



## **Folha de Dados**

**IDGED:**

203/005/06

**LOTE:**

2236

**AUTOR:**

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICO – SRH; GOLDER ASSOCIATES; PIVOT

**TÍTULO:**

ESTUDOS DE ALTERNATIVA, VIABILIDADE E PROJETO BÁSICO DA ALTERNATIVA SELECIONADA DA BARRAGEM ARNEIROZ II

**SUBTÍTULO:**

TOMO V - PROJETO BÁSICO; VOLUME 6 – RELATÓRIO SÍNTESE

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH



**PROÁGUA**

S E M I - Á R I D O

ESTUDO DE ALTERNATIVAS, VIABILIDADE E  
PROJETO BÁSICO DA ALTERNATIVA SELECIONADA  
DA BARRAGEM ARNEIROZ II

TOMO V - PROJETO BÁSICO

VOLUME 6 - RELATÓRIO SÍNTESE

Lote 02236 - Proj  Scan ( ) Index ( )  
Projeto Nº 0203/05/06  
Volume 1  
Qtd. A1 \_\_\_\_\_ Qtd. A3 \_\_\_\_\_ aneiro - 2001  
Qtd. A2 \_\_\_\_\_ Qtd. A1 \_\_\_\_\_  
Qtd. A0 \_\_\_\_\_ Outros \_\_\_\_\_



**ESTUDO DE ALTERNATIVAS, VIABILIDADE E  
PROJETO BÁSICO DA ALTERNATIVA  
SELECIONADA DA BARRAGEM ARNEIROZ II**

**TOMO V – PROJETO BÁSICO**

**VOLUME 6**

**RELATÓRIO SÍNTESE**

*Elaborado para.*

**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – SRH – CE**  
*Fortaleza – CE*  
*Brasil*

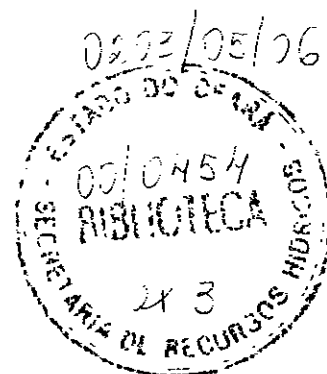
*Elaborado por*

**Consórcio GOLDER-PIVOT**  
*Rua Leonardo Motta, 699*  
*Fortaleza – CE*  
*Brasil*

Distribuição

01 Cópia - Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH – CE  
01 Cópia - Consórcio GOLDER-PIVOT

Janeiro, 2001



009-5601-OS1-015

000003

**GOVERNADOR DO ESTADO DO CEARÁ**

Tasso Ribeiro Jereissati

**SECRETÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS**

Hypérides Pereira de Macedo

**COORDENADOR GERAL DOS PROJETOS ESPECIAIS**

Francisco José Coelho Teixeira

**GERÊNCIA GERAL ADJUNTA**

Ramon Flávio Gomes Rodrigues

**GERÊNCIA DE PLANEJAMENTO TÉCNICO**

Francisco de Assis Souza Filho

000004

**EQUIPE DE ELABORAÇÃO**

<b>CONSÓRCIO GOLDER – PIVOT</b>	<b>ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO DA SRH</b>
José Carlos Virgili Geólogo	Francisco de Assis Souza Filho M.S Hidráulica e Saneamento Presidente da Comissão
Jeovah Cardoso de Lima Engº Agrônomo	Lucrécia Nogueira de Sousa Geólogo Membro
Nelson Luiz Ferreira Porto Engº Civil	Dorian Ponte Lima Engº. Civil Membro
Mário Cicareli Pinheiro Engº Civil	Nelson L. de S. Pinto Consultor do Painel de Inspeção e Segurança de Barragens da SRH
José Mário Queiroga Mafra Engº Civil	Paulo Teixeira da Cruz Consultor do Painel de Inspeção e Segurança de Barragens da SRH
Tácito Cunha de Souza Geólogo	Ronei Vieira de Carvalho Consultor do Painel de Inspeção e Segurança de Barragens da SRH
Márcio Ferreira de Araújo Mendes Engº Civil	
Luciana Flávia Campos Baptista Villefort Engº Civil	
Ronaldo de Azevedo Chaves Engº Civil	
Cláudio Márcio da Silva Geólogo	
Elias Lopes Duarte Coelho Projetista	
Marcus Vinícius Santos Silva Projetista	
Nerilene Aparecida Silva Chaves Secretária de Projeto	

000005

---

## ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	01
2	LOCALIZAÇÃO E ACESSOS . . . . .	01
3	FICHA TÉCNICA DO BARRAMENTO.....	02
4	DOCUMENTAÇÃO DO PROJETO .. . . .	04
4.1	Relatório de Estudos Preliminares . . . . .	04
4.2	Estudos Básicos . . . . .	04
4.3	Relatório de Concepção Geral . . . . .	05
4.4	Relatório Técnico Preliminar. . . . .	05
4.5	Relatório de Estudos de Viabilidade . . . . .	05
4.6	Projeto Básico... . . . .	05
5	DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO . . . . .	08
5.1.	Arranjo Geral.. . . . .	08
5.2.	Barragem de Terra... . . . .	08
5.3	Vertedouro . . . . .	09
5.4.	Tomada de Água. . . . .	09
5.5.	Instrumentação da Barragem.... . . . .	10
6.	CRONOGRAMA GERAL. . . . .	10
7	ORÇAMENTO E ANÁLISE DE CUSTOS . . . . .	14

## 1. INTRODUÇÃO

Este documento constitui-se no no **Relatório Síntese do Projeto Básico da Barragem Arneiroz II**, localizada no Rio Jaguaribe, no município de Arneiroz, Estado do Ceará, elaborado nos termos do contrato N° 002/PROÁGUA/SRH/2000, celebrado entre a Secretaria dos Recursos Hídricos do estado do Ceará e o Consórcio GOLDER-PIVOT.

A Barragem Arneiroz II é uma das obras referenciadas no Plano Estadual dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – PERH/CE (SRH/CE, 1992), sendo considerada como um empreendimento prioritário do governo estadual, com destinação principal de preencher o vazio hídrico existente no vale do Alto Jaguaribe. Além desta finalidade principal, o empreendimento, que está inserido no programa do PROÁGUA/Semi-Árido, deverá garantir o abastecimento de água das cidades de Arneiroz, Saboeiro e outras localidades marginais ao rio Jaguaribe, no trecho que se desenvolve do eixo da barragem até o remanso do reservatório do Açude de Orós. Nesse trecho, o fluxo deverá ser perenizado pela obra em tela.

