA	III-6-28/31-000
TOMADA D'ÁGUA - ARMADURA, CAIXA DE JUSANTE	III-6-29/31-000
DRENAGEM - DETALHES	III-6-30/31-000
INSTRUMENTAÇÃO	III-6-31/31-000



MONTGOMERY WATSON



6. DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO DA BARRAGEM



6 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO DA BARRAGEM

6.1. MACIÇO DA BARRAGEM

6.1.1. Descrição da Seção Tipo

Este item tem a finalidade de descrever com detalhes a seção tipo adotada para a Barragem Umari que apresenta as seguintes características:

- Cota e Largura da Crista

A cota da crista foi definida tendo como fator limitante a ponte existente na BR-020, foi determinada a máxima cota da soleira tal que a cheia de 1.000 anos não atingisse o fundo da viga que está na cota 313,84 m. Por outro lado, trabalhou-se com a idéia de minimizar a escavação em rocha do sangradouro. A cota do sangradouro foi, portanto, definida em 310,00 m, acumulando um volume de 35,04 hm³, o máximo possível sem afetar a ponte. Como pode ser visto no desenho III-6-04/31-000 do Tomo-2 - Perfil longitudinal da Barragem e do Sangradouro. A partir da definição da cota da soleira e das informações hidrológicas sobre as lâminas milenar e decamilenar foi determinada a altura da onda, em função do fecht de 7,40 km, como sendo 1,25 m. A partir daí calculou-se a folga $f = 1,75$ m. Considerando a lâmina da cheia milenar obteve-se a revanche $R = 5,36$ m e daí resultou na cota do coroamento que foi fixada em 315,50 m.

A largura do coroamento foi determinada pela fórmula de Preece e verificou-se que o valor encontrado é ligeiramente inferior a 6,00m. Portanto, foi adotado um coroamento com 6,00 metros de largura. A seção transversal apresenta um caimento de 2% para montante. A camada final com 30,00cm de espessura será executada com cascalho areno argiloso compactado. Nos limites dos bordos serão colocados meios-fios moldados "in situ" com abertura para montante espaçadas de 20,00m em 20,00m.



- **Materiais Construtivos do Maciço**

Para a execução da barragem foram pesquisadas duas jazidas de solos J-01 e J-02, que formarão o maciço da barragem.

O maciço terroso será homogêneo com solos das jazidas J-01 e J-02.

Além dos materiais terrosos, foram estudados materiais arenosos e pétreo para uso no sistema de drenagem interna e nas zonas de proteção dos paramentos de montante e jusante respectivamente.

6.2. TALUDE DE MONTANTE

O talude de montante foi indicado com inclinação de 1:2,5 (V:H) em toda a sua extensão, e esta inclinação foi confirmada através das análises de estabilidade. Foi previsto fazer a proteção do talude de montante com materiais pétreos da seguinte forma: Abaixo da cota 302,00 m será executado uma camada de Brita "A" com 30 cm de espessura. Entre as cotas 302,00 m e 308,00 m será executada uma camada de Brita "A" com 0,50 m de espessura. Acima da cota 308,00 será executado um rip-rap com 1,20 m de espessura, sendo que os 90 cm superficiais serão executados com pedras com a granulometria do material a ser empregado no enrocamento de pé. Os 30 cm restantes ficarão em contato com o paramento da barragem, serão executados com Brita "A".

6.3. TALUDE DE JUSANTE

O talude de jusante foi projetado com inclinação de 1:2 (V:H) até a cota 302,00m quando foi previsto o topo do "rock fill", que tem 4,00m de coroamento, sendo 2,00m em solo e 2,00m em enrocamento, talude de jusante de 1:1,5 (V:H) e talude de montante 1:1 (V:H).

Para fazer a proteção do talude de jusante foi prevista a colocação de uma camada de 0,30m de espessura de material oriundo de britagem de blocos de rocha.



6.4. FILTRO VERTICAL

Está prevista a execução de um filtro vertical, com topo na cota 313,61m como parte do sistema de drenagem interna, com 1,00m de espessura, executado em areia grossa do areal A-01.

Deve-se ressaltar que está previsto o uso total de areia vindo do areal A-01 no leito do riacho Barrigas com permeabilidade média de 7×10^{-3} cm/s. O diâmetro máximo da areia foi de 4,8mm.

O enquadramento dessa areia na classificação unificada USC mostra que ela é do tipo SP, ou seja, areia mal graduada.

O topo do filtro vertical ficará na cota 313,61 correspondente a cheia milenar, o filtro vertical será executado entre as estacas 13+10,00 e 42+8,00, na barragem principal e entre as estacas 47+0,00 e 54+0,00 na barragem auxiliar.

