



Folha de Dados

IDGED:

0173/01

LOTE:

1682

AUTOR:

GEONORTE ;SRH ;COGERH ;PROURB CE

TÍTULO:

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM SÍTIOS NOVOS

SUBTÍTULO:

RELATÓRIO GERAL;TOMO I DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

JANEIRO 1997

FOLHA DE DADOS - GED/SRH

TIPO DE DOCUMENTO: Projeto
 Identidade GED: 0173101
 Lote: 01682
 Nº de Registro: 9710093
 Autores: SRH 7. COGERH 1. GEONORTE
 Programa: PROURB/CE
 Título: Projeto Executivo da Barragem Sítios
 Novos
 Sub-Título 1: Relatório Geral
 Sub-Título 2: Descrição Geral do Projeto
 Nº de Páginas: 261 e 01 planta
 Volume: _____
 Tomo: 2
 Editor: GEONORTE
 Data de Publicação (mês/ano): Janeiro/1997
 Local de Publicação: Fortaleza

Localização da Obra

Tipo de Empreendimento:

<input checked="" type="checkbox"/> Barragem	<input type="checkbox"/> Açude	<input type="checkbox"/> Adutora	<input type="checkbox"/> Canal / Eixo de Transp.	<input type="checkbox"/> Outro
Rio / Riacho Barrado: <u>Rio São Gonçalo</u>		Fonte Hídrica: _____		

Bacia: Metropolitana
 Sub-bacia: Rio São Gonçalo
 Municípios: Caucaia 7. Pentecoste
 Distrito: Sítios Novos
 Microregião: _____
 Estado: Ceará

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
PROURB/CE

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM
SÍTIOS NOVOS

RELATÓRIO GERAL
TOMO I - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

Lote: 01682 - Prep () Scan () Index ()

Projeto Nº 0173/01

Volume 1

Qtd. A4

Qtd. A3

FORTALEZA

Qtd. A2

Qtd. A1

Qtd. A0

Outros

JANEIRO/97



Geonorte

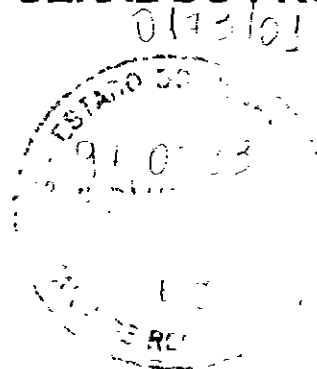
GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
PROURB/CE

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM
SÍTIOS NOVOS

RELATÓRIO GERAL
TOMO I - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO



Geonorte

FORTALEZA

JANEIRO/97

0173101



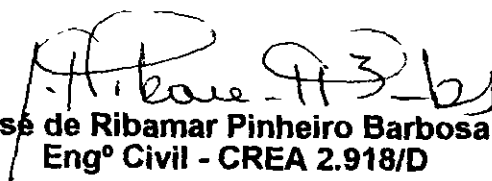
APRESENTAÇÃO

A GEONORTE - Engenharia de Solos e Fundações Ltda, empresa estabelecida à Rua Jorge Severiano, 900, bairro de Vila União, Fortaleza, Ceará, vem apresentar a SRH/COGERH, o Relatório Geral do Projeto Executivo da Barragem Sítios Novos, nos Municípios de Pentecoste e Caucaia, integrante do PROURB-CE, conforme Contrato N° 016/96-PROURB/CE/COGERH, de 08 de julho de 1996, assinado entre esta empresa e a COGERH (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos), e Ordem de Serviço N° 024/96-PROURB-CE/COGERH, de 12 de agosto de 1996

O Relatório Geral é apresentada em seis vias, composta de cinco Tomos a saber

- Tomo I - Descrição Geral do Projeto
- Tomo II - Memorial de Cálculo
- Tomo III - Quantitativos e Especificações Técnicas
- Tomo IV-1 - Desenhos
- Tomo IV-2 - Desenhos
- Tomo V - Orçamento