Segundo os dados constantes do Relatório “Elaboração dos Estudos de Identificações Técnica, Socioeconômica, Ambiental e Demográfica do Projeto da Barragem Arneiroz II, no Município de Arneiroz, Previsto no PROÁGUA” (ESC – Engenharia Serviços e Consultoria, 1998), a obra é de extrema importância para a perenização de trecho do rio Jaguaribe, no centro da região mais árida do Estado do Ceará. Como benefício direto mais importante, deverá ser atendida uma população de cerca de 20 000 habitantes, distribuída pelas localidades de Arneiroz, Saboeiro, São Pedro e Canafístula (município de Jucás), Barro Alto, Quixoá e Gadelha (município de Iguatu)

Já tendo sido objeto de um projeto anterior (“Açude Público Arneiroz II – Volume I: Relatório Geral”, AGUASOLOS Consultoria de Engenharia Ltda, 1992), a concepção e dimensionamento da obra foram submetidos ao Painel de Inspeção e Segurança de Barragens do PROURB-CE, que concluiu pela necessidade de uma revisão geral, motivo do presente Projeto Básico

## 2. LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A Barragem Arneiroz II está localizada no rio Jaguaribe, município de Arneiroz, 11 km a montante da sede do município. A obra situa-se no sudoeste do Estado do Ceará, na região denominada Sertão do Inhamuns. Em relação a outras obras hidráulicas de importância na bacia, a barragem está localizada a montante dos Açudes de Orós e Castanhão, bem como do Canal do Trabalhador

O sítio de obra situa-se em uma seção fluvial do rio Jaguaribe, tendo coordenadas geográficas 6°7'15" de latitude Sul e 40°13'20" de longitude Oeste

O acesso ao local da barragem é feito, a partir de Fortaleza, pela rodovia federal asfaltadas BR-020 até a cidade de Tauá, em um trecho de 315 km; de Tauá segue-se 56 km na direção sudoeste, em uma estrada carroçável até a cidade de Arneiroz, de Arneiroz segue-se na direção noroeste, também em uma estrada carroçável, margeando o rio Jaguaribe, onde a 11 km situa-se a

barragem. O desenho nº ARN-100-DE-001 (Volume 2) mostra a localização e os acessos ao local da obra, bem como a situação da área de interesse em relação à bacia do rio Jaguaribe, onde aparecem ainda as posições relativas de outros empreendimentos hidráulicos de importância, tais como os Açudes Orós e Castanhão e o Canal do Trabalhador

### 3. FICHA TÉCNICA DO BARRAMENTO

#### - Identificação

- Denominação: Barragem Arneiroz II
- Estado: Ceará
- Município: Arneiroz
- Sistema: Jaguaribe
- Rio Barrado: rio Jaguaribe
- Proprietário: Estado do Ceará/SRH
- Autor do Projeto: Golder Associates Brasil Ltda
- Data do Projeto: Janeiro/2001

#### - Características do Reservatório

- Volume acumulado (cota 368,00 m)  $197,06 \times 10^6 \text{ m}^3$
- Área da bacia Hidráulica  $20,338 \text{ km}^2$
- Volume alerta.  $9,88 \times 10^6 \text{ m}^3$
- Volume morto do reservatório:  $11,33 \times 10^6 \text{ m}^3$
- Percentual de volume (morto) acumulado 5,75 %

#### - Bacia Hidrográfica

- Área.  $5\,342 \text{ km}^2$
- Precipitação média anual: 544 mm
- Evaporação média anual. 2.691 mm
- Coeficiente de escoamento: 0,59
- Vazão regularizada. (90%)  $1,47 \text{ m}^3/\text{s}$



**- Barragem**

- Tipo terra homogênea / terra-enrocamento
- Altura máxima 34,20 m
- Largura do coroamento: 7,0 m
- Extensão pelo coroamento 1401 m (margem direita + margem esquerda)
- Cota do coroamento El. 374,40
- Volume de escavação (fundação) 98 088m<sup>3</sup>
- Volume do maciço 1 001 760 m<sup>3</sup>
- Volume de enrocamento (rip-rap e rock-fill): 170.733 m<sup>3</sup>
- Volume de transições 40.436 m<sup>3</sup>
- Volume de areia (filtro e transições): 52.988 m<sup>3</sup>
- Largura máxima da base: 125 m
- Talude de Montante 1v 2h
- Talude de Jusante trecho enrocamento 1v:1,5h-trecho terra 1v:1,8h
- Cortina de injeção (altura var ) 8 a 12 m

**- Tomada de água**

- Tipo Torre sem ligação com as margens
- Diâmetro 800 mm
- Cota da geratriz inferior a montante El 345,00 m
- Cota de geratriz inferior a jusante: El 345,00 m
- Volume de escavação 1 190 m<sup>3</sup>
- Volume de concreto armado: 522 m<sup>3</sup>
- Volume de concreto de regularização. 18 m<sup>3</sup>
- Descarga máxima de trabalho: 4,62 m<sup>3</sup>/s
- Comprimento 114 m
- Dissipador de energia: bacia com lage de impacto tipo VI do Bureau of Reclamation
- Dispositivos de controle e medição de vazões válvula borboleta e vertedouro retangular na extremidade jusante
- Localização ombreira direita

**- Vertedouro**

- Tipo: superfície, com soleira livre tipo Creager
- Largura. 300,00 m
- Vazão máxima (Tr=10000 anos) 3 436 m<sup>3</sup>/s
- Lâmina máxima Prevista: 2,20 m
- Borda livre 2,13 m
- Volume de escavação: 262 036 m<sup>3</sup>
- Volume de concreto ogiva 9 300 m<sup>3</sup>
- Bacia - Lajes 2.470 m<sup>3</sup>

#### - Muros de contenção

- Material: concreto armado
- Altura máxima: 9,90 m
- Comp. Na margem direita: 42,55 m
- Comp. Na margem esquerda: 47,50 m
- Volume de concreto estrutural 2 560 m<sup>3</sup>

#### - Muro Central

- Material. concreto armado
- Altura máxima 8,50 m
- Comprimento. 19,50 m
- Volume de concreto estrutural. 190 m<sup>3</sup>

## 4. DOCUMENTAÇÃO DO PROJETO

Apresenta-se a seguir a relação completa de documentos que constituem o “Estudo de Alternativas, Viabilidade e Projeto Básico da Barragem Arneiroz II, elaborado nos termos do contrato N° 002/PROÁGUA/SRH/2000, celebrado entre a Secretaria dos Recursos Hídricos do estado do Ceará e o Consórcio GOLDER-PIVOT”

