



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**

*Secretaria dos Recursos Hídricos*

Frecheirinha



**Elaboração dos Estudos de Viabilidade, Estudos Ambientais (EIA-RIMA), Levantamento Cadastral, Plano de Reassentamento e Projeto Executivo da Barragem Frecheirinha no Município de Frecheirinha, no Estado do Ceará**

**ETAPAC1-PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM**

**Volume I - Detalhamento do Projeto Executivo da Barragem**

**Tomo 6 – Relatório Síntese**



**EPF**  
ENGENHARIA

Edição Final  
Novembro/2020



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

**SERVIÇOS DE CONSULTORIA PARA A ELABORAÇÃO  
DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE, ESTUDOS AMBIENTAIS  
(EIA-RIMA), LEVANTAMENTO CADASTRAL, PLANO DE  
REASSENTAMENTO E PROJETO EXECUTIVO DA  
BARRAGEM FRECHEIRINHA NO MUNICÍPIO DE  
FRECHEIRINHA, NO ESTADO DO CEARÁ**

**ETAPA C1 - PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM**

**Volume I - Detalhamento do Projeto Executivo da Barragem**

**TOMO 6 – RELATÓRIO SÍNTESE**

---



## APRESENTAÇÃO

---

## APRESENTAÇÃO

A empresa **TPF Engenharia Ltda** e a **Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE)** celebraram o contrato nº 03/SRH 2017, que tem como objetivo a “Contratação de Serviços de Consultoria para a Elaboração dos Estudos de Viabilidade, Estudos Ambientais (EIA-RIMA), Levantamento Cadastral, Plano de Reassentamento e Projeto Executivo da Barragem Frecheirinha no Município de Frecheirinha, no Estado do Ceará, cujo objetivo principal é a criação de um reservatório no rio Caiçara com o intuito de promover o controle dos recursos hídricos da bacia do rio Coreauú, atendendo as demandas de água da região, proporcionando um aproveitamento racional da água acumulada tendo como finalidade principal o abastecimento humano e o dessedentação animal.

As fases para o desenvolvimento do projeto executivo da barragem Frecheirinha são as seguintes:

- **FASE A – ESTUDO DE VIABILIDADE**

- ETAPA A1 - Estudos de Alternativas de Localização da Barragem – Relatório de Identificação de Obra - RIO - e Viabilidade Ambiental (EVA)
  - ✓ Volume I - Relatório de Identificação de Obras - RIO e Estudos de Viabilidade Ambiental - EVA
    - Tomo 1 - Estudo de Alternativas de Localização da Barragem
    - Tomo 2 - Desenhos
    - Tomo 1B - Anexos
    - Tomo 2 - Estudos de Viabilidade Ambiental
- ETAPA A2 - Estudos Básicos e Anteprojeto da Barragem
  - ✓ Volume I - Estudos Básicos
    - Tomo 1 - Relatório Geral
    - Tomo 2 - Cartografia (Textos)

- Tomo 2A - Cartografia (Desenhos)
- Tomo 2B - Cartografia Memória de Cálculo - (Croquis e Fotos)
- Tomo 2C - Estudos Topográficos
- Tomo 3 - Hidrologia (Textos)
- Tomo 4 - Geologia e Geotecnia (Textos)
- Tomo 4 A - Geologia e Geotecnia (Anexos) – Partes I, II, III e IV
- ✓ Volume II - Anteprojeto da Barragem
  - Tomo 1 - Relatório de Concepção do Anteprojeto
  - Tomo 2 - Desenhos
  - Tomo 1B - Memória de Cálculo
- ETAPA A3 - Relatório Final de Viabilidade Técnico, Econômico e Financeiro - RFV
  - ✓ Volume I - Relatório Final de Viabilidade Técnico, Econômico e Financeiro da Barragem
- **FASE B - ESTUDOS AMBIENTAIS, LEVANTAMENTOS CADASTRAIS E PLANO DE REASSENTAMENTO**
  - ETAPA B1 - Estudos dos Impactos no Meio Ambiente (EIA-RIMA)
    - ✓ Volume I - Relatório EIA/RIMA
      - Tomo 1 - Estudos dos Impactos Ambientais (EIA)
      - Tomo 2 - Relatório dos Impactos no Meio Ambiente
      - Tomo 3 - Relatório de Desmatamento Racional da Bacia Hidráulica
  - ETAPA B2 - Levantamento Cadastral e Plano de Reassentamento
    - ✓ Volume I - Levantamento Cadastral
      - Tomo 1 - Relatório Geral

- Tomo 2- Laudos Individuais de Avaliação
- Tomo 3 - Levantamento Topográfico
- ✓ Volume II - Relatório de Reassentamento
  - Tomo 1 - Diagnóstico
  - Tomo 2 - Detalhamento do Projeto de Reassentamento
  - Tomo 3 - Relatório Final de Reassentamento
- **FASE C - PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM**
  - **ETAPA C1 - Projeto Executivo da Barragem**
    - ✓ **Volume I - Detalhamento do Projeto Executivo da Barragem**
      - Tomo 1 - Memorial Descritivo do Projeto
      - Tomo 2 - Desenhos
      - Tomo 3 - Memória de Cálculo
      - Tomo 4 - Especificações Técnicas
      - Tomo 5 - Quantitativos e Orçamento
      - Tomo 6 - Relatório Síntese**
  - ETAPA C2 - Instruir a elaboração do Certificado de Avaliação da sustentabilidade de Obra Hídrica – CERTOH
    - ✓ Volume I - Instruir a elaboração do Certificado de Avaliação da sustentabilidade de Obra Hídrica – CERTOH

O presente relatório, denominado **Tomo 6 - Relatório Síntese**, é parte integrante da **Etapa C1 - Volume I - Detalhamento do Projeto Executivo da Barragem Frecheirinha**, a qual tem por finalidade a criação de um reservatório no rio Caiçara, afluente do rio Coreaú.



## ÍNDICE

	Página
<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>2</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS .....	9
<b>2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO .....</b>	<b>12</b>
<b>3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA BARRAGEM FRECHEIRINHA .....</b>	<b>15</b>
3.1. FICHA TÉCNICA .....	15
3.2. CURVA COTA X VOLUME DO BARRAGEM FRECHEIRINHA .....	18
<b>4. LISTA DE DESENHOS .....</b>	<b>21</b>
<b>5. DESCRIÇÃO DO PROJETO .....</b>	<b>25</b>
5.1. BARRAGEM PRINCIPAL .....	25
5.1.1. <i>Instrumentação</i> .....	30
5.2. VERTEDOURO .....	31
5.2.1. <i>Juntas de Dilatação</i> .....	32
5.2.2. <i>Sistema de Drenagem da Laje do Vertedouro</i> .....	33
5.3. DIQUES .....	34
5.4. TOMADA D'ÁGUA .....	36
5.4.1. <i>Introdução</i> .....	36
5.4.2. <i>Descrição da Tomada D'Água</i> .....	36
5.4.3. <i>Equipamentos Hidromecânicos</i> .....	38
<b>6. RESUMO DOS INVESTIMENTOS .....</b>	<b>43</b>
<b>7. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO .....</b>	<b>45</b>

## 1. INTRODUÇÃO

---

## 1. INTRODUÇÃO

Este relatório é o **Tomo 6 - Relatório Síntese**, que compõe um dos produtos da Etapa C1 - Volume I - Detalhamento do Projeto Executivo da Barragem inserido na Fase C - Projeto Executivo da Barragem, objeto do Contrato nº 03/SRH 2017 - Serviços de Consultoria para a Elaboração dos Estudos de Viabilidade, Estudos Ambientais (EIA-RIMA), Levantamento Cadastral, Plano de Reassentamento e Projeto Executivo da Barragem Frecheirinha, no Município de Frecheirinha, no Estado do Ceará, firmado entre a SRH-Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará e a Empresa TPF Engenharia Ltda, vencedora do processo licitatório previsto no Edital de Concorrência Pública Nº 20160001/SRH/CCC.

A finalidade deste relatório é apresentação à SRH dos Desenhos do Projeto Executivo da Barragem Frecheirinha.

### 1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

A bacia do rio Coreaú, situada na porção noroeste do estado do Ceará, com uma área total de 10.634 km<sup>2</sup>, foi objeto de estudos para o aproveitamento de seus recursos hídricos, que tiveram início na década de 70. Naquela ocasião a bacia possuía apenas duas barragens de grande porte: Tucunduva (Ano 1919 - 40,2 hm<sup>3</sup>) e Várzea da Volta (Ano 1919 - 12,5 hm<sup>3</sup>).

No final da década de 80 foram construídos os açudes Martinópole (Ano 1984 - 23,2 hm<sup>3</sup>) e Diamante (Ano 1988 - 13,2 hm<sup>3</sup>), porém a bacia continuava com um grande vazio hídrico. Dentro deste cenário, o DNOCS contratou a empresa SIRAC - Serviços Integrados de Assessoria e Consultoria Ltda para desenvolver o Estudo de Viabilidade do Vale do Coreaú, cujas conclusões reforçaram a necessidade de implantação de reservatórios na referida bacia. Nesse mesmo estudo, foi identificado um boqueirão no riacho Caiçara que se revelava adequado para a implantação de um barramento com potencial de acumular cerca de 100 hm<sup>3</sup>.

Em dezembro de 1988 a SIRAC apresentou ao DNOCS a documentação técnica referente ao “Anteprojeto da Barragem Frecheirinha”, no riacho Caiçara, com uma capacidade de 85 hm<sup>3</sup> e uma vazão de regularização de 0,62 m<sup>3</sup>/s (90% de

garantia) e 0,50 m<sup>3</sup>/s (95% de garantia), objetivando a irrigação e o abastecimento de água para as cidades circunvizinhas.