6.5. TAPETE DRENANTE (TIPO SANDUÍCHE)

Para receber as águas do filtro vertical e da fundação está previsto a execução, na barragem principal e auxiliar, de um tapete drenante tipo sanduíche, com 0,90 m de espessura, sendo 0,30 m de brita "A" entre duas camadas de 0,30 m cada de areia grossa do Areal A-01.

O tapete drenante será executado na barragem principal entre as estacas 13+10,00 e 42+8,00 e na barragem auxiliar entre as estacas 47+0,00 e 54+0,00. Tanto na barragem principal como na barragem auxiliar o tapete drenante só atinge o pé da barragem na parte central do boqueirão e nas regiões mais elevadas das ombreiras o tapete não vai até o pé da barragem e drenará as águas no sentido do gradiente da ombreira, ou seja, no sentido paralelo ao eixo. Entre as estacas 20+10,00 e 39+10,00 da barragem principal e 48+10,00 e 51+10,00 da barragem auxiliar o tapete drenante será pleno e se estenderá até o pé da barragem. As águas que chegarem nessa região vindas das ombreiras e da porção central do maciço serão encaminhadas para fora da seção pelo pé da jusante para



os pontos mais baixos onde será construído um pequeno medidor de vazão para avaliar as perdas pela fundação e maciço.

6.6. DRENO DE PÉ

Finalmente, concluído os dispositivos de drenagem interna, foi previsto a execução de um dreno de pé do talude de jusante nas barragens principal e auxiliar que consiste na execução de um enrocamento com blocos de pedra obtidos de rocha sã vindo da escavação do sangradouro ou da pedreira P-01.

O enrocamento terá seção trapezoidal com taludes de montante de 1:1 (V:H) e jusante de 1:1,5 (V:H), a cota do coroamento na barragem principal é 302,00 m e na barragem auxiliar é 306,00 m. A largura da crista deste, em ambos os casos, é de 4,00 m, sendo 2,00 m em solo e 2,00 m em enrocamento. O enrocamento será executado na barragem principal entre as estacas 20+10,00 e 39+10,00 e na barragem auxiliar entre as estacas 48+10,00 e 51+10,00.

O enrocamento de pé aprofundará no terreno de assentamento do espaldar de jusante cerca de 4,00 m.

No contato do enrocamento com a barragem e do enrocamento com a fundação foi previsto a execução de uma camada de transição formada de areia e brita. A areia virá do rio Barrigas e terá 0,50 m de espessura. A brita será obtida da britagem de rocha sã vinda das escavações obrigatória do sangradouro, preferencialmente, ou da exploração da pedreira P-01.

Sob o enrocamento de pé da barragem principal foi projetada uma linha de poços de alívio, espaçados a cada 15m. Estes dispositivos tem a finalidade de captar fluxos ascendentes que deverão ocorrer pela fundação, entre estacas 22 e 37+15.

6.7. INSTRUMENTAÇÃO

O projeto de instrumentação foi desenvolvido com as seguintes finalidades:

Verificar as pressões neutras nas fundações e corpo da barragem;



Verificação dos deslocamentos da barragem;

Verificação do nível d'água no reservatório.

Para verificação das pressões neutra na fundação da barragem e no corpo da barragem foi previsto a instalação de piezômetros tipo Casagrande em três seções, sendo duas situadas nas estacas 20 e 37 (ombreiras) e uma na parte central, na estaca 34.

Em cada seção será colocado seis piezômetros mostrados.

A verificação do deslocamento da barragem será feito colocando três marcos superficiais amarrados a marcos de referência para medidas de deslocamento horizontal e vertical. Os marcos superficiais serão colocados no coroamento da barragem nas estacas 20, 35 e 38. Os marcos fixo em número mínimo de três serão escolhidos no campo em locais seguros e indeslocáveis e deverão ser amarrados ao sistema de coordenadas da obra.

A verificação do nível do reservatório será feita colocando-se régua limnimétrica com 3,0m de comprimento.

A primeira régua terá o zero na cota 306,0 m. Está previsto a colocação de três régua no talude de montante. As régua serão colocadas na estaca 34.

6.8. SANGRADOURO

No eixo denominado de "A", alternativa escolhida e implantada definitivamente em campo, reservou-se o local da ombreira esquerda entre as estacas 0A a 10A para colocação do sangradouro.

Inicialmente foram executadas três sondagens mista SM-1A na estaca 0+7,40 m, SM-2A na estaca 3+6,0 m e SM-3A na estaca 10+0,00 m. A sondagem SM-1A apresentou 6,12 m de solo residual e encontrou uma rocha que classificada como gnaiss, apresentando nos três primeiros metros uma rocha com RQD=0,0% sem competência portanto para servir como canal escavado do sangradouro. A rocha



mais competente estaria abaixo da cota de interesse. A sondagem SM-2A apresentou apenas 1,19 m de solo residual quando então é encontrado o topo rochoso com variação de 30% a 100% abaixo da cota 310,00 m o RQD=100%, excelente para sangradouro.