### 4.1 Relatório de Estudos Preliminares

TOMO II - RELATÓRIO DE ESTUDOS PRELIMINARES

### 4.2 Estudos Básicos

TOMO II - VOLUME 1 - HIDROLOGIA E DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO  
TOMO II - VOLUME 1A - HIDROLOGIA E DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO –  
MEMÓRIA DE CÁLCULO  
TOMO II - VOLUME 2 - TOPOGRAFIA  
TOMO II - VOLUME 2A - TOPOGRAFIA – DESENHOS  
TOMO II - VOLUME 2B - TOPOGRAFIA – MEMÓRIA DE CÁLCULO  
TOMO II - VOLUME 2C - TOPOGRAFIA – CADERNETAS DE CAMPO  
TOMO II - VOLUME 3 - ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS  
TOMO II - VOLUME 3A – ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS – ANEXOS –  
PARTE 1  
TOMO II - VOLUME 3A – ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS – ANEXOS –  
PARTE 2  
TOMO II - VOLUME 4 - AEROFOTOGRAMETRIA

#### 4.3 Relatório de Concepção Geral

TOMO III – VOLUME 1 - RELATÓRIO DE CONCEPÇÃO GERAL – TEXTO  
TOMO III – VOLUME 2 – RELATÓRIO DE CONCEPÇÃO GERAL – DESENHOS  
TOMO III – VOLUME 3 – RELATÓRIO DE CONCEPÇÃO GERAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO

#### 4.4 Relatório Técnico Preliminar

Relatório Técnico Preliminar

#### 4.5 Relatório de Estudos de Viabilidade

TOMO IV – VOLUME I – RELATÓRIO DE VIABILIDADE – TEXTO  
TOMO IV – VOLUME IA – DIRETRIZES PARA O PLANO DE ADMINISTRAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA HUMANO  
TOMO IV – VOLUME II - RELATÓRIO DE VIABILIDADE – DESENHOS  
TOMO IV – VOLUME III – RELATÓRIO DE VIABILIDADE – MEMÓRIA DE CÁLCULO

#### 4.6 Projeto Básico

O Projeto Básico da Barragem Arneiroz II, ora apresentado, está consubstanciado em seis volumes, conforme descrito a seguir:

TOMO V - VOLUME 1- MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO  
TOMO V - VOLUME 2 - DESENHOS  
TOMO V - VOLUME 3 - MEMÓRIA DE CÁLCULO  
TOMO V - VOLUME 4 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS  
TOMO V - VOLUME 5 – QUANTITATIVOS, ORÇAMENTO NORMAS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO  
TOMO V - VOLUME 6 - RELATÓRIO SÍNTESE

## LISTA DE DESENHOS

A numeração dos desenhos do projeto deverá seguir o seguinte processo: ARN - 100 - DE - 001.

ARN: identifica a obra - Arneiroz  
 100: identifica as diversas disciplinas componentes do projeto.  
 001: numeração sequencial para cada disciplina

- 100 - Desenhos Gerais
- 200 - Hidrologia e Hidráulica
- 300 - Geologia e Geotecnia
- 400 - Desvio e Controle do rio durante a construção
- 500 - Obras de Terra
- 600 - Estruturas de Concreto
- 700 - Planejamento

<b>Relação de Desenhos do Projeto Básico</b>	
<b>Desenhos Gerais - 100</b>	
ARN - 100 - DE - 001	PROJETO BÁSICO - MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSOS
ARN - 100 - DE - 002	PROJETO BÁSICO - ARRANJO GERAL DAS OBRAS - PLANTA
<b>Hidrologia e Hidráulica - 200</b>	
ARN - 200 - DE - 001	PROJETO BÁSICO - BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAGUARIBE
ARN - 200 - DE - 002	PROJETO BÁSICO - CURVAS COTA X ÁREA X VOLUME DO RESERVATÓRIO
ARN - 200 - DE - 003	PROJETO BÁSICO - CARACTERÍSTICAS HIDROMETEOROLÓGICAS
<b>Geologia e Geotecnia - 300</b>	
ARN - 300 - DE - 001	PROJETO BÁSICO - CONVENÇÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS LEGENDAS E SIMBOLOGIAS ADOTADAS
ARN - 300 - DE - 002	PROJETO BÁSICO - MAPA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO E LOCAÇÃO DAS SONDAGENS - PLANTA.
ARN - 300 - DE - 003	PROJETO BÁSICO - SEÇÃO GEOTÉCNICA LONGITUDINAL AO EIXO DO BARRAMENTO SEÇÃO A-A.
ARN - 300 - DE - 004	PROJETO BÁSICO - SEÇÕES GEOTÉCNICAS TRANSVERSAIS AO EIXO DO BARRAMENTO SEÇÃO B-B, C-C E D-D.
ARN - 300 - DE - 005	PROJETO BÁSICO - LOCALIZAÇÃO DE ÁREAS DE EMPRÉSTIMO E JAZIDAS
ARN - 300 - DE - 006	PROJETO BÁSICO ÁREA DE EMPRÉSTIMO-01. SEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 1-1
ARN - 300 - DE - 007	PROJETO BÁSICO ÁREA DE EMPRÉSTIMO-01. SEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 2-2
ARN - 300 - DE - 008	PROJETO BÁSICO ÁREA DE EMPRÉSTIMO-01. SEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 3-3
ARN - 300 - DE - 009	PROJETO BÁSICO ÁREA DE EMPRÉSTIMO-01. SEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 4-4
ARN - 300 - DE - 010	PROJETO BÁSICO ÁREA DE EMPRÉSTIMO-01. SEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 5-5

continuação...