Atualmente a bacia apresenta um total de nove reservatórios gerenciados pela COGERH. Complementando os quatro reservatórios citados anteriormente, temos ainda as barragens Trapiá III (Ano 1961 – 5,5 hm<sup>3</sup>), Premuoca (Ano 1981 – 5,2 hm<sup>3</sup>), Angicos (Ano 1998 – 56,0 hm<sup>3</sup>), Gangorra (Ano 1999 – 62,5 hm<sup>3</sup>) e Itaúna (Ano 2001 – 77,5 hm<sup>3</sup>).

O vale do riacho Caiçara, dentro da bacia do rio Coreaú, tem esta denominação até a confluência com o rio Ubajara, a partir de onde passa a ser denominado de rio Coreaú. Nascendo na encosta da serra da Ibiapaba, no município de Ibiapina, atinge o litoral após percorrer 130 km desde sua nascente.

O anteprojeto da SIRAC serviu de subsídio aos estudos atuais pois foram realizados novos Estudos Básicos, novo Estudo de Alternativas e novo Anteprojeto e, a partir deste, é que foi desenvolvido o referido Projeto Executivo.

O objetivo deste barramento, que era de aproveitar as águas oriundas da represa, em irrigação das manchas de solo existentes a jusante desta, hoje é de promover o controle dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Coreaú, examinando detalhadamente o atendimento às demandas de águas das regiões de influência. Também tem como objetivo o aproveitamento racional da água acumulada neste reservatório com a finalidade de abastecimento humano e animal, lazer, piscicultura, e, como objetivo secundário, a irrigação.

## 2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

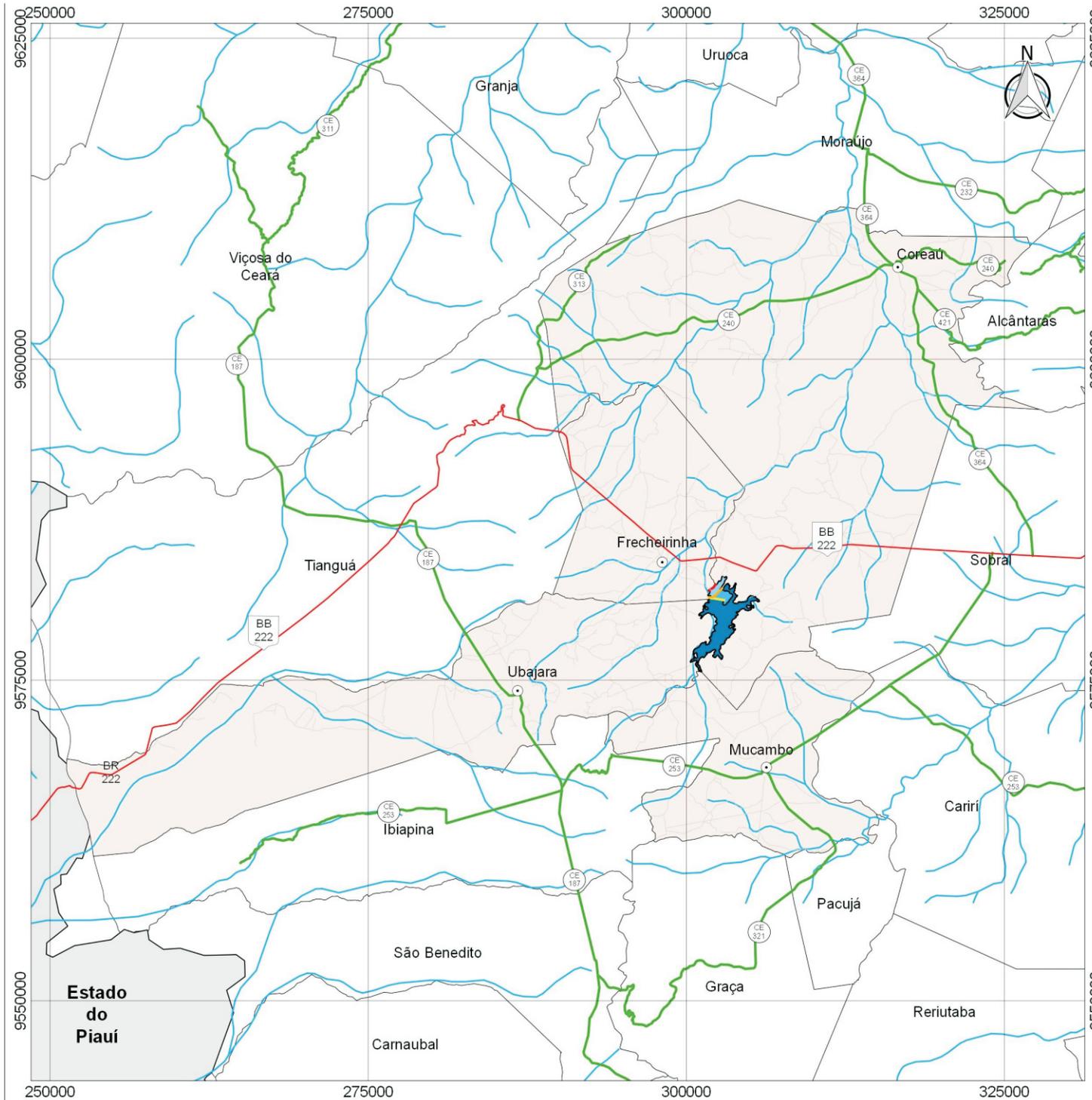
---

## 2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A Barragem Frecheirinha será formada pelo barramento do riacho Caiçaras, afluente do rio Coreaú, tendo sua bacia hidráulica abrangendo terras dos municípios de Frecheirinha, Coreaú, Ubajara e Mucambo. A barragem fechará o boqueirão existente nas imediações da localidade de Caiçara de Cima, no município de Frecheirinha, distando 4,2 km da sede deste município.

Desde Fortaleza o acesso a área do empreendimento pode ser feito através da BR-222, passando pelas cidades de Caucaia, Croatá, São Luís do Curu, Umirim, Itapajé, Irauçuba, Forquilha, Sobral até atingir a cidade de Frecheirinha, 1º acesso, percorrendo-se cerca de 290,0 km. A partir daí, por ruas revestidas por asfalto e pedras e depois por estrada de terra percorre-se 4,2 km até a localidade de Caiçara de Cima, local do eixo do barramento.

O acesso aéreo a área do empreendimento pode ser feito através dos aeródromos de Coreaú, Sobral e São Benedito, a partir de onde têm-se que direcionar para a BR-222 até atingir a cidade de Frecheirinha. O mapa de localização e acessos da área de abrangência do estudo encontra-se apresentado na **Figura 2.1**.



- Convenções**
- Sede Municipal
  - Hidrografia
  - Rodovias Federais
  - Rodovias Estaduais
  - Rodovias Municipais
  - Limites Municipais
  - Estado do Piauí
  - Eixo 01
  - Eixo 02
  - Eixo 03
  - Área Espelho d'Água (Eixo 01)
  - Área Espelho d'Água (Eixo 02)
  - Área Espelho d'Água (Eixo 03)
- Legenda**
- Área de Influência Indireta



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
 Secretaria dos Recursos Hídricos

Projeto Executivo da Barragem Frecheirinha  
 Estudo de Viabilidade Ambiental

**Figura 2.1: Mapa de localização e acesso da Área de abrangência do Estado**

SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000 UTM Zona 24S PROJEÇÃO: Transverse Mercator DATUM: SIRGAS 2000	ESCALA	1 : 300.000
	DATA	JUNHO/2020

### **3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA BARRAGEM FRECHEIRINHA**

---

### 3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA BARRAGEM FRECHEIRINHA

#### 3.1. FICHA TÉCNICA

A seguir é mostrado a Ficha Técnica do Projeto Executivo da Barragem Frecheirinha onde se discrimina os principais elementos técnicos.

#### FICHA TÉCNICA

##### Identificação

Denominação: ..... Barragem Frecheirinha

Estado: ..... Ceará

Município: ..... Frecheirinha

Localidade: ..... Caiçara de Cima

Coordenadas UTM: ..... Leste 302056E / Norte 9582167N

Bacia: ..... Coreaú

Rio barrado: ..... Rio Caiçara

Proprietário: ..... Governo do Estado de Ceará/SRH

Autor do projeto: ..... TPF Engenharia

Data do projeto: ..... Agosto/2020

##### Bacia Hidrográfica

Área: ..... 198,5 km<sup>2</sup>

Perímetro da bacia hidrográfica: ..... 82,1 km

Comprimento do rio: ..... 28,9 km

Cota do talvegue a montante: ..... 900 m

Cota do talvegue a jusante: ..... 120 m

Declividade média do rio: ..... 26,99 m/km

##### Características do Reservatório

Área da bacia hidráulica (cota 131,00m): .....	1101,546 ha
Volume hidráulico armazenável (cota 131,00 m): .....	82,177 hm <sup>3</sup>
Volume morto do reservatório / mínimo operacional (cota 116,00m): .....	2,849 hm <sup>3</sup>
Volume útil p/ vazão sanitária (cota 114,36 a 116,00): .....	1,538 hm <sup>3</sup>
Volume médio afluente anual: .....	42,2 hm <sup>3</sup> /ano
Vazão Regularizada com 90% de Garantia: .....	20,67 hm <sup>3</sup> /ano
Vazão Regularizada com 90% de Garantia: .....	0,655 m <sup>3</sup> /s
Vazão afluente max. de projeto/vazão pico (TR=1.000anos): .....	912,21 m <sup>3</sup> /s
Vazão max. de projeto amortecida (TR=1.000anos) .....	111,96 m <sup>3</sup> /s
Vazão afluente max maximorum/vazão pico (TR=10.000anos) .....	1.118,10 m <sup>3</sup> /s
Vazão max. maximorum amortecida (TR=10.000anos) .....	147,42 m <sup>3</sup> /s
Nível d'água max. (TR=1.000anos): .....	131,92 m
Nível d'água max. maximorum (TR=10.000anos): .....	132,11 m