Fortaleza, Janeiro de 1997


José de Ribamar Pinheiro Barbosa
Eng° Civil - CREA 2.918/D

wbsr /fsn



FICHA TÉCNICA

T204796 DOC

00005

**FICHA TÉCNICA**

A seguir é apresentado a ficha técnica da Barragem Sítios Novos

I. LOCALIZAÇÃO

- Distrito Sítios Novos
- Município Caucaia
- Estado Ceará
- Rio São Gonçalo
- Coordenadas N-9 583 601,402 , E-50 942,066 (estaca 35 do eixo barrável, marco de concreto do DNOCS/1961)

II. CARACTERÍSTICAS GERAIS**II.1 - Topografia**

- Datum Altimétrico de Referência DNOCS/1961
- Nome de Referência Estaca 35 do eixo barrável
- Cota de Referência 42,739m

II.2 - Hidroclimatologia

- Estação Hidroclimatológica Fortaleza
- Pluviometria Média Anual (sobre a bacia) 959,5mm
- Evaporação Média Anual 1 468mm
- Evapotranspiração Potencial (Thorntwaite & Mather) 1 647mm
- Insolação Média Anual 2 694,3h
- Umidade Relativa Média Anual 78,3%

T204796 DOC

000000



- Temperatura Média Anual (Média das Máximas) 29,9°C
- Temperatura Média Anual (Médias das Médias) 26,6°C
- Temperatura Média Anual (Média das Mínimas) 23,5°C
- Classificação Climatológica DdA'a'
- Fluviometria a Nível Mensal
 - Coeficiente de escoamento 23,6%
 - Lâmina Escoda Média 260,1mm
 - Coeficiente de Variação 1,15
- Características da série de vazões geradas a partir dos parâmetros do MODHAC
 - Coeficiente de escoamento 21,0%
 - Lâmina Escoda Média 201,8mm
 - Coeficiente de Variação 1,13
- Coeficiente de Deflúvio 16%
- Cheia Associada ao Hietograma de 1 000 anos 2 070,27m³/s
- Cheia Associada ao Hietograma de 10 000 anos 4 217,24m³/s
- Bacia Hidrográfica 446 km²
- Vazão Regularizada com 90% de garantia, para a cota 45,0m 1,09m³/s

III. BARRAGEM

- Tipo Barragem zoneada de terra
- Cota do Coroamento 49,20m
- Altura Máxima 21,50m
- Largura da Crista 7,80m
- Comprimento da Crista 1 818m
- Bacia Hidráulica (cota 45,0m) 20,1 km²

T204796 DOC



- Volume do Reservatório (cota 45,0m) 123,2x10⁶m³
- Talude de Montante 1,0 3,0 (V H)
- Talude de Jusante 1,0 2,5 (V H)

IV. VERTEDOIRO

- Tipo Canal escavado em rocha, seção retangular, plano
- Cota da Soleira 45,0m
- Lâmina Máxima de Sangria 2,22m
- Cota Máxima Vertente 47,22m
- Largura do Vertedouro 70m

V. TOMADA D'ÁGUA

- Tipo Galeria com tubulação de 1 000mm
- Cota do Eixo da Tubulação 31,0m
- Cota do Porão 36,68m
- Volume do Porão 14,45x10⁶m³
- Comando de montante grade e comporta instalada e acionada em uma torre
- Comando de jusante válvula dispersora de 800mm

VI. BARRAGEM AUXILIAR

- Tipo Barragem homogênea de terra
- Cota do Coroamento 48,70m
- Altura Máxima 2,51m
- Comprimento da Crista 136m
- Talude de Montante 1,0 2,0 (V H)
- Talude de Jusante 1,0 2,0 (V H)



DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

T204796 DOC

630009



ÍNDICE

	<u>Pág</u>
1. INTRODUÇÃO	8
2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO	8
3. PROJETO EXECUTIVO.....	8
3.1 BARRAGEM.....	11
3.2 TRATAMENTO DA FUNDAÇÃO	22
3.3 VERTEDOURO.....	24
3.4 TOMADA D'ÁGUA	25
4. ESPECIFICAÇÕES.....	26
5. ORÇAMENTO.....	26