<b>Relação de Desenhos do Projeto Básico</b>	
<b>Geologia e Geotecnia – 300</b>	
ARN – 300 – DE – 011	PROJETO BÁSICO ÁREA DE EMPRÉSTIMO–02.SEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 1-1
ARN – 300 – DE – 012	PROJETO BÁSICO ÁREA DE EMPRÉSTIMO–02.SEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 2-2
ARN – 300 – DE – 013	PROJETO BÁSICO ÁREA DE EMPRÉSTIMO–02.SEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 3-3
ARN – 300 – DE – 014	PROJETO BÁSICO ÁREA DE EMPRÉSTIMO–02.SEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 4-4
ARN – 300 – DE – 015	PROJETO BÁSICO ÁREA DE EMPRÉSTIMO–02.SEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 5-5
ARN – 300 – DE – 016	PROJETO BÁSICO ÁREA DE EMPRÉSTIMO–03.SEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 1-1 / 2-2
ARN – 300 – DE – 017	PROJETO BÁSICO ÁREA DE EMPRÉSTIMO–03.SEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 3-3 / 4-4
ARN – 300 – DE – 018	PROJETO BÁSICO ÁREA DE EMPRÉSTIMO–03.SEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 5-5 / 6-6
ARN – 300 – DE – 019	PROJETO BÁSICO ÁREA DE EMPRÉSTIMO–03.SEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 7-7
ARN – 300 – DE – 020	PROJETO BÁSICO ÁREA DE EMPRÉSTIMO–03.SEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 8-8
ARN – 300 – DE – 021	PROJETO BÁSICO ÁREA DE EMPRÉSTIMO–03.SEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 9-9
ARN – 300 – DE – 022	PROJETO BÁSICO ÁREA DE EMPRÉSTIMO–03.SEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 10-10
ARN – 300 – DE – 023	PROJETO BÁSICO ÁREA DE EMPRÉSTIMO–03.SEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 11-11
ARN – 300 – DE – 024	PROJETO BÁSICO – ÁREA DE EMPRÉSTIMO E JAZIDAS DE AREIA - ENSAIOS GEOTÉCNICOS FOLHA 1 / 2.
ARN – 300 – DE – 025	PROJETO BÁSICO – ÁREA DE EMPRÉSTIMO E JAZIDAS DE AREIA - ENSAIOS GEOTÉCNICOS FOLHA 2 / 2.
<b>Desvio e controle do rio durante a construção – 400</b>	
ARN – 400 – DE – 001	PROJETO BÁSICO – SEQUÊNCIA CONSTRUTIVA
<b>Obras de Terra – 500</b>	
ARN – 500 – DE – 001	PROJETO BÁSICO- VERTEDOURO – ESCAVAÇÃO – PLANTA E SEÇÕES.
ARN – 500 – DE – 002	PROJETO BÁSICO –BARRAGEM E ESTRUTURAS – ESCAVAÇÕES – PLANTA E SEÇÕES.
ARN – 500 – DE – 003	PROJETO BÁSICO – BARRAGEM DE TERRA – TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO.
ARN – 500 – DE – 004	PROJETO BÁSICO – BARRAGEM DE TERRA – PLANTA.
ARN – 500 – DE – 005	PROJETO BÁSICO - BARRAGEM DE TERRA – SEÇÕES A-A E DETALHES
ARN – 500 – DE – 006	PROJETO BÁSICO - BARRAGEM DE TERRA – SEÇÃO B-B E PLANTA
ARN – 500 – DE – 007	PROJETO BÁSICO - BARRAGEM DE TERRA – SEÇÕES C-C, D-D E DETALHES
ARN – 500 – DE – 008	PROJETO BÁSICO - BARRAGEM DE TERRA - DRENAGEM PLUVIAL - PLANTA
ARN – 500 – DE – 009	PROJETO BÁSICO - BARRAGEM DE TERRA – INSTRUMENTAÇÃO

continuação...

<b>Relação de Desenhos do Projeto Básico</b>	
<b>Estruturas de Concreto - 600</b>	
ARN - 600 - DE - 001	PROJETO BÁSICO - VERTEDOURO - ARRANJO GERAL - PLANTA E SEÇÕES
ARN - 600 - DE - 002	PROJETO BÁSICO - ARRANJO GERAL - SEÇÕES E DETALHES
ARN - 600 - DE - 003	PROJETO BÁSICO - MURO LATERAL DIREITO (M2 E M5) - PLANTA E SEÇÕES
ARN - 600 - DE - 004	PROJETO BÁSICO - MURO LATERAL ESQUERDO (M1 E M3) - PLANTA E SEÇÕES
ARN - 600 - DE - 005	PROJETO BÁSICO - MURO CENTRAL (M4) - PLANTA, SEÇÕES E DETALHES
ARN - 600 - DE - 006	PROJETO BÁSICO - ARMADURA TÍPICA - PLANTA, SEÇÕES E DETALHE
ARN - 600 - DE - 007	PROJETO BÁSICO - TOMADA DE ÁGUA - PLANTA, SEÇÃO E DETALHE - FORMA
ARN - 600 - DE - 008	PROJETO BÁSICO - TOMADA DE ÁGUA - SEÇÕES E DETALHES - FORMA
ARN - 600 - DE - 009	PROJETO BÁSICO - TOMADA DE ÁGUA - SEÇÕES E DETALHE - FORMA
ARN - 600 - DE - 010	PROJETO BÁSICO - TOMADA DE ÁGUA - ARMAÇÃO - 1ª PARTE
ARN - 600 - DE - 011	PROJETO BÁSICO - TOMADA DE ÁGUA - ARMAÇÃO - 2ª PARTE
<b>Planejamento - 700</b>	
ARN - 700 - DE - 001	CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO

## 5. DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

### 5.1 Arranjo Geral

O arranjo geral da barragem Arneiroz II é composto por uma barragem de terra com crista na El 374,40 m e 1401m de comprimento, um vertedouro de superfície com largura de 300 m e soleira livre posicionada na El. 368,00 m, locado na margem direita, e, pelo sistema destinado à perenização do rio Jaguaribe, composto por uma tomada de água tipo torre, locada na margem direita do rio, uma tubulação de descarga, controlada por válvula borboleta e um dissipador de energia. Um dique de terra homogênea, destinado ao fechamento do trecho entre o muro direito do vertedouro e a ombreira direita, completam as estruturas do barramento.

O desenho nº ARN-100-DE-002 (Volume 2) apresenta o arranjo geral do barramento.

### 5.2 Barragem de Terra

A barragem é constituída por um trecho com seção transversal em terra-enrocamento intercalado entre dois trechos com seções transversais homogêneas de solo. O trecho com seção transversal em terra-enrocamento foi locado na região mais baixa do eixo, entre estacas 34+10 e 50+10, e possui enrocamento apenas no espaldar de jusante. Tais características das seções transversais da

barragem resultam da disponibilidade de material rochoso, pois, somente foi utilizado material rochoso proveniente das escavações exigidas

Para o controle de percolação interna da barragem, nas seções homogêneas, foram projetados filtro vertical de areia e tapete drenante horizontal. Na seção mista, foi projetada uma transição composta de duas camadas, sendo uma de areia e outra de material processado

A crista da barragem situa-se na El. 374,40 m e terá 7,0 m de largura, o talude de jusante tem inclinação 1,5 h : 1 v no trecho em terra-enrocamento e 1,8 h : 1 v nos trechos em seções homogêneas de solo. O talude de montante apresenta declividade 2,0 h : 1 v em toda a extensão da barragem. A altura máxima sobre a fundação é da ordem de 34,40 m e o comprimento total 1.400 m, sendo 1175 m entre a ombreira esquerda e o vertedouro e 225 m entre o vertedouro e a ombreira direita (dique). O talude de montante será dotado de proteção tipo "rip-rap" e o de jusante deverá ser protegido com enrocamento fino  $D_{max} = 30$  cm.

### 5.3. Vertedouro

O sistema de extravazão da barragem é constituído por um vertedouro de superfície, em soleira livre tipo Creager. O vertedouro foi projetado com uma largura de 300 m, sendo que em metade da calha a soleira estará situada na El 368,00 m e em metade na El 369,00 m, e, sua capacidade de vazão é de  $3436 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $T_r=10000$  anos). As soleiras em diferentes níveis são separadas por um muro central.