### **Barragem de Terra**

Tipo: .....	Seção Mista (Terra/Enrocamento)
Localização: .....	estaca 1+7,50 a 31+0,50 m
Altura máxima do maciço: .....	27,00 m
Largura do coroamento: .....	7,00 m
Extensão pelo coroamento: .....	593,00 m
Cota do coroamento: .....	134,00 m
Revanche: .....	3,00 m
Talude de Montante: .....	1,0(V):2,5(H)
Talude de Jusante: .....	1,0(V):2,0(H)

### **Diques**

Tipo: .....	Seção Homogênea de Terra
-------------	--------------------------

Quantidade:..... 03 unidades  
Altura máxima (dique 01): .....4,00 m  
Extensão pelo coroamento (dique 01):..... 192,10 m  
Altura máxima (dique 02): .....3,30 m  
Extensão pelo coroamento (dique 02):.....50,38 m  
Altura máxima (dique 03): .....3,10 m  
Extensão pelo coroamento (dique 03):.....54,80 m  
Largura do coroamento: .....4,00 m  
Cota do coroamento: ..... 134,00 m  
Talude de Montante (diques): ..... 1,0(V):2,0(H)  
Talude de Jusante (diques): ..... 1,0(V):2,0(H)

### **Vertedouro**

Tipo: ..... creager, com canal de restituição revestido, muros e bacia de dissipação  
Localização (eixo da barragem): ..... Estaca 54+7,28 m  
Comprimento total: ..... 489,50 m  
Cota do canal de aproximação (escavado em rocha): ..... 129,00 m  
Cota da soleira: ..... 131,00 m  
Lâmina máxima (TR=10.000anos): ..... 1,11 m  
Cota do canal de restituição (muros laterais e fundo revestido):..... variável

Material creager: concreto massa / canal de restituição e muros: concreto armado

Largura do creager:..... 60,00 m  
Altura do total do creager: .....6,00 m  
Altura do paramento de montante (útil): .....2,00 m

### **Tomada de água**

Tipo: ..... tubo de aço carbono ASTM A-36

Localização (eixo da barragem): ..... Estaca 29+10,00 m (ombreira direita)

Revestimento: ..... envelopado em concreto e junta fungeband

Diâmetro:..... 1200 mm

Comprimento da galeria: ..... 115,00 m

Cota do eixo da tubulação:..... 114,36 m

Controle de montante:

Registro de gaveta flageado com volante (FoFo):..... 1200 mm

Controle de jusante:

Válvula borboleta flangeada (FoFo): ..... 1200 mm

Válvula dispersora (Aço): ..... 1200 mm

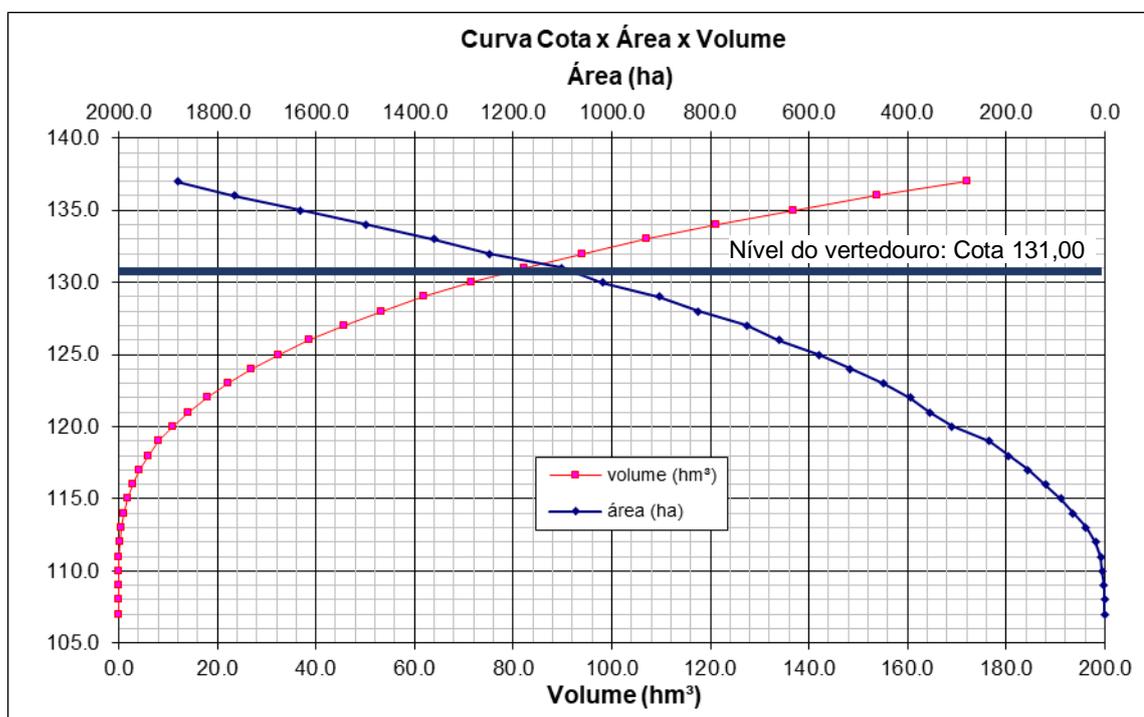
### 3.2. CURVA COTA X VOLUME DO BARRAGEM FRECHEIRINHA

Os dados da Curva Cota x Área x Volume são mostrados no **Quadro 3.1** e as curvas são mostradas na **Figura 3.1**.

**Quadro 3.1 - Cota x Área x Volume**

cota (m)	Área (ha)	Volume Acumulado (hm <sup>3</sup> )
107.000	0.000	0.000
108.000	0.536	0.003
109.000	1.155	0.011
110.000	5.194	0.043
111.000	8.424	0.111
112.000	18.618	0.246
113.000	37.608	0.527
114.000	63.891	1.035
115.000	89.253	1.801
116.000	120.473	2.849
117.000	156.016	4.232
118.000	194.933	5.986
119.000	234.302	8.133
120.000	309.193	10.850

cota (m)	Área (ha)	Volume Acumulado (hm <sup>3</sup> )
121.000	355.168	14.172
122.000	394.369	17.919
123.000	448.692	22.135
124.000	516.515	26.961
125.000	580.425	32.446
126.000	660.436	38.650
127.000	725.851	45.581
128.000	823.881	53.330
129.000	903.362	61.966
130.000	1018.610	71.576
<b>131.000</b>	<b>1101.546</b>	<b>82.177</b>
132.000	1248.117	93.925
133.000	1361.456	106.973
134.000	1498.665	121.274
135.000	1631.253	136.923
136.000	1766.142	153.910



**Figura 3.1 – Gráfico de cota área volume x volume do açude Frecheirinha**

## **4. LISTA DE DESENHOS**

---

#### 4. LISTA DE DESENHOS

O presente relatório da Barragem Frecheirinha é composto de 63 desenhos que são apresentados no **Quadro 4.1** abaixo:

**Quadro 4.1 – Relação dos Desenhos**

<i>DESENHO</i>	<i>DESCRIÇÃO</i>	<i>Nº DE FOLHAS</i>	<i>FORMATO</i>	<i>REVISÃO</i>	<i>OBS.</i>
01	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO	1	A1	1	
02	BACIA HIDRÁULICA	1	A1	1	
03 e 04	ESTUDO TOPOGRÁFICO E LOCAÇÃO DOS EIXOS DAS OBRAS	2	A1	1	
05	ARRANJO GERAL DAS OBRAS	1	A1	1	
06	LAYOUT GERAL DA BARRAGEM E VERTEDOURO E LOCAÇÃO DAS SONDAGENS	1	A1	1	
07 e 08	PLANTA E PERFIL GEOTÉCNICO E GEOLÓGICO DA BARRAGEM E VERTEDOURO	2	A1	1	
09 e 10	PLANTA E PERFIL DO EIXO BARRAGEM E VERTEDOURO	2	A1	1	
11	SEÇÃO TIPO E DETALHES DA BARRAGEM	1	A1	1	
12 a 21	SEÇÕES TRANSVERSAIS DA BARRAGEM	10	A1	1	
22	PLANTA E PERFIL DOS DIQUES	1	A1	1	
23	LOCALIZAÇÃO E ACESSO DAS OCORRÊNCIAS	1	A1	1	
24	PLANTA E PERFIL DO VERTEDOURO	1	A1	1	
25	DETALHES VERTEDOURO	1	A1	1	
26 a 28	SEÇÕES TRANSVERSAIS DO VERTEDOURO	3	A1	1	
29	DETALHES DOS CHUMBADORES E JUNTAS DAS LAJE DO VERTEDOURO	1	A1	1	
30	PLANTA DE DRENAGEM DO VERTEDOURO	1	A1	1	
31	PLANTA E PERFIL TOMADA D'ÁGUA	1	A1	1	
32 a 33	SEÇÕES TRAVERSAIS TOMADA D'ÁGUA	2	A1	1	
34 e 41	DETALHES TOMADA D'ÁGUA	8	A1	1	
42	INSTRUMENTAÇÃO	1	A1	1	
43	PLANTA GERAL DRENAGEM BARRAGEM	1	A1	1	