1. INTRODUÇÃO

A seguir é desenvolvido o Tomo I - Descrição Geral do Projeto Executivo da Barragem Sítios Novos, no Município de Caucaia, Ceará

Neste tomo são descritos a localização e o acesso a obra e a ficha técnica e o memorial descritivo e justificativo do projeto executivo da obra, abordando os seguintes tópicos

- Maciço da Barragem,
- Vertedouro,
- Tomada d'Água

2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A Barragem Sítios Novos será implantada no Rio São Gonçalo, nas proximidades do distrito Homônimo do Município de Caucaia, no Estado do Ceará, estando a estaca 0, início da barragem, nas coordenadas UTM 9 583 734,7049N e 503 254,8758E e estando a estaca 81+18,00, final da barragem, nas coordenadas UTM 9 582 944 4585N e 504 611,5952E A altitude média de sua área é de 30 metros acima do nível do mar

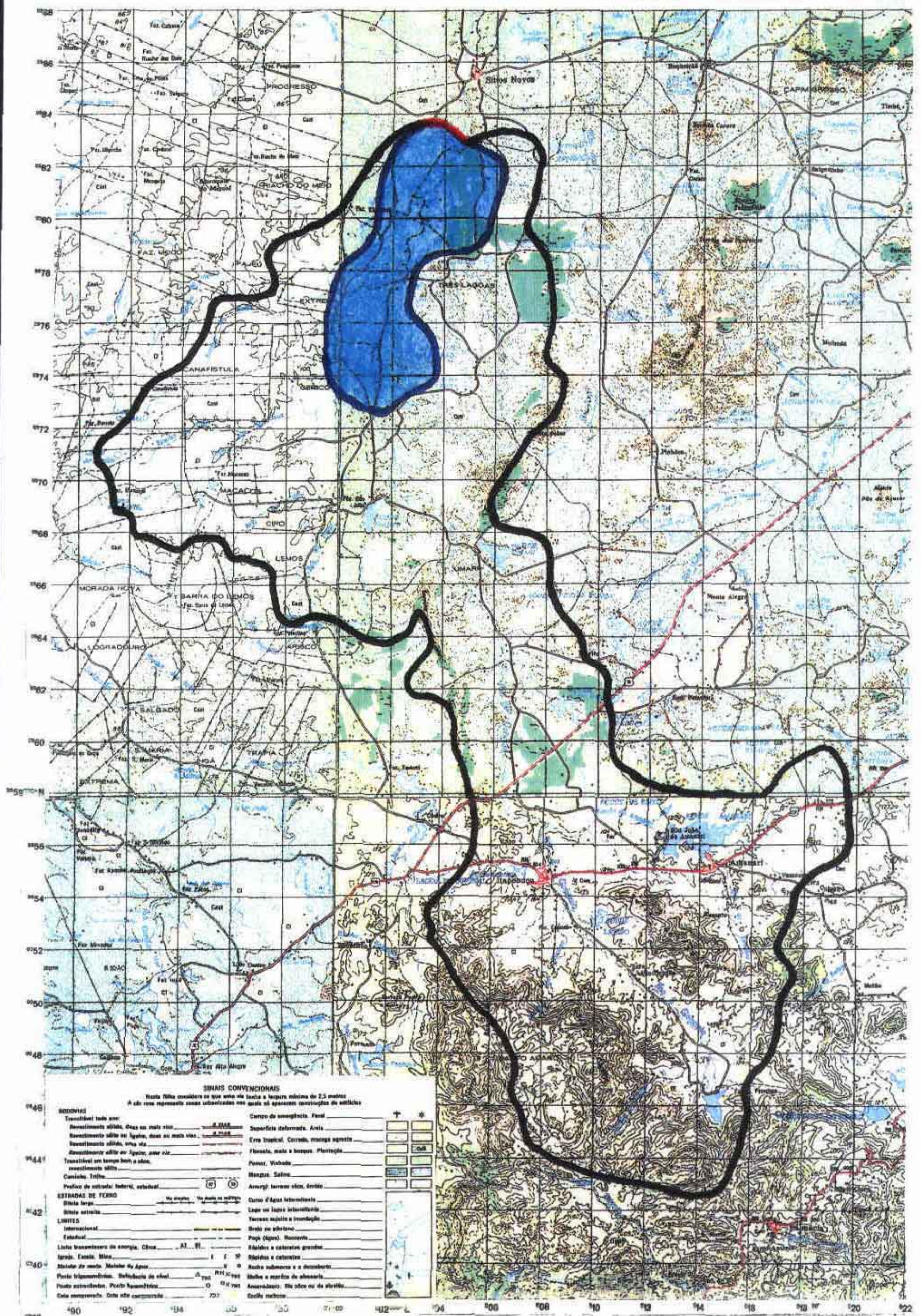
O acesso ao eixo barrável, partindo-se de Fortaleza, é feito pela BR-222 até o Km 41.0 Em seguida, toma-se a CE-157 por mais 8,0 km, chegando-se em Sítios Novos. Daí toma-se uma estrada carroçável que liga a localidade de Extrema, percorrendo-se 3,50 km, até a ombreira esquerda da barragem