Para dissipação de energia das vazões vertidas, adotou-se uma bacia de dissipação, do tipo convencional, trabalhando com o ressalto hidráulico confinado, para as faixas de vazões de até 1000 anos. Tal consideração resultou em uma bacia de dissipação com o comprimento de 20,0 m. Este trecho será revestido em concreto, e será dotado de muros guias laterais para confinamento do fluxo e para apoiar a barragem de terra.

### 5.4 Tomada de Água

A tomada de água é caracterizada por uma estrutura do tipo torre, sem ligação com a margem. Considerando a natureza esporádica da operação do stoplog, o acesso à torre da tomada de água será feito por meio de barco. Um sistema de escadas tipo marinheiro, posicionado ao longo de toda a altura da torre, permite o acesso ao seu topo, qualquer que seja a elevação do nível de água do reservatório. A plataforma de operação do stoplog está localizada na El 374,40. A cota da sua fundação é El 345,00, sendo 29,40 m a altura total da torre. A estrutura foi locada na ombreira direita, entre o leito do rio e o vertedouro.

A galeria de descarga será constituída por um tubo de aço com 0,80 m de diâmetro, revestida em concreto, visando garantir a compactação no seu entorno. O sistema de descarga será composto por um dissipador de energia com laje impacto, tipo VI do Bureau of Reclamation, sendo a descarga controlada por válvula borboleta e um registro gaveta. Na extremidade jusante foi projetado um vertedouro retangular para permitir a medição de vazões.

## 5.5 Instrumentação da Barragem

A concepção do sistema de instrumentação para a barragem Arneiroz II foi baseada nas seguintes premissas:

- A barragem terá como fundação um maciço rochoso (gnaisse) de boa qualidade, o que elimina preocupações quanto à deformações,
- As características dos materiais de construção não causam preocupações quanto ao desenvolvimento de pressões neutras durante a fase de construção do aterro.

Assim sendo, foi prevista uma instrumentação simplificada e de baixo custo, que auxiliará, basicamente, a verificação do funcionamento do sistema de controle de percolação interna da barragem e os recalques do aterro. Nestas condições, serão monitorados os seguintes parâmetros:

- pressão neutra no corpo do aterro da barragem;
- recalques no aterro,
- vazões percoladas.

Para tal serão instalados na barragem os seguintes instrumentos

- piezômetros de tubo aberto tipo Casagrande (12 unidades);
- marcos topográficos superficiais (8 unidades);
- medidores de vazão percolados ( 2 unidades).

Além destes instrumentos serão instaladas duas régua limnométricas, uma na torre da tomada de água, para monitoramento do nível de água no reservatório e outra no vertedouro de medição de vazão, localizado a jusante do dissipador de energia da galeria de descarga.

Tendo em vista a altura da barragem e as considerações apresentadas neste item previu-se instrumentar apenas duas seções localizadas, uma na margem esquerda e outra na margem direita, no trecho de maior altura da barragem, na transição entre os trechos de seção homogênea e com espaldar de enrocamento a jusante.

## 6. CRONOGRAMA GERAL

O programa de construção da barragem Arneiroz II é apresentado no Cronograma de Implantação constante no Volume II – Desenhos e também, a seguir, neste item. O cronograma mostra o empreendimento em suas fases principais de construção e fornecimentos.

Os estudos elaborados para definição dos prazos de execução, concluíram pela adoção de um período de 18 meses para execução da obra

Procurou-se, no desenvolvimento do programa de construção da barragem Arneiroz II, adequá-lo às características hidrológicas do semi-árido brasileiro, que impõem ao rio Jaguaribe um regime intermitente. Tipicamente o rio permanece seco durante a maior parte do ano, com escoamento praticamente entre os meses de fevereiro a março



Esta peculiaridade do rio Jaguaribe permite que a execução da obra seja levada a cabo sem a necessidade de construção de estruturas de desvio, fato este, que reveste-se de importância no respeitante à redução do orçamento global da obra. Assim sendo, o programa de construção deverá respeitar rigorosamente o regime hidrológico da região.

Tendo em vista estas condições, a construção da barragem deverá ser executada na seguinte sequência:

- execução do vertedouro,
- execução da tomada de água,
- execução da barragem no trecho das ombreiras direita e esquerda;
- execução da barragem na zona baixa do eixo e leito do rio, após o período de chuvas.

Assim, o programa de construção desenvolver-se-á conforme descrito a seguir

a) período de Janeiro a Maio/Ano 1

Nesta etapa, que engloba o período de chuvas deverão ser executadas as seguintes estruturas:

- escavação do vertedouro,
- escavação da barragem em toda a sua extensão,
- início do tratamento de fundações do vertedouro e barragem,
- contratação do projeto e fabricação dos equipamentos hidromecânicos;
- início do aterro compactado nas ombreiras

b) período de Junho/Ano 1 a Fevereiro/Ano 2

Nesta etapa que corresponde ao período seco deverão ser executadas

- término das escavações em rocha do vertedouro,
  - escavação da tomada de água,
  - concretagem do vertedouro;
  - concretagem da tomada de água,
  - prosseguimento do aterro da barragem nas ombreiras;
  - limpeza geral da zona baixa/leito do rio para retirada de materiais eventualmente carreadas pela cheia;
  - tratamento de fundações da barragem,
  - execução da barragem nas ombreiras (prosseguimento) e na zona baixa do eixo e leito do rio
- Salienta-se que a barragem deverá na El 369,00 no final de fevereiro do ano 2. A cheia deste ano será escoada pelo vertedouro da obra, que já estará concluído,
- montagem dos equipamentos hidromecânicos