<b>DESENHO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>Nº DE FOLHAS</b>	<b>FORMATO</b>	<b>REVISÃO</b>	<b>OBS.</b>
44	DETALHES DRENAGEM SUPERFICIAL DA BARRAGEM	1	A1	1	
45	FUROS DE INJEÇÃO - LOCAÇÃO	1	A1	1	
46	FUROS DE INJEÇÃO - SEÇÃO E DETALHES	1	A1	1	
47	ACESSO BARRAGEM	1	A1	1	
48	ESTRADA DE CONTORNO BACIA HIDRAÚLICA	1	A1	1	
49 A 57	CANTEIRO DE OBRAS	9	A1	1	
58	ESTRUTURAL DO VERTEDOURO - GERAL - VISTAS - PLANTA	1	A1	1	
59	ESTRUTURAL DO VERTEDOURO - TRECHO 1A - VISTAS - CORTES - PLANTA	1	A1	1	
60	ESTRUTURAL DO VERTEDOURO - TRECHO 2A - VISTAS - CORTES - PLANTA	1	A1	1	
61	ESTRUTURAL DO VERTEDOURO - TRECHOS 3A_3B - VISTAS - CORTES - PLANTAS	1	A1	1	
62	ESTRUTURAL DO VERTEDOURO - TRECHOS 3C_3D - VISTAS - CORTES - PLANTAS	1	A1	1	
63	ESTRUTURAL DO VERTEDOURO - TRECHOS 3E_4A - VISTAS - CORTES - PLANTAS	1	A1	1	
64	ESTRUTURAL DO VERTEDOURO - TRECHO 4A - VISTAS - CORTES - PLANTA	1	A1	1	
65	ESTRUTURAL DO VERTEDOURO - CREAGER - CORTES - DETALHES - PLANTA	1	A1	1	
66	ESTRUTURAL DO VERTEDOURO - CREAGER_TRECHO 01 - ARMADURAS	1	A1	1	
67	ESTRUTURAL DO VERTEDOURO - TRECHO 01 - ARMADURAS	1	A1	1	
68	ESTRUTURAL DO VERTEDOURO - TRECHO 02 - ARMADURAS	1	A1	1	
69	ESTRUTURAL DO VERTEDOURO - TRECHO 02 - ARMADURAS	1	A1	1	
70	PROJETO ESTRUTURAL DO VERTEDOURO - TRECHOS 03_04 - ARMADURAS	1	A1	1	
71	ESTRUTURAL DO VERTEDOURO - TRECHO 05 - ARMADURAS	1	A1	1	

<b>DESENHO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>Nº DE FOLHAS</b>	<b>FORMATO</b>	<b>REVISÃO</b>	<b>OBS.</b>
72	ESTRUTURAL DO VERTEDOURO - LAJE DE CHEGADA - ARMADURAS	1	A1	1	
73	ESTRUTURAL DO VERTEDOURO - LAJE 01- CANAL RÁPIDO - ARMADURAS	1	A1	1	
74	ESTRUTURAL DO VERTEDOURO - LAJE 02- CANAL RÁPIDO - ARMADURAS	1	A1	1	
75	ESTRUTURAL DO VERTEDOURO - LAJE 03- CANAL RÁPIDO - ARMADURAS	1	A1	1	
76	ESTRUTURAL DO VERTEDOURO - LAJE 04- CANAL RÁPIDO - ARMADURAS	1	A1	1	
77	PROJETO ELÉTRICO - PLANTA BAIXA E CORTES CASA DE COMANDO	1	A1	0	
78	PROJETO ELÉTRICO - ATERRAMENTO E SPDA	1	A1	0	
79	PROJETO ELÉTRICO - ENTRADA QUADROS ILUMINAÇÃO ETC	1	A1	0	
80	PROJETO ELÉTRICO - CORTES E DETALHES	1	A1	0	
81	PROJETO ELÉTRICO - DIAGRAMA UNIFILAR E QUADRO DE CARGAS	1	A1	0	

## 5 – DESCRIÇÃO DO PROJETO

---

## 5. DESCRIÇÃO DO PROJETO

O arranjo final deste projeto é composto por uma barragem (maciço principal) de seção do tipo mista (terra/enrocamento), três pequenos diques de terra de fechamento da bacia hidráulica (pontos de fuga), um vertedouro escavado na ombreira direita, com soleira tipo creager e canal de restituição revestido de concreto com bacia de dissipação e uma tomada de água com galeria envelopada na ombreira direita (estaca 29+10,00), conforme mostram a **Figura 5.1**, a seguir, e os desenhos do Tomo 2 - Desenhos do Volume I - Projeto Executivo.

As principais características técnicas das obras e das estruturas que compõem este Projeto Executivo da Barragem Frecheirinha são apresentadas a seguir:

- Barragem Principal;
- Vertedouro;
- Diques;
- Tomada D'Água.

### 5.1. BARRAGEM PRINCIPAL

O Eixo 1 da Barragem Frecheirinha constitui-se de uma seção mista, com o talude de montante constituído integralmente por solos das jazidas estudadas, classificados como SC, areia argilosa e/ou SM, areia siltosa, encostado a um filtro chaminé vertical, e o talude de jusante constituído por enrocamento desejavelmente de blocos de ardósia coerente a muito coerente, resultante dos produtos das escavações obrigatórias prevista para a construção do vertedouro.

A Seção Tipo, no local de maior altura da barragem, está apresentada na **Figura 5.2** a seguir.

Figura 5.1 - Arranjo Geral e Localização das Obras da Barragem Frecheirinha

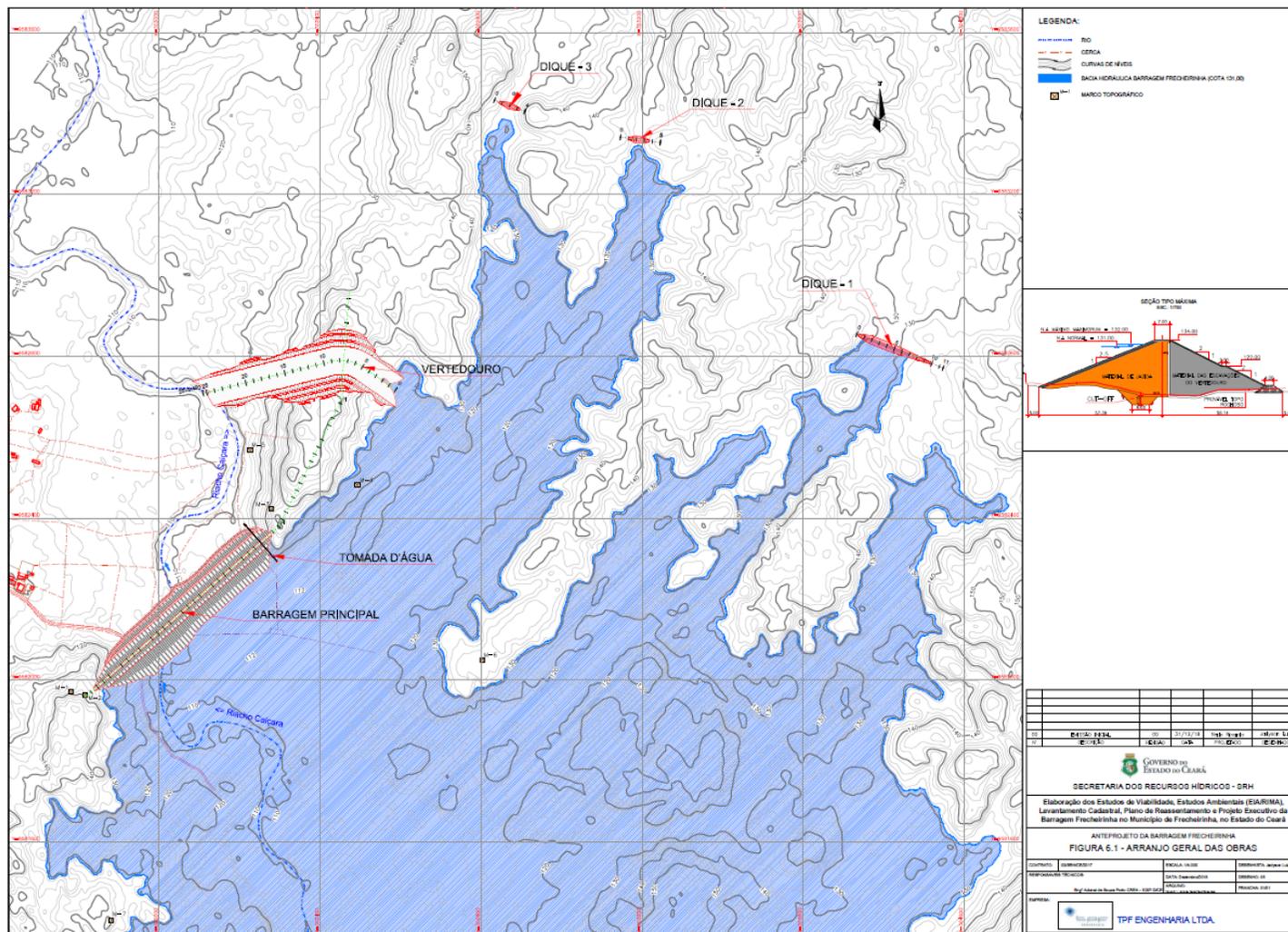
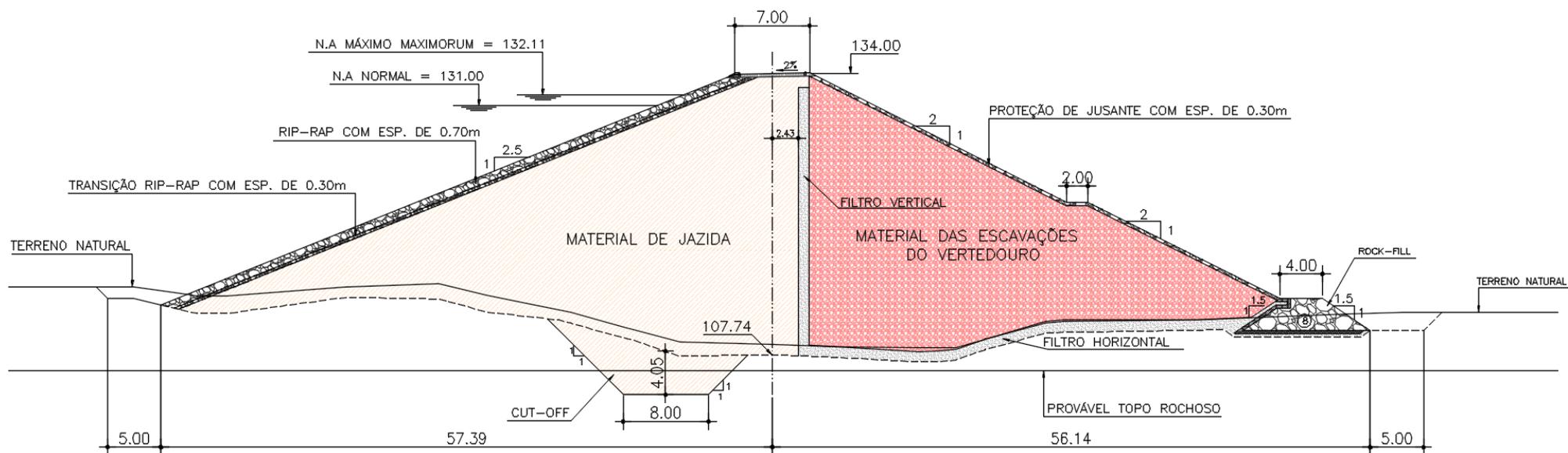