A seguir é apresentado o mapa de localização e acesso e o mapa de situação, nas Figuras 1 e 2, respectivamente

3. PROJETO EXECUTIVO

O presente capítulo contém o memorial descritivo e justificativo do Projeto da Barragem Sítios Novos

T204796.DOC



SÍMBOLOS CONVENCIONAIS
 Nesta folha consideram-se que áreas de largura e largura mínima de 2,5 metros
 A este caso representam zonas urbanizadas nos quais há aglomeração construídas de edifícios

<p>RODVIAS</p> <p>Travessia total em: 1.ª classe</p> <p>Desenvolvimento total, duas ou mais vias: 2.ª classe</p> <p>Desenvolvimento total, duas ou mais vias: 3.ª classe</p> <p>Desenvolvimento total, uma via</p> <p>Desenvolvimento total em ligadas, uma via</p> <p>Travessia em tempo curto e não desenvolvimento total</p> <p>Canais, trilhas</p> <p>Perfil de estrada federal, estadual</p> <p>ESTADAS DE FERRO</p> <p>Bitola larga</p> <p>Bitola estreita</p> <p>LIMITES</p> <p>Internacional</p> <p>Estadual</p> <p>Linhas transmissoras de energia, 110, 220, 330, 500, 750</p> <p>Linhas de transmissão de energia, 110, 220, 330, 500, 750</p> <p>Posto transformador, subestação de nível</p> <p>Posto subestação, posto transformador</p> <p>Cabo submarino, data não conhecida</p>	<p>Campo de aviação, fazenda</p> <p>Superfície deformada, areia</p> <p>Erva tropical, cerrado, mangue agreste</p> <p>Floresta, mata e bosques, plantação</p> <p>Ferris, vinhedo</p> <p>Mangue, salina</p> <p>Arquivo terreno alto, drenagem</p> <p>Curso d'água intermitente</p> <p>Lago ou lagoa intermitente</p> <p>Terrão sujeito a inundação</p> <p>Solo de várzea</p> <p>Posto (água), floresta</p> <p>Rápido e cataduto grande</p> <p>Rápido e cataduto</p> <p>Relevo submarino e a descoberto</p> <p>Milha e marca de alvarado</p> <p>Amostrador, bloco ou de alvarado</p> <p>Rede telefônica</p>
---	--

FONTE CARTA DA SUDENE - ESCALA 1:100.000
 ESCALA DO DESENHO REDUZIDA PARA 1:200.000

BARRAGEM SÍTIOS NOVOS
 MAPA DE SITUAÇÃO
 FIGURA - 2

000013



O projeto foi precedido dos seguintes estudos básicos hidroclimatológicos, hidrológicos, topográficos, geológicos e geotécnicos, sendo que os estudos geológicos e geotécnicos abrangeram trabalhos de campo e laboratório

Com base nestes estudos foi elaborado o projeto executivo, descrito a seguir, dividido nos seguintes itens, de acordo com os aspectos abordados