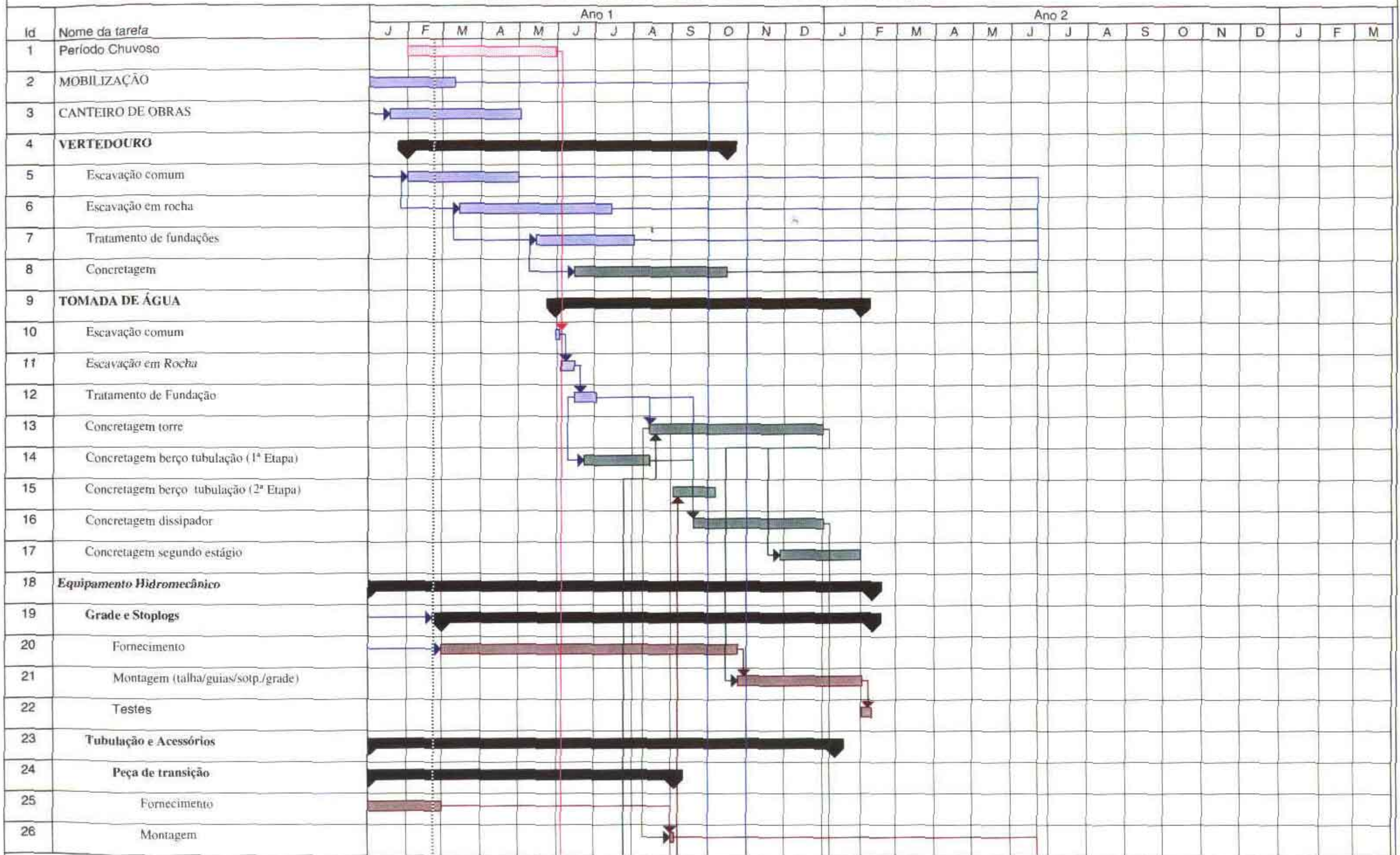
c) período de Março a Junho/Ano 2

Neste período deverão ser executados os seguintes trabalhos

- complementação da barragem até a crista,
- acabamentos da crista;
- drenagem superficial



### BARRAGEM ARNEIROZ II - CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO

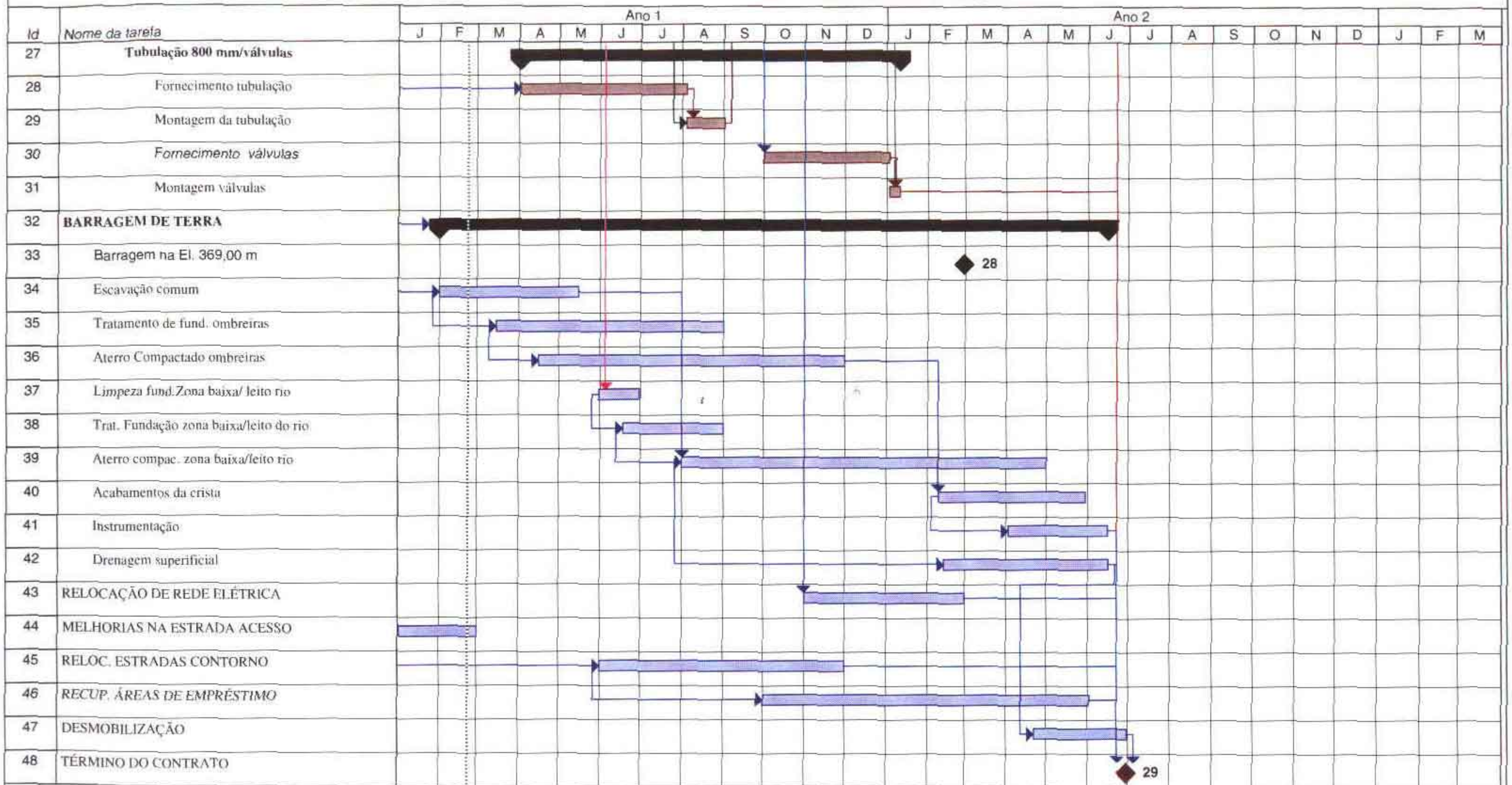


ARN - 700 - DE - 001

000018



**BARRAGEM ARNEIROZ II - CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO**



ARN - 700 - DE - 001

000019

## 7. ORÇAMENTO E ANÁLISE DE CUSTOS

Apresenta-se neste item o orçamento de implantação do empreendimento, elaborado conforme padrão da SRH/CE.