Figura 5.2 - Seção Tipo da Barragem



O maciço da barragem será construído entre as estacas 1+7,50 a 31+0,50, com a crista do coroamento na cota 134,00 m, largura do coroamento igual a 7,00 m e altura máxima de 27,00 m.

A barragem é do tipo seção mista (terra/enrocamento) e será executada com solos das jazidas J-08, J-09, J-10 (maior volume disponível, conforme mostra o relatório do Tomo 4A), J-03, J-02 e J-04, nessa sequência hierárquica de utilização de material devido a sua distância média ao eixo da barragem, na parte da seção a montante do filtro vertical, inclusive cut-off, já a parte da seção a jusante do filtro vertical será executada prioritariamente com material oriundo das escavações obrigatórias do vertedouro, de acordo com a **Figura 5.2**.

Os materiais a serem empregados na construção do maciço e suas características granulométricas são apresentadas no **Tomo 3 - Memória de Cálculo - Volume I**.

Na camada final da crista, com 0,20 m de espessura, será utilizado com cascalho natural argiloso ou produto de britagem, com caimento de 2% para montante e nos limites dos bordos colocados meios-fios com abertura para montante.

Como observado nos estudos geotécnicos, os materiais da área do vertedouro na zona mais superficial onde foram realizadas as sondagens SPP (pá e picareta), profundidade máxima de 2,00 m, apresentam características bastante semelhantes aos materiais das jazidas estudadas, dessa maneira admite-se a aplicação dos materiais das escavações obrigatórias do vertedouro no talude de jusante do maciço da barragem, de modo que os materiais das escavações mais superficiais devem ser selecionadas e empregados na parte mais interna do talude imediatamente após o filtro vertical, enquanto os materiais das escavações mais profundas serão também selecionados e empregados na parte mais externa do talude de jusante.

A trincheira de vedação (cut-off) será executada abaixo da linha das escavações obrigatórias, nos locais e nas profundidades mostradas nas seções transversais da barragem e no perfil geológico do eixo barrável. A largura do cut-off foi definida baseado nos estudos desenvolvidos pelo U.S. Bureau of Reclamation.

A escavação obrigatória tem a finalidade de garantir que os espaldares fiquem assentes em solo com SPT>10 golpes/30cm para a zona com altura superior a 20,00m e SPT>7 golpes/30cm para as demais zonas da barragem. Tomou-se o cuidado de garantir que a base do cut-off penetre pelo menos 50cm dentro do solo residual ou da rocha decomposta.

Em função dos resultados das sondagens e dos ensaios de perda de água realizados no maciço rochoso da fundação, foi previsto a realização de uma cortina de injeção ao longo do eixo do cut-off da barragem e uma cortina de injeção transversal ao eixo do vertedouro, conforme projeto.

Os furos das cortinas de injeção terão uma profundidade de 12,00 m, a partir da linha de rocha. Serão executados inicialmente os furos primários denominados de exploratórios, espaçados a cada 12,0 m. Os furos exploratórios serão executados com sonda rotativa diâmetro ØNX (75,3 mm) e em todos os furos primários (exploratórios) serão executados ensaios de perda d'água de cinco estágios, em segmentos de 3,0 em 3,0 metros.

Em seguida serão executados os furos secundários espaçados a cada 6,0 m e na sequência serão injetados os furos terciários, espaçados a cada 3,00 m, que serão executados com equipamento roto-percussor com (rock-drill) de diâmetro de 3" (76,2 mm). Caso, se qualquer um dos furos terciários apresentar um consumo de calda superior a 20 kg/m de cimento, serão executados dois furos de ordem superior ao lado deste a meia distância entre os furos adjacente e assim sucessivamente.

Para a seção da barragem o talude de montante terá inclinação de 1,0 (V): 2,5 (H) e o talude de jusante 1,0 (V): 2,0 (H). O talude de montante será protegido da ação da energia das ondas do reservatório com a construção de um Rip-Rap formado por uma camada de 0,70 m de espessura, de blocos de rocha sã da pedreira P-01, assentes sobre uma camada de transição com 0,30 m de espessura, formada por produtos de britagem.

A drenagem superficial é garantida por meio fios dispostos no coroamento e por uma rede de canaletas sobre o talude de jusante, posicionadas a partir da berma projetada

(berma na cota 122,00 m) e nos encontros laterais com o terreno natural. A drenagem superficial é apresentada nos **desenhos 43 a 44 do Tomo 2 - Desenhos, Volume I**.

Para o sistema de drenagem interna do maciço da barragem foram previstos um filtro vertical e um tapete drenante, complementado por uma trincheira drenante. O filtro vertical tipo chaminé terá 1,00 m de espessura e será executado com areia dos areais A-01 a A-04 e ficará com o topo na cota 132,70 m, 1,70 m acima da cota da soleira.

O filtro horizontal (dreno tipo sanduíche) possui espessura total de 1,00 m e consiste na superposição de três camadas drenantes composta por duas camadas inferior e superior de areia grossa, extraída dos areais A-01 a A-04, com espessura de 0,30m cada, e por uma camada intermediária de brita na espessura de 0,40m tendo as mesmas características granulométricas da brita da transição do enrocamento de pé (Rock-Fill).

A proteção no pé no talude de jusante será formada por uma camada de enrocamento (Rock-Fill) no leito do rio, com seção trapezoidal de 4,0 m de largura, taludes de 1:1,5 (V:H) e topo fixado na cota 113,00 m, a partir daí em direção às ombreiras está previsto a execução de filtro de pé.

Para a transição, entre o dreno de areia e esta proteção de enrocamento, está prevista a colocação de uma camada de transição composta de brita corrida, semelhante ao material usado na proteção do talude de jusante, com espessura de 0,50 m.

### **5.1.1. Instrumentação**

O projeto de instrumentação foi desenvolvido com as seguintes finalidades:

- Verificar as pressões neutras nas fundações da barragem;
- Verificação das deformações verticais pós construção
- Verificação do nível d'água no reservatório.

Inclui-se no sistema de monitorização da barragem, instrumentos que permitam a observação do comportamento hidráulico do maciço e da sua fundação, na sequência

do tratamento que vai ser executado. Com esse objetivo foram considerados piezômetros hidráulicos em seções da barragem.

Considerando a extensão da barragem, a sua altura e a natureza do maciço de fundação, considerou-se implementar a instrumentação de 09 seções transversais, distribuídas na calha do rio e nas ombreiras direita e esquerda, sempre com a implantação aos pares conforme mostra o **desenho 42 do Tomo 2 - Desenhos, Volume I**.

Portanto, as seções instrumentadas com piezômetros foram as das estacas 5+0,00; 8+0,00; 11+0,00; 14+0,00; 17+0,00; 20+0,00; 23+0,00; 26+0,00 e 29+0,00.

A verificação do deslocamento superficial da barragem será feita colocando marcos superficiais referenciados, para medidas de deslocamento vertical após a fase construtiva. Os marcos de superfície serão colocados no coroamento da barragem e totalizam 02 unidades. A posição de cada marco pode ser visualizada em planta no referido desenho.

A verificação do nível do reservatório será feita colocando-se réguas linimétricas (padrão ANA - Agência Nacional de Águas) dispostas nas curvas de nível dentro d'água na ombreira esquerda, de forma a ser visível a partir do coroamento da barragem.