- Barragem,
- Tratamento de Fundação,
- Vertedouro,
- Tomada d'Água

3.1 BARRAGEM

As informações obtidas dos estudos hidrológicos, quanto a vazão regularizada e variação incremental do custo específico da vazão regularizada, resumidas no Quadro 01 e Gráfico 01, apresentados a seguir, associadas aos condicionantes topográficos, levaram a escolha da cota 45,0 metros como soleira do vertedouro

Quadro 01 - Variação incremental do custo específico da vazão regularizada com 90% de garantia

COTA (m)	K (hm³)	Q_{90%} (m³/s)	CUSTO/Q_{90%} (R\$/m³/s)
44	103,7	0,989	0 110
45	123,2	1,090	0 106
46	144,3	1,192	0 107
47	167,6	1,295	0 106

Legenda K = capacidade do reservatório,

Q_{90%} = vazão regularizada com 90% de garantia,

CUSTO/Q_{90%} = custo específico da vazão regularizada

T204798 DOC

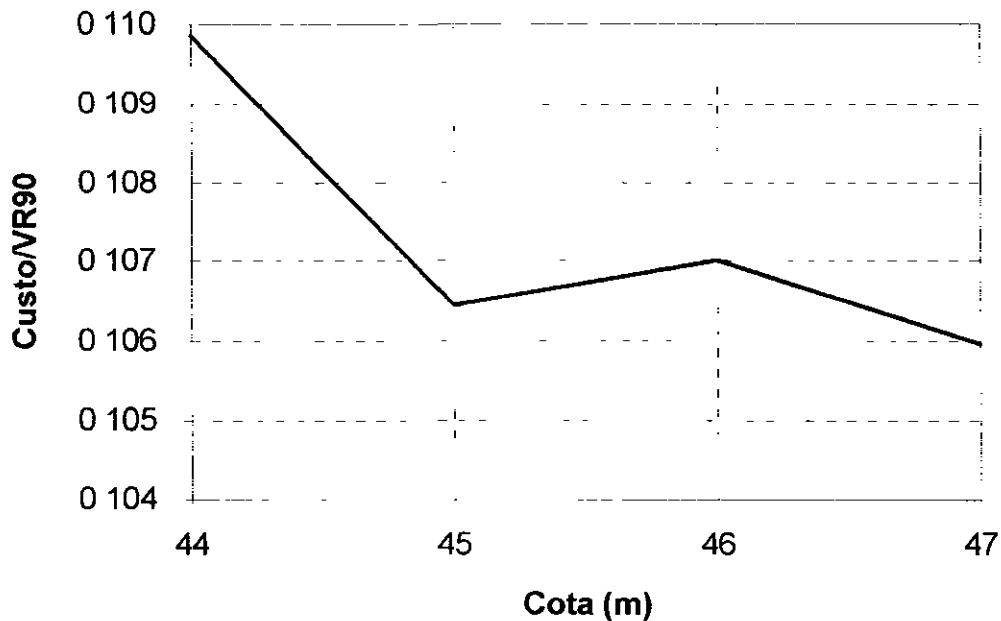


Gráfico 01 - Custo por Volume de Descarga Regulariza x Cota da Soleira

Definidas as dimensões hidráulicas da obra, foi então projetado o maciço da barragem. O projeto baseia-se nos estudos básicos e nos cálculos, apresentados na Memória de Cálculo, conforme é descrito a seguir.

No local escolhido para barramento do Rio São Gonçalo, com o eixo de sua calha tendo coordenadas UTM 9 583 013,094 Norte e 504 541 644 Este e altitude de 27.701m, foi realizado o levantamento planialtimétrico de uma faixa de aproximadamente 400 metros de largura ao longo do boqueirão. Esse levantamento foi apoiado em um eixo de 1 818,0m, materializados em campo através de piquetes de madeira espaçados de 20 em 20 metros.

A partir do levantamento do boqueirão foi preparado uma planta cotada com curva de nível de metro em metro que é apresentado juntamente com a barragem e suas estruturas no desenho PB-01 do Tomo IV - Desenhos do Relatório Geral.