O orçamento das obras da barragem Arneiroz II, referente ao Projeto Básico, é apresentado a seguir, em forma de planilha, onde estão discriminados os serviços, os quantitativos, os preços unitários e totais de cada item. Na planilha orçamentária consta também a referência ao critério de medição e pagamento de cada serviço.

Os volumes constantes dos quantitativos previstos para cada serviço, foram obtidos nas seções dos desenhos de projeto para os materiais compactados ou espalhados, e nos cortes para os volumes de escavação.

Os preços unitários dos serviços referentes às obras civis foram obtidos a partir da Tabela de Preços Unitários da SRH/CE e através da pesquisa de preços em empresas fornecedoras de materiais e serviços sediadas em Fortaleza. O custo dos equipamentos hidromecânicos foi pesquisado junto aos fabricantes do setor.

O valor total obtido para as obras civis do empreendimento é R\$ 16.843.306,11.

Apresenta-se a seguir a planilha de quantidades e custos.

SRH CE	BARRAGEM ARNEIROZ II PROJETO BÁSICO PLANILHA DE QUANTITATIVOS E PREÇOS					DATA: JAN/2001	
	ITEM	DESCRIÇÃO	MP	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
1	<b>SERVIÇOS GERAIS - ET-2</b>						
1.1	Instalação, manutenção e remoção do canteiro		2.1	m <sup>3</sup>	1.215,00	320,00	388.800,00
1.2	Melhorias na estrada de terra de ligação entre Arneiroz e a barragem, pela margem direita do rio Jaguaribe		2.2	km	11,00	10.350,00	113.850,00
1.3	Relocação de redes elétricas		2.3	km	7,70	8.500,00	65.450,00
1.4	Execução, instalação e manutenção de placas		2.4	m <sup>2</sup>	64,00	100,00	6.400,00
1.5	Fornecimento e assentamento de meio fio no coroamento da barragem		6.6.2	m	2.802,00	11,08	31.046,16
<i>Total do item 1</i>						<b>605.546,16</b>	
2	<b>ESCAVAÇÕES - ET-3</b>						
2.1	Desmatamento, destocamento e limpeza da área de fundação das estruturas definitivas		3.1	m <sup>2</sup>	145.406,00	0,55	79.973,30
2.2	Escavação, carga, transporte e lançamento em bota-fora ou nos aterros, de material comum dentro da linha de projeto		3.2	m <sup>3</sup>	156.596,00	2,46	385.226,16
2.3	Escavação em rocha no canal do vertedouro, carga, transporte e lançamento nos aterros, em estoque ou na central de britagem		3.3.2	m <sup>3</sup>	193.028,00	16,75	3.233.219,00
2.4	Escavação em rocha na fundação das estruturas de concreto e no canal do vertedouro, com a utilização de fogos de contorno, carga, transporte e lançamento nos aterros em estoque ou na central de britagem		3.3.3	m <sup>3</sup>	10.500,00	19,03	199.815,00
<i>Total do item 2</i>						<b>3.898.233,46</b>	
3	<b>ATERROS - ET-4</b>						
3.1	<b>Barragem - ZONAS I/IA</b>						
3.1.1	Aterro com material areno-argiloso, proveniente de áreas de empréstimo, incluindo exploração, transporte, lançamento, espalhamento e compactação do material		4.2	m <sup>3</sup>	724.553,00	6,73	4.876.241,69

3.2	<b>Barragem - ZONA 2</b>					
3.2.1	Execução dos filtros e transições, com areia natural, incluindo o fornecimento da areia, carga, transporte, lançamento, espalhamento e compactação	4.3	m <sup>3</sup>	52.988,00	10,52	557.433,76
3.3	<b>Barragem - ZONA 3</b>					
3.3.1	Execução da zona de transição com material rochoso, incluindo o fornecimento, carga, transporte, lançamento, compactação e a preparação	4.4	m <sup>3</sup>	12.178,00	25,62	312.000,36
3.4	<b>Barragem - ZONA 4</b>					
	<b>Maçio de Enrocamento</b>					
3.4.1	Execução do maçoio com rocha proveniente diretamente das escavações exigidas, incluindo espalhamento e compactação	4.5.2	m <sup>3</sup>	32.300,00	2,34	75.582,00
3.4.2	Execução do maçoio com rocha proveniente de estoques, incluindo recarga, transporte, descarga, espalhamento e compactação	4.5.3	m <sup>3</sup>	129.200,00	6,50	839.800,00
3.5	<b>Barragem - ZONA 5A e 5</b>					
	<b>Barragem - ZONA 5</b>					
3.5.1	Colocação de rocha selecionada proveniente das escavações exigidas, incluindo espalhamento e acerto de blocos	4.6.2	m <sup>3</sup>	2.800,00	2,34	6.552,00
3.5.2	Colocação de rocha selecionada retirada de estoque, incluindo recarga, transporte, descarga, espalhamento e acerto do material	4.6.3	m <sup>3</sup>	6.433,00	6,50	41.814,50
3.5.3	Execução da zona de transição com material rochoso beneficiado, incluindo o fornecimento, carga, transporte, lançamento, compactação e a preparação da superfície	4.4	m <sup>3</sup>	28.258,00	25,62	723.969,96
3.6	<b>Barragem - ZONA 6 - acabamento da crista</b>					
3.6.1	Execução do acabamento da crista da barragem com material rochoso fino proveniente de estoques, incluindo recarga, transporte, espalhamento e compactação do material	4.7	m <sup>3</sup>	2.800,00	6,50	18.200,00