A sondagem SM-3A tem um perfil geotécnico semelhante ao da sondagem SM-2A.

Tendo em vista o resultado da sondagem SM-1A a projetista solicitou à SRH a execução de mais algumas sondagens para elucidar as dúvidas que se formaram quando tentou-se imaginar a fundação no local do sangradouro. Foram executados, complemento 13 furos de sondagens, sendo 7 mista e 6 a percussão.

Examinando os perfis dessas sondagens observa-se que as sondagens mista mostraram que a rocha é de boa qualidade e que o sangradouro pode ser executado em canal escavado em rocha. As sondagens percussivas serviram para mostrar que a capa de solo na área da escavação variará de 0,50 m a 1,80 m.

A soleira foi fixada na cota 310,00 m por questões de interferência do nível do lago com a ponte da BR-020.

Examinando essas planilhas verifica-se que os volumes de rocha escavado excedem em muito as necessidades. Entretanto uma largura menor não pode ser testada face a limitação do nível inferior da superestrutura da ponte da BR-020.

Portanto o sangradouro ficará com 60,00 m de largura e soleira na cota 310,00 m.

Com essa geometria a escavação total do canal será de 115.221 m³ sendo 32.765 m³ em solo e 82.456 m³ em rocha.

Com 60,00 m de largura a vazão milenar efluente será de 932 m³/s e a lâmina é de 3,61 m.

Não é necessário a execução de muros laterais tendo em vista que na cota da soleira a escavação é em rocha.



Devido as irregularidades das escavações, principalmente em rocha, foi previsto a execução de dois cordão de concreto para fixação da cota da soleira.

O material excedente da escavação será colocado numa área que fica a jusante do sangradouro para formar um dique, com objetivo de proteger um aglomerado de casas que existe nesse local, caso as águas de sangria não sigam o percurso previsto para restituir as águas ao leito do rio.

6.9. TOMADA D'ÁGUA

A tomada d'água será implantada na estaca 42A+10,00 m. Ela consistirá de um tubo de aço ASTM-36 produzido com chapas de 5/16" no diâmetro de $\phi=500\text{mm}$. A tubulação será envolvida por uma estrutura de concreto armado. A extensão da tubulação é de 78,0 m. O eixo da galeria ficará na cota 302,00 m. O dimensionamento foi feito de forma que na cota 304,0 m, nível do volume de alerta, a galeria retire uma vazão de $0,39 \text{ m}^3/\text{s}$.

A barragem na cota do volume de alerta estará acumulando um volume de 7,49 m^3 , correspondente a 21,3%.

Está previsto a execução de duas caixas, uma de montante que terá uma grade de ferro e um crivo e a outra em jusante que terá três células. A primeira acomodará uma válvula borboleta e um registro de gaveta. A segunda terá um anteparo para dissipar o excesso de energia cinética. A terceira será um tanque tranquilizador que terá na saída um sangradouro triangular para medição de vazão.

As caixas serão construídas em concreto armado.

As peças especiais, crivo, válvula borboleta e registro de gaveta, serão todos de fabricação BARBARÁ ou similar com as seguintes referências:

CRIVO – TIPO CRI 10: com diâmetro de 500mm com flange de Ferro Dúctil NBR 6916, classe 42012 e crivo de chapa de Aço 1010/1020, perfurada.



VÁLVULA BORBOLETA: válvula com flange série AWWA com diâmetro $\phi=500\text{mm}$ com corpo e disco em FoFo com acionamento manual através de mecanismo de redução através de volante.

REGISTRO DE GAVETA: o registro de gaveta será com flanges com cunha de borracha, de corpo longo, com face a face igual ao das válvulas série métrica oval classe PN 16 com diâmetro de $\phi=500\text{mm}$ e acionamento do tipo direto.

Os tubos serão de aço ASMT-36 produzidos de chapas de 5/16". Os tubos receberão flanges nos encontros com as peças de ferro fundido.

A galeria será operada normalmente na válvula borboleta ajustando a vazão no medidor de vazão.



MONTGOMERY WATSON



7. RESUMO DOS INVESTIMENTOS



7 - RESUMO DO INVESTIMENTO

A Barragem Umari envolverá a aplicação de **R\$ 9.261.468,21** (Nove milhões, duzentos e sessenta e um mil, quatrocentos e sessenta e oito reais, vinte e um centavos), conforme mostram os custos resumidos a seguir.

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TOTAIS R\$
1	ADMINISTRAÇÃO E FISCALIZAÇÃO	41.982,88
2	SERVIÇOS PRELIMINARES	2.636.059,38
3	BARRAGEM PRINCIPAL	4.363.396,50
4	BARRAGEM AUX. E DIQUE	360.436,03
5	SANGRADOURO	1.652.677,40
6	TOMADA D'ÁGUA	206.916,02
	TOTAL GERAL	9.261.468,21

Consórcio



MONTGOMERY WATSON