T204796.DOC



Para melhor identificar o subsolo do boqueirão foi programado e executado uma campanha de sondagens a pá e picareta, percussão e sonda rotativa. Ao todo foram executados três sondagens a pá e picareta, perfazendo 2,60m, 25 sondagens a percussão, com 63,22m, e 27 sondagens mistas com 55,31m de percussão e 155,53m de rotativa. Além das sondagens, foram executados 20 ensaios de infiltração em solo (Le Franc) e 19 ensaios de perda d'água em rocha (Lugeon).

Os resultados da investigação geotécnica são apresentados no Tomo II dos Estudos Básicos. No desenho GT-04 são apresentados a planta de locação dos furos de sondagem e o perfil do subsolo do boqueirão. Nos desenhos N°s 01 a 54 estão os perfis individuais das sondagens e os resultados dos ensaios de infiltração e perda d'água. Estes resultados são reapresentados de forma resumida no desenho PB-04.

Para construção da barragem, foi feito um estudo de materiais terrosos e pétreo nas proximidades da obra. Como resultado desta pesquisa foram identificadas duas jazidas de solo argiloso denominadas de J-01 e J-02, um areal de rio, A-01, uma pedreira, P-01 e uma cascalheira C-01. Sobre os materiais coletados em cada ocorrência, foram realizados ensaios geotécnicos de laboratório. Além dos ensaios rotineiros foram também executados ensaios especiais de cisalhamento direto e permeabilidade com carga constante e variável.

As plantas de localização das ocorrências de materiais, trazendo as informações sobre área, espessura de expurgo, espessura de exploração, volume e nome do proprietário, são reapresentados no Tomo IV no desenho GT-06 a GT-08. As informações básicas sobre as características destas ocorrências são resumidas a seguir em dois quadros. O Quadro 02 contém os valores médios das principais características geotécnicas de cada ocorrência e o volume disponível. No Quadro 03 são exibidos os valores médios dos ensaios especiais.

**QUADRO 02**

Ocorrência	Classificação USC	$\gamma_{smáx}$ (g/cm ³)	hot (%)	Abrasão Los Angeles (%)	Volume Disponível (m ³)
Jazida 01	SC	1,90	10,6	-	1 164 000
Jazida 02	SM-SC	1,96	9,7	-	694 000
Areal 01	SP	-	-	-	27 000
Pedreira 01	-	-	-	33,0	90 000
Cascalheira 01	GP	-	-	-	6 000

QUADRO 03

Ocorrência	c (kgf/cm ²)	ϕ	k (cm/s)
Jazida 01	0,09	31,8°	$2,5 \times 10^{-5}$
Jazida 02	0,08	36,6°	$1,6 \times 10^{-5}$
Eixo Barrável	0,14	34,2°	-

Com base nos resultados dos estudos acima descritos, a topografia do boqueirão, os resultados da investigação geotécnica e a disponibilidade dos materiais existentes na região, levando-se em conta o volume, a qualidade e a distância das ocorrências, foi concebida a seção tipo da barragem, que será de solo, zoneada, com o núcleo executado com o material da Jazida 02 e os espaldares com o material da Jazida 01. A barragem inicia-se na estaca 9A e termina na estaca 81+18,00, com 1 818m de comprimento, com talude de montante de 1,0 3,0 (V H) e talude de jusante de 1,0 2,5 (V H), com uma berma de jusante de 2,0m de largura na cota 39,20m

T204796 DOC



O coroamento da barragem encontra-se na cota 49,20m, determinada a partir de fórmulas empíricas recomendadas pelo U. S Bureau of Reclamation para revanche, em função do "fetch" e da velocidade de ventos máximos atuantes na superfície do reservatório. A largura do coroamento é de 7,80m, obtidos a partir de fórmulas empíricas de Knapper e Preece. A camada final do coroamento, com 0,30m de espessura, será executada com solo granular encontrado na jazida 01. Os cálculos para a determinação da cota do coroamento e sua largura são apresentadas na memória de cálculo.