3.7	<b>Barragem - Zona 7 - Proteção do talude jusante</b>					
3.7.1	Execução da proteção do talude jusante com enrocamento fino diâmetro máximo 30 cm (bica corrida), proveniente das escavações exigidas.	4.8.1	m <sup>3</sup>	1.300,00	2,34	3.042,00
3.7.2	Execução da proteção do talude jusante com enrocamento fino diâmetro máximo 30 cm (bica corrida), proveniente de estoques.	4.8.2	m <sup>3</sup>	5.029,00	6,50	32.688,50
3.8	Execução do reaterro do pé da barragem com material terroso vindo das escavações obrigatórias incluindo espalhamento e compactação		m <sup>3</sup>	3.920,00	1,72	6.742,40
<b>Total do item 3</b>						<b>7.494.067,17</b>
4	<b>ESTRUTURAS DE CONCRETO - ET-7</b>					
4.1	Fornecimento e colocação do concreto, incluindo tratamento superficial da fundação, fornecimento dos materiais, fabricação, colocação e cura do concreto					
4.1.1	Concreto com fck>=18 MPa	5.2.2	m <sup>3</sup>	11.115,00	185,00	2.056.275,00
4.1.2	Concreto com fck>=26 MPa	5.2.3	m <sup>3</sup>	3.927,00	205,00	805.035,00
4.1.3	Concreto ciclônico para regularização	5.2.4	m <sup>3</sup>	100,00	145,00	14.500,00
4.1.4	Concreto magro de regularização	5.2.5	m <sup>3</sup>	18,00	145,00	2.610,00
4.2	Fornecimento dos materiais, fabricação, colocação e retirada das formas incluindo elementos de apoio, andaimes, escoramentos e peças de fixação	5.3	m <sup>2</sup>	7.807,00	41,00	320.087,00
4.3	Fornecimento, corte, dobra e colocação das armaduras incluindo arames de amarração, separadores, suspensores e outras peças de fixação					
4.3.1	Aço tipo CA-50	5.4.2	kg	375.000,00	2,10	787.500,00
4.4	Fornecimento e colocação de dispositivos de vedação tipo junta Fungenband O-22 ou similar, incluindo todos os acessórios e trabalhos necessários à aplicação	5.5	m	675,00	40,00	27.000,00
4.5	Fornecimento e colocação dos tubos de aeração	5.6	m	26,70	85,00	2.269,50

4.6	Fornecimento e colocação de tubos de drenagem e acessórios	5.6	m	18,00	95,00	1.710,00
4.7	Colocação e fornecimento das peças metálicas do guarda-corpo do vertedouro, incluindo todos serviços	5.7	kg	1.364,00	6,80	9.275,20
4.8	Colocação e fornecimento de guarda corpo, escadas tipo marinho, e peças metálicas diversas da tomada de água	5.7	kg	495,00	6,80	3.366,00
4.9	Grade metálica de proteção no dissipador	5.7	kg	836,00	6,80	5.684,80
<b>Total do item 4</b>						<b>4.035.312,50</b>
<b>5 SERVIÇOS ESPECIAIS - ET-8</b>						
5.1	<b>Execução do tratamento subsuperficial da fundação da baragem de terra e vertedouro incluindo o fornecimento dos materiais e equipamentos necessários a execução das furações, ensaios e injeções</b>					
5.1.1	<i>Execução dos furos exploratórios a rotativa, diâmetro NX, incluindo ensaios e lavagem dos furos</i>					
5.1.1.1	Execução à rotativa em rocha, diâmetro NX, com retirada e classificação dos testemunhos, ensaios de perda d'água e lavagem do furo	6.2.2	m	408,00	200,00	81.600,00
5.1.2	<b>Execução de furos a roto-percussão, diâmetro mínimo de 2 1/2", com revestimento no capeamento e lavagem do furo no trecho em rocha</b>					
5.1.2.1	Execução do furo a roto-percussão na rocha, incluindo a lavagem do furo	6.2.3.1	m	3.024,00	30,00	90.720,00
5.1.2.2	Execução da reperforação de calda injetada pelo processo de injeção descendente	6.2.3.2	m	132,00	15,00	1.980,00
5.1.3	<b>Execução da cortina de injeção a partir dos furos executados e lavados, incluindo o fornecimento de todos os materiais e equipamentos</b>					



5.1.3.1	Execução de todos os serviços de injeção incluindo o fornecimento e aplicação dos materiais e equipamentos, executando o fornecimento, manuseio a aplicação do cimento, bentonita e areia	6.2.4.2	m	3.432,00	30,00	102.960,00
5.1.3.2	Fornecimento, manuseio e aplicação do cimento e areia					
5.1.3.2.a	Cimento	6.2.4.3a	t	103,00	140,00	14.420,00
5.1.3.2.b	Bentonita	6.2.4.3b	t	2,10	600,00	1.260,00
5.1.3.2.c	Areia	6.2.4.3c	t	5,50	3,79	20,85
5.2	Execução das ancoragens das estruturas de concreto incluindo colocação e fornecimento dos materiais	6.3	un	1.244,00	146,00	181.624,00
5.3	<b>Instrumentação</b>					
5.3.1	Colocação e fornecimento dos piezômetros de tubo tipo Casagrande incluindo a execução dos furos	6.4.1	un	12,00	1.500,00	18.000,00
5.3.2	Colocação e fornecimento dos marcos topográficos, incluindo os marcos referenciais	6.4.2	un	11,00	120,00	1.320,00
5.3.3	Colocação e fornecimento das escalas limnimétricas, na tomada de água	6.4.3	un	30,00	105,00	3.150,00
5.3.4	Colocação e fornecimento das escalas limnimétricas, no dissipador	6.4.3	un	3,00	105,00	315,00
5.3.5	Execução de medidores de vazão	6.4.4	un	2,00	258,00	516,00
5.4	Execução da drenagem das estruturas de concreto, incluindo fornecimento e colocação dos tubos	6.5	m	660,00	20,00	13.200,00
5.5	<b>Drenagem Superficial</b>					
5.5.1	Execução da drenagem superficial de barragem de terra, incluindo fornecimento e colocação das meias canas (diâmetro 60cm)	6.6.1	m	640,00	60,00	38.400,00
5.5.2	Execução da drenagem superficial de barragem de terra, incluindo fornecimento de materiais e execução de caixas de passagem e descidas d'água	6.6.2	m	140,00	450,00	63.000,00
5.5.3	Execução de hueiro tubular Ø 60cm	6.6.3	m	25,00	485,00	12.125,00
<b>Total do item 5</b>						<b>624.610,85</b>

<b>6</b>	<b>EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS DA TOMADA DE ÁGUA, E DO DESCARREGADOR - ET-9</b>					
6.1	Conjunto componente da grade constituído do painel, peças fixas, viga pescadora, rastelo e acessórios	7.2	<b>cjto</b>	1,00	15.100,00	15.100,00
6.2	Conjunto componente do stoplog, constituído do painel, peças fixas, viga pescadora e acessórios	7.3	<b>cjto</b>	1,00	40.779,00	40.779,00
6.3	Peça metálica de transição, seção quadrada para seção circular	7.4	<b>cjto</b>	1,00	2.500,00	2.500,00
6.4	Tubulação de aço diâmetro 800 mm	7.5	<b>cjto</b>	1,00	78.000,00	78.000,00
6.5	Válvula borboleta diâmetro 800 mm	7.6	<b>un</b>	1,00	17.958,00	17.958,00
6.6	Válvula gaveta diâmetro 800 mm	7.7	<b>un</b>	1,00	23.198,97	23.198,97
6.7	Falha Manual capacidade 2 t.	7.8	<b>un</b>	1,00	8.000,00	8.000,00
	<b>Total do item 6</b>					<b>185.535,97</b>
	<b>TOTAL GEKAL</b>					<b>16.843.306,11</b>