## 5.2. VERTEDOURO

O vertedouro da Barragem Frecheirinha foi projetado com base nas informações dos estudos hidrológicos e, principalmente, nas condições geotécnicas do subsolo do local estando localizado a cerca de 470m da ombreira direita da barragem.

O eixo longitudinal vertedouro possui uma extensão de 479,75 m, o qual foi materializado em campo com estaqueamento de 20 em 20 metros para que as escavações projetadas ocorram de acordo com as notas de serviço do vertedouro definidas a partir das seções transversais.

A obra do vertedouro é sequenciada de montante para jusante da seguinte forma: inicia com o canal de aproximação que possui 256,26 m de comprimento; em seguida no final do canal de aproximação foi projetado o vertedouro tipo Creager com 13,78 m de comprimento longitudinal; na sequência encontra-se o canal rápido com 138,10 m de extensão, seguido da bacia de dissipação com comprimento de 53,76 m e, finalmente, o trecho de desague no rio do canal de restituição com 17,85 m de comprimento. O canal final que conduz o fluxo do vertedouro até o riacho Caiçara será escavado em solo e não possui revestimento.

O canal de aproximação do vertedouro será escavado na cota 129,00 m, com largura de base de 60,00 m, enquanto os muros laterais verticais que confinam o Creager terão cota de topo igual a 134,00 m (mesma cota do coroamento da barragem), conforme os desenhos do projeto. A soleira do Creager, que define a cota de sangria da barragem, tem crista na cota 131,00 m.

O canal de restituição será todo revestido em concreto armado e preserva a mesma largura útil de 60 m do canal de aproximação; ele possui muros laterais que seguem com cota do topo variável até o final da bacia de dissipação e uma laje de fundo em concreto armado desde o início do canal rápido até o final da bacia de dissipação. Sob a laje do vertedouro foi projetado um sistema de drenagem profunda para o alívio da subpressão, além de chumbadores para ancorá-la na ardósia.

### **5.2.1. Juntas de Dilatação**

Na laje do canal restituição e da bacia de dissipação serão construídas juntas longitudinais em toda a sua extensão, sendo as extremas no contato das sapatas dos muros laterais com a laje e as demais situadas na região central das lajes, num espaçamento de 30 m. Juntas transversais serão implantadas no contato da laje de jusante com o pé do Creager, nos pontos da laje de jusante ao longo do rápido a cada 30 m e onde ocorre mudança de inclinação na entrada da bacia de dissipação.

As juntas longitudinais totalizam 3 unidades enquanto as transversais são 11 unidades. Nos muros laterais ao sangradouro serão realizadas juntas que se desenvolverão verticalmente pela face e horizontalmente pela sapata, localizadas nos pontos de

encontro de tipos distintos de muros e em espaçamento regulares (predominantemente coincidente com o estaqueamento inteiro), conforme projeto.

As juntas do concreto serão vedadas com juntas termoplásticas de PVC de 22 cm de largura, do tipo Fugenband O-22.

### **5.2.2. Sistema de Drenagem da Laje do Vertedouro**

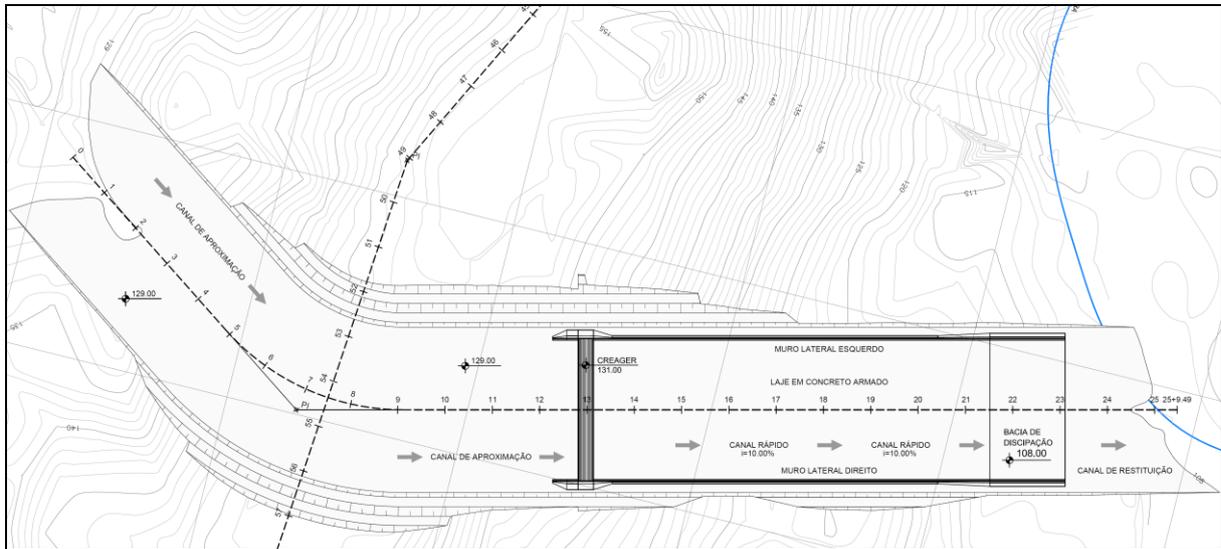
Abaixo da laje de revestimentos do canal de restituição serão construídos drenos que objetivam coletar fluxos d'água e combater a subpressão que estes fluxos exerceriam na laje. Os drenos são do tipo espinha de peixe, cujas linhas principais correm nas laterais após a face externa das sapatas dos muros, paralelas às juntas longitudinais, recebendo cada principal as linhas secundárias que formam um ângulo de chegada de 45%, apontadas para a direção do fluxo. Estas linhas secundárias chegam às linhas principais num intervalo típico de 20 m.

As seções dos drenos principais e secundários, escavados na fundação, tem 0,30 m de altura por 0,30 m de largura, e são preenchidas por material britado sem finos e envolvida externamente por um geotêxtil, tipo Bidin OP-40. Internamente à camada de brita transcorre um tubo de dreno PEAD de 150mm e 200 mm de diâmetro, respectivamente, do tipo Kananet ou similar.

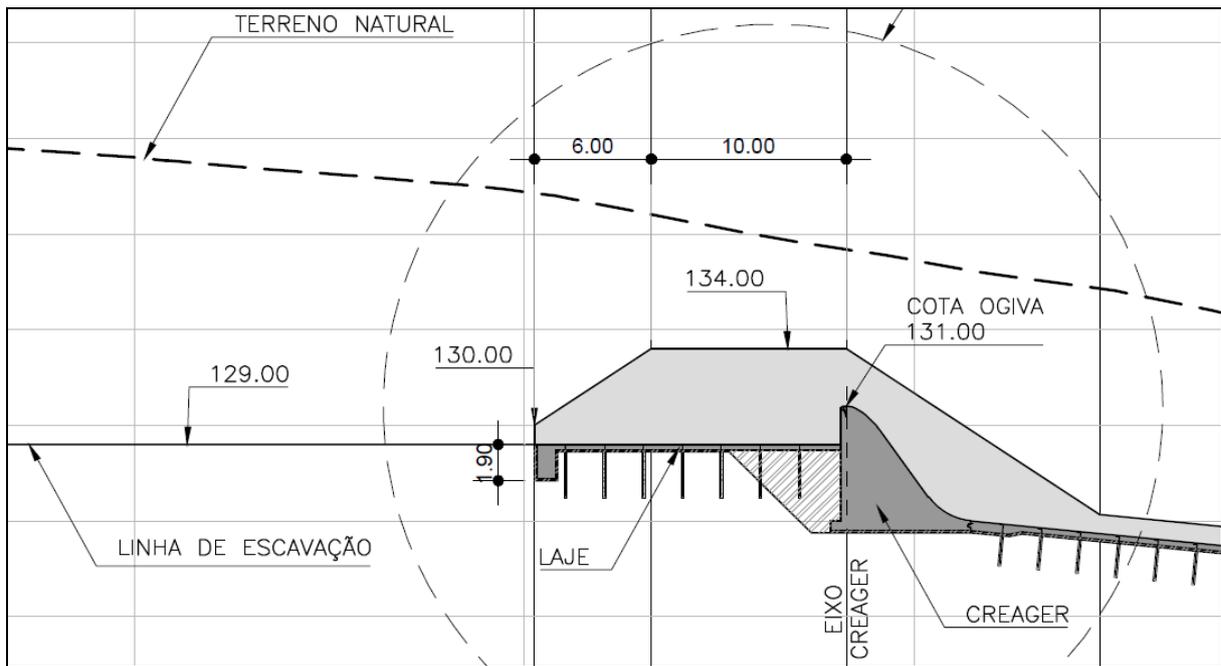
Os drenos primários caem a uma distância de 0,50m do ponto central da laje, para cada lado (no sentido dos muros laterais), até se unir as caixas de passagem de concreto de seção externas de 0,60 x 0,60, situadas junto a parte externa das sapatas dos muros laterais. A partir de cada caixa coletora transcorre a linha de drenos secundários formada por tubo PEAD perfurado de 200 mm, cuja declividade segue a mesma do rápido (10%) e no trecho plano da bacia de dissipação com o mínimo de 0,5%. Este condutor terá um total de 16 caixas de passagem, sendo 8 em cada lado.

Nas **Figuras 5.3 e 5.4**, a seguir, e nos **desenhos 24 a 30 do Tomo 2 - Desenhos, Volume I**, pode ser observado os detalhes das estruturas do vertedouro e das proteções da bacia de amortecimento e do canal de restituição.