O controle de infiltração d'água através da barragem será feita por meio de um sistema de drenagem interna, concebido a partir da análise do fluxo d'água através do maciço e da fundação. O sistema de drenagem interna consiste de um filtro vertical, prosseguindo por um tapete horizontal em cuja extremidade está previsto um enrocamento de pé. Os valores dos coeficientes de permeabilidade dos materiais constituintes do maciço foram obtidos pelos ensaios de laboratório, enquanto os coeficientes de permeabilidade da fundação da barragem foram obtidos pelos ensaios de infiltração de campo (Le Franc). Os resultados dos coeficientes de permeabilidade são apresentados no Tomo II - Estudos Geológicos e Geotécnicos dos Estudos Básicos e seus valores médios são resumidos nos Quadros 04 e 05.

QUADRO 04 - MATERIAIS CONSTITUINTES DO MACIÇO

Ocorrência	k (cm/s)
Jazida 01	$2,5 \times 10^{-5}$
Jazida 02	16×10^{-5}
Areal 01	$1,2 \times 10^{-1}$

T204796 JOC

**QUADRO 05 - MATERIAIS DE FUNDAÇÃO**

Sondagem	Estaca	Local	kmédio (cm/s)
SM-01	40	Eixo	$9,1 \times 10^{-6}$
SM-02	50	Eixo	$1,1 \times 10^{-5}$
SM-03	60 + 10,00	Eixo	$8,5 \times 10^{-5}$
SM-04	69+10,00	Eixo	$9,7 \times 10^{-6}$
SM-05	79	Eixo	$1,0 \times 10^{-5}$
SP-10	20	Eixo	$3,4 \times 10^{-6}$

O filtro vertical será construído com material proveniente do Areal 01, terá espessura de 1,0m e crista na cota 47,22m, coincidente com a cota da lâmina máxima de sangria. O filtro interceptará uma vazão através do maciço de $1,29 \times 10^{-6}$ m/s m. O tapete horizontal será construído com material proveniente do Areal 01, com espessura mínima de 1,0m, captando uma vazão de $9,79 \times 10^{-6}$ m/s m sendo $1,2 \times 10^{-6}$ m/s m através do maciço e $8,5 \times 10^{-6}$ m/s m pela fundação. O enrocamento de pé terá largura de crista de 2,0m e cota de coroamento de 38,70 entre as estacas 24 e 29 e cota de coroamento de 32,17 entre as estacas 42 e 76. O enrocamento será executado com material proveniente do Areal 01 e da Pedreira 01. As pedras deverão atender a faixa de dimensões indicada nos Quadros 06 e 07. Os cálculos elaborados para a definição do sistema de drenagem interna são apresentados na memória de cálculo.

**QUADRO 06 - FAIXA GRANULOMÉTRICA DA BRITA "A" DO ROCK-FILL**

#	D (mm)	% que passa
3"	76,2	100
2"	50,8	95 - 100
1"	25,4	85 - 100
3/8"	9,5	19 - 87
Nº 4	4,8	9 - 49
Nº 10	2,0	2 - 12
Nº 40	0,42	0 - 2
Nº 100	0.15	-

QUADRO 07 - FAIXA DE DIMENSÕES DO ENROCAMENTO DO ROCK-FILL

#	D (mm)	% que passa
	1 000	100
	500	98 - 100
	200	86 - 99
	100	30 - 90
3"	76,2	19 - 85
2"	50,8	12 - 59
1"	25,4	4 - 15
3/8"	9,5	0 - 1
Nº 4	4,8	-

A concepção da fundação da barragem se deu através da análise do perfil geotécnico e dos ensaios de infiltração (Le Franc) do boqueirão. O perfil geotécnico e os ensaios Le Franc do boqueirão são apresentados no Tomo II - Estudos Geológicos e Geotécnicos dos Estudos Básicos. Os valores médios dos ensaios Le Franc estão resumidos no Quadro 05.

7204796 DOC



Analisando o perfil geotécnico percebe-se que ao longo da ombreira esquerda apresentam materiais com boas características de suporte, revelados nos valores de consistência nos ensaios de SPT, em horizontes próximos a superfície. Assim sendo, é suficiente uma remoção do material superficial com matéria orgânica para a fundação da barragem neste trecho.