**Figura 5.3 - Planta do Vertedouro**



**Figura 5.4 - Corte Longitudinal do Vertedouro e Detalhe do Perfil Creager**



### 5.3. DIQUES

Os três diques de terra serão executados prioritariamente com solos da jazida J-10, com coroamento na cota 134,00 m, largura do coroamento igual a 4,00 m e altura máxima de 4,00 m.

Os três diques têm as seguintes características topográficas:

- Dique 1: Inicia na estaca E0+0,00m, materializado com marco M1 (9.582.854,43N e 303.733,59E e Z=135,97m) seguindo em linha reta até à estaca E11+8,97m, onde foi implantado M2 (9.582.771,41N e 303.947,15E, e Z=136,38), totalizando 228,97m e o comprimento do dique igual a 192,10m.
- Dique 2: Inicia na estaca E0+0,00m, materializado com marco M1 (9.583.341,11N e 303.146,28E e Z=138,51m) seguindo em linha reta até à estaca E12+0,00m, onde foi implantado M2 (9.583.310,18N e 303.384,34E, e Z=138,95), totalizando 240,00m e o comprimento do dique igual a 50,38m.
- Dique 3: Inicia na estaca E0+0,00m, materializado com marco M1 (9.583.432,69N e 302.833,30E e Z=138,84m) seguindo em linha reta até à estaca E4+0,00m, onde foi implantado M2 (9.583.405,06N e 302.908,25E, e Z=140,14), totalizando 80,00m e o comprimento do dique igual a 54,80m.

Os materiais a serem empregados na construção do maciço e suas características granulométricas são apresentados no **Tomo 3 - Memória de Cálculo - Volume I**.

Na camada final da crista, com 0,20 m de espessura, será utilizado com cascalho natural argiloso ou produto de britagem, com caimento de 2% para montante e nos limites dos bordos colocados meios-fios com abertura para montante.

Para a seção dos diques os taludes de montante e jusante são iguais a 1,0 (V): 2,0 (H). O talude de montante será protegido da ação da energia da onda do reservatório com a construção de um Rip-Rap formado por uma camada de 0,50 m de espessura, de blocos de rocha sã da pedreira P-01.

O talude de jusante será protegido por uma camada de 0,30 m de espessura de material britado (bica corrida), em toda sua área.

## 5.4. TOMADA D'ÁGUA

### 5.4.1. Introdução

As alternativas de localização e concepção da tomada d'água foram, basicamente, definidas pelas condições geotécnicas associadas às soluções de barragens estudadas, verificando nos estudos de otimização que a melhor solução seria localizar a tomada d'água a 277m da margem direita do riacho Caiçara (estaca 29+10,00m), conforme indicado no desenho 31 do projeto executivo, sobre ocorrência rochosa que se desenvolve paralelamente ao rio, em quase toda a extensão da galeria a ser construída.

Na concepção desta alternativa, procurou-se seguir aproximadamente o padrão das estruturas e condições operacionais adotadas na quase totalidade das tomadas d'água das barragens da SRH, com a solução de galeria sob pressão com controle operacional de jusante.

### 5.4.2. Descrição da Tomada D'Água

A estrutura da tomada d'água da barragem Frecheirinha foi concebida tanto com a finalidade de permitir a adução da vazão regularizada de 0,655 m<sup>3</sup>/s ou 655 l/s (com 90% de garantia), como possibilitar o esvaziamento rápido do reservatório em caráter emergencial no tempo médio aproximado de **133 dias (cerca de 04 meses)**. No **Tomo 3 - Memória de Cálculo, Volume I**, apresenta-se a memória de cálculo da tomada d'água.

A obra da tomada de água terá extensão total de 136,00 m e será constituída de duas obras a montante e a jusante além da tubulação de diâmetro Ø=1200mm em aço ASTM A-36 (espessura=1/2"), revestida em concreto estrutural para resistir a todos os esforços atuantes, ficando a tubulação de aço apenas com a função de blindagem de forma interna para o concreto.

Eixo da galeria tubular ficará na cota 114,36 m. O corpo do tubo DN=1.200mm terá 111, 56m e será envolvido em concreto estrutural (envelopamento em 108,82m de extensão).

Para obra a montante da Tomada D'água foi projetada uma caixa de concreto armado nas dimensões 5,80 x 5,80 x 4,00m que além de conter a grade de proteção da tubulação com dimensões 3,0 x 3,0m, em barra de ferro chato de malha #100mm x 500mm, posicionada na entrada da galeria, previu-se um registro de gaveta com flange e volante (DN=1.200mm) montado na tubulação para futuras manutenções nos equipamentos a jusante.

A jusante, para o controle de vazão de saída e a dissipação de energia, foi prevista uma válvula dispersora de 1.200mm de diâmetro, associada a válvula borboleta montada imediatamente a montante, para eventual manutenção da válvula dispersora.

A obra de jusante é composta por infraestrutura formada por duas caixas, sendo a primeira caixa com dimensões 8,70 x 4,70 x 4,85m, que abriga a válvula dispersora e equipamentos e serve de base para superestrutura. A superestrutura, projetada em concreto armado, possui seis pilares com dimensões 0,30 x 0,40 x 5,80m, quatro cintas de 0,25 x 0,50 x 3,46m e uma cinta de 0,25 x 0,50 x 4,14m. No topo dos pilares existem quatro vigas de 0,25 x 0,80 x 3,46m e três vigas de 0,20 x 0,80 x 4,14m. Nestas últimas vigas será montada uma viga metálica de aço carbono, transversal a estas, com perfil em I e referencia W530 x 66,0 e acoplada a viga uma talha com capacidade para 5,0 toneladas que será utilizada para montagem, desmontagem e manutenção dos equipamentos.

Para energização da talha, controle de vazão e acionamento da válvula dispersora, iluminação e tomadas e automação e transmissão de dados, foi projetada a casa de comando com dimensões externas 4,00 x 4,40 x 3,0m.

A jusante da caixa de infraestrutura foi projetada a bacia de dissipação da válvula dispersora, também em concreto armado, com dimensões 11,57 x 5,14m. Após a bacia de dissipação no início do trecho do canal de restituição, está previsto uma proteção com enrocamento com a finalidade de evitar erosões provocadas pelo fluxo das águas efluentes da tomada d'água.

As escavações obrigatórias para implantação da tomada d'água, previstas no projeto, atingirão a cota 113,28 m que permite a construção das obras, de acordo com as seções transversais projetadas.

O trecho da tomada d'água a jusante do filtro vertical será todo envolvido por areia grossa do tapete drenante. Da mesma forma o dreno de pé no local da tomada d'água será construído envolvendo a galeria.

O arranjo do sistema de descarga d'água, seus elementos constituintes e detalhes dos aspectos das obras civis e dos equipamentos hidromecânicos são apresentados no **Tomo 2 - Desenhos, Volume I.**

### **5.4.3. Equipamentos Hidromecânicos**

#### *5.4.3.1. Grade Móvel*

Foi projetada uma grade móvel, encaixada em guias laterais, apoiada na soleira que será chumbada ao concreto na caixa de montante que é a entrada da galeria. A grade tem as seguintes dimensões externas de 3,16 x 3,0m (L x H), ela foi dividida em três partes para facilitar a entrada na galeria para manutenção e acionamento do registro de montante. Todas as partes serão articuladas ao meio por dobradiças.

As dimensões das barras, bem como a malha adotada deverão ser calculadas em conformidade com a Norma ABNT NBR 11213 e considerar uma carga de entupimento de 30kPA. As guias laterais e soleiras deverão dispor de chumbadores que servirão para posicioná-las e ancorá-las ao concreto da obra.

#### *5.4.3.2. Registro de Gaveta*

O registro de gaveta, DN=1.200mm, terá nas extremidades flanges e será acionamento por volante. Na tomada terá ainda um registro DN=80mm para bloqueio do tubo "suspiro" e um registro para drenagem da tubulação da tomada d'água, DN=150mm. As características gerais para fabricação dos registros de gaveta de ferro fundido dúctil deverão obedecer a norma brasileira NBR 12430 – Válvula Gaveta de Ferro Fundido Nodular.

#### 5.4.3.3. *Tubos*

Os tubos serão em aço carbono ASTM A-36 flangeados de DN=1.200mm e fabricados com chapas com espessura de 1/2" e serão nove tubos com comprimento de 6,0m cada. Na tomada d'água estão previstos outros dois tubos flangeados, DN=1.200mm, e com os seguintes comprimentos: 3,60m e 0,23m.

Foi projetado um tubo em aço carbono ASTM A-36, ponta x flange, DN=80mm, e comprimento de 17,40m para expelir o ar (suspiro) da tubulação da tomada d'água e outra tubulação, DN=150mm para drenagem do tubo da galeria.

#### 5.4.3.4. *Válvula Borboleta*

A válvula borboleta será em ferro dúctil, DN=1.200mm, foi projetada para ser fornecida na classe PN-10 e terá os respectivos flanges, porcas, parafusos, tirantes e arruelas. As válvulas borboletas por mecanismo de redução.

#### 5.4.3.5. *Válvula Dispersora*

A válvula dispersora será de jato cônico, de acionamento mecânico, DN=1.200mm, PN 10, com câmaras envolventes. As válvulas dispersora tipo Howell-Bunger, deverão ser instaladas com a finalidade de perenizar o riacho Caiçara à jusante da barragem, com uma vazão regularizada de 0,655 m<sup>3</sup>/s ou 655 l/s (com 90% de garantia).

A válvula dispersora deverá vir acompanhada de Central Oleodinâmica e Painel de Controle digital permitindo a leitura da vazão demandada em função da abertura da válvula.

Para o atendimento das vazões regularizadas de projeto, a tomada d'água da barragem será operada entre as cotas 131,00 m e 116,00 m, que correspondem, respectivamente, à capacidade máxima de acumulação do reservatório (82,177 hm<sup>3</sup>) e ao seu volume morto (2,849 hm<sup>3</sup>).

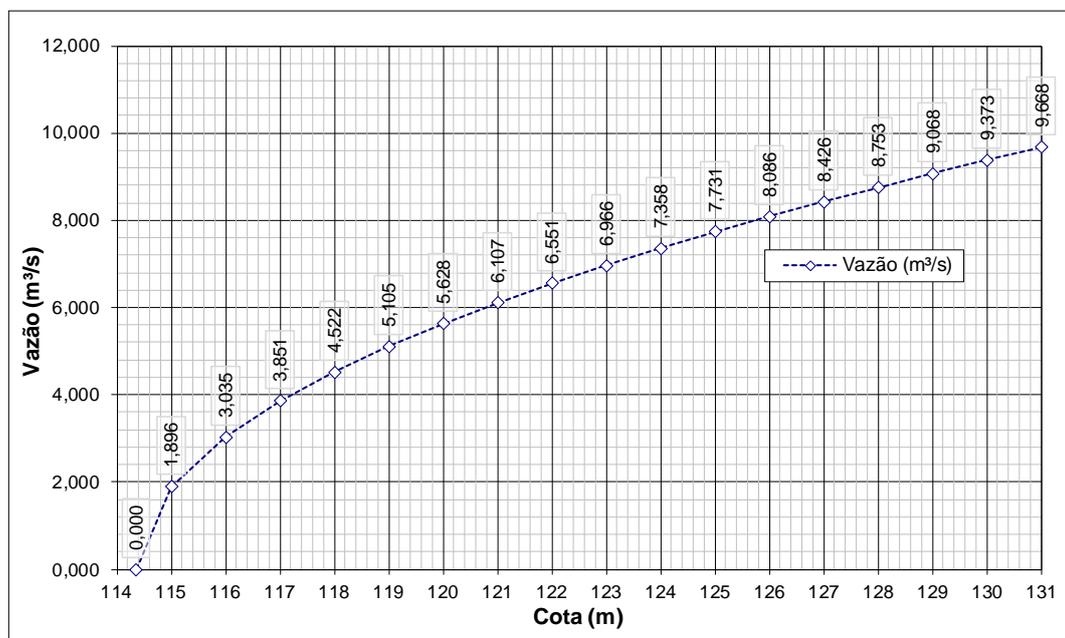
A estrutura da tomada d'água da barragem Frecheirinha foi concebida também com a finalidade de promover o esvaziamento rápido do reservatório em caráter emergencial no tempo médio aproximado de 133 dias (cerca de 04 meses).

A válvula dispersora deverá trabalhar no esvaziamento emergencial, com a cota do reservatório variando entre o nível do sangradouro (cota 131,00 m) e a cota do eixo da tomada d'água (cota 114,36 m). Apresentamos a seguir o **Quadro 5.1** mostrando a velocidade e vazões em função das cotas do reservatório e o gráfico: cota x vazão na **Figura 5.5**.

**Quadro 5.1 - Curva-Chave da Tomada D'Água**

Cota (m)	Vazão (m³/s)	Velocidade (m/s)	Cota (m)	Vazão (m³/s)	Velocidade (m/s)
114,36	0,000	0,00	123,00	6,966	6,16
115,00	1,896	1,68	124,00	7,358	6,51
116,00	3,035	2,68	125,00	7,731	6,84
117,00	3,851	3,40	126,00	8,086	7,15
118,00	4,522	4,00	127,00	8,426	7,45
119,00	5,105	4,51	128,00	8,753	7,74
120,00	5,628	4,98	129,00	9,068	8,02
121,00	6,107	5,40	130,00	9,373	8,29
122,00	6,551	5,79	131,00	9,668	8,55

**Figura 5.5 - Gráfico Cota x Vazão da Tomada D'água**



O quadro e a figura mostram que a válvula dispersora terá um ranger de vazão de 0 a 10m³/s e deverá suportar velocidades de até 9,0m/s, aproximadamente.

#### 5.4.3.6. Relação dos Equipamentos

ITEM	MAT	PN	DN	DESCRIÇÃO	COMP. (mm)	QUANT.
1	FoFo	10	1200	Registro Gaveta c/ Flange c/ Volante	-	1
2	Aço	10	80	Tubo de Aço Carbono com Flanges	6000	3
3	FoFo	10	80	Registro Gaveta c/ Flange c/ Volante - PN 10	-	1
4	Aço	10	1200	Tubo de Aço Carbono com Flanges	12000	9
5	Aço	10	1200	Tubo de Aço Carbono com Flanges	3600	1
6	FoFo	10	1200	Válvula Borboleta c/ Flanges Série AWWA - PN 10	620	1
7	Aço	10	1200	Junta de Expansão Tipo Dresser-38	350	1
8	Aço	10	1200	Tubo de Aço Carbono com Flanges	230	1
9	Aço	10	1200	Válvula Dispersora	-	1
10	Aço	10	600	Tubo de Aço Carbono Ponta - Flange	860	1
11	Aço	10	600	Tampão de Aço Carbono com Flange	-	1
12	Aço	10	150	Tubo de Aço Carbono Ponta - Flange	70	1
13	Fo-Fo	10	150	Curva Flangeado 90°	-	2
14	Aço	10	150	Tubo de Aço Carbono com Flanges	80	1
15	FoFo	10	150	Registro Gaveta c/ Flange c/ Volante	-	1
16	Aço	-	-	Viga de Aço Carbono com Perfil em I - W 530 x 66,0	11000	1
17	Aço	-	-	Talha de Aço Carbono para Carga de até 5 Ton	-	1
18	Aço	-	-	Grade Fabricada com Perfis de Aço Dimensões 1,50 x 3,00m	-	2
19	Aço	-	-	Grade Fabricada com Perfis de Aço Dimensões 2,08 x 3,33m	-	1
20	Aço	-	-	Grade Fabricada com Perfis de Aço Dimensões 1,82 x 3,33m	-	1

## 6. RESUMO DOS INVESTIMENTOS

---



**PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM FRECHERINHA**

**RESUMO DO ORÇAMENTO**

ITEM	DESCRIÇÃO	CUSTO TOTAL	
		R\$	%
1.0	INSTALAÇÃO DA OBRA	R\$ 7.863.451,00	12,10%
2.0	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 12.706.972,54	19,56%
3.0	BARRAGEM PRINCIPAL	R\$ 15.931.257,63	24,52%
4.0	DIQUES DE PROTEÇÃO	R\$ 329.598,56	0,51%
5.0	VERTEDOURO	R\$ 24.028.164,22	36,98%
6.0	TOMADA D'ÁGUA	R\$ 4.108.185,41	6,32%
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>R\$ 64.967.629,36</b>	<b>100,00%</b>

**FONTE:**

TABELA SINAPI/CE - 10/2020 - COM DESONERAÇÃO (REF. 10/2020)

TABELA SICRO/CE - 04/2020 - COM DESONERAÇÃO (REF. 04/2020)

TABELA SEINFRA/CE - 026.1 - COM DESONERAÇÃO (REF. 12/2018)

BDI SERVIÇOS: 32,30%

BDI INSUMOS: 15,90%

## **7. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO**

---



CRONOGRAMA FÍSICO  
PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM FRECHEIRINHA

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	MESES																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1.0	INSTALAÇÃO DA OBRA	8,02%	8,02%	3,75%	3,75%	3,75%	3,75%	3,75%	3,75%	3,75%	3,75%	3,75%	3,75%	3,75%	3,75%	3,75%	3,75%	3,75%	3,75%	3,75%	3,75%	3,75%	3,75%	4,51%	4,51%
1.1	INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS	50,00%	50,00%																						
1.2	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%
1.3	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DA OBRA	25,00%	25,00%																					25,00%	25,00%
2.0	SERVIÇOS PRELIMINARES	12,50%	25,00%	37,50%	25,00%																				
3.0	BARRAGEM PRINCIPAL				4,76%	4,76%	4,76%	4,76%	4,76%	4,76%	4,76%	4,76%	4,76%	4,76%	4,76%	4,76%	4,76%	4,76%	4,76%	4,76%	4,76%	4,76%	4,76%	4,76%	4,76%
4.0	DIQUES DE PROTEÇÃO											16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%								
5.0	VERTEDOURO					5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
6.0	TOMADA D'ÁGUA										16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%									
EVOLUÇÃO MENSAL		3,42%	5,86%	7,79%	6,51%	3,47%	3,47%	3,47%	3,47%	4,52%	4,52%	4,61%	4,61%	4,61%	4,61%	3,56%	3,56%	3,47%	3,47%	3,47%	3,47%	3,47%	3,47%	3,56%	3,56%
ACUMULADO		3,42%	9,28%	17,06%	23,57%	27,04%	30,52%	33,99%	37,46%	41,98%	46,50%	51,11%	55,72%	60,33%	64,94%	68,50%	72,05%	75,52%	78,99%	82,46%	85,93%	89,40%	92,87%	96,44%	100,00%

FONTE:

TABELA SINAPI/CE - 10/2020 - COM DESONERAÇÃO (REF. 10/2020)  
TABELA SICRO/CE - 04/2020 - COM DESONERAÇÃO (REF. 04/2020)  
TABELA SEINFRA/CE - 026.1 - COM DESONERAÇÃO (REF. 12/2018)

BDI SERVIÇOS: 32,30%  
BDI INSUMOS: 15,90%