Enquanto isso, ao longo do vale do boqueirão são encontrados materiais com boa capacidade de suporte, obtidos nos ensaios de SPT, e coeficientes de permeabilidade médios não inferiores a 10^{-5} cm/s, obtidos nos ensaios Le Franc. Como neste trecho a carga hidráulica é aproximadamente 19,0m, optou-se por uma trincheira de vedação, cut-off, engastado com profundidade média de 2,5m, no horizonte de alteração de rocha. Os taludes do cut-off serão 1,0 1,0 (V H) e o comprimento de sua base foi determinado a partir das recomendações do U S Bureau of Reclamation.

A fundação da barragem na ombreira esquerda é favorecida, pois há uma pequena espessura de cobertura de solo sobrejacente a rocha. Logo, a remoção da cobertura de solo, dos blocos rochosos soltos por meio mecânico, auxiliada por fogachos, poderá expor uma superfície rochosa adequada a fundação da barragem.

A proteção do talude de montante será feita através de um riprap dimensionado para absorver a energia das ondas e uma zona de transição, dimensionado para evitar o carreamento dos finos do maciço. Os cálculos referentes ao riprap e a zona de transição são apresentados na memória de cálculo. O riprap e zona de transição serão executados com material da Pedreira 01, com espessuras perpendiculares ao maciço de 0,70 m e 0,30m, respectivamente, atendendo as seguintes especificações:

- Riprap

$$P_{50} = 0,5 \text{ ton}$$

$$D_{50} = 0,63 \text{ m}$$

**QUADRO 08 - FAIXA DE DIMENSÕES DO RIPRAP**

#	D (mm)	% que passa
	2 000	99 - 100
	1 000	89 - 100
	500	77 - 100
	200	40 - 96
3"	76,2	18 - 84
2"	50,8	12 - 76
1"	25,4	3 - 57
3/8"	9,5	0 - 22
Nº 4	4,8	0 - 13
Nº 10	2,0	-

- Zona de Transição

QUADRO 09 - FAIXA GRANULOMÉTRICA DA ZONA DE TRANSIÇÃO

#	D (mm)	% que passa
3"	76,2	93 - 100
3/4"	19,1	78 - 100
3/8"	9,5	62 - 100
Nº 4	4,8	32 - 94
Nº 10	2,0	15 - 86
Nº 40	0,42	3 - 44
Nº 100	0,15	0 - 7
Nº 200	0,074	0 - 11

A proteção do talude de jusante, impedindo sua erosão pela ação da chuva e pelo fluxo de água superficial, será feito através do

7204796 DOC



lançamento de uma camada de 0,30m de material da Pedreira 01, entre as cotas 49,20m e 48,20m, incluindo a berma e, pelo lançamento de uma camada de 0,30m de material da Cascalheira 01, entre a cota 48,20m e o off-set da barragem. Ainda heverá um sistema de calhas para coleta das águas superficiais a partir da berme até a crista do rock-fill

No Tomo IV - Desenhos do Relatório Geral são apresentados nos desenhos PB-05, PB-06 e PB-07 as seções tipos, representando cada uma delas uma situação pertinente da obra

A análise da estabilidade da barragem foi realizado utilizando um programa computacional que efetua a análise pelo Método Bishop Simplificado, com a finalidade de determinar os coeficientes mínimos de segurança para as condições de final de construção, reservatório cheio, esvaziamento rápido e abalos sísmicos

Os parâmetros geotécnicos de densidade e resistência dos materiais da Jazida J-01 e J-02 e da fundação da barragem, obidos dos ensaios de compactação (Energia do Proctor Normal) e cisalhamento direto, são apresentados no Quadro 10. Os parâmetros geotécnicos de densidade e ângulo de atrito componentes dos enrocamento e rocha de fundação foram estimados a partir de dados da literatura. Para os materiais arenosos componentes do filtro vertical e tapete horizontal obteve-se a densidade a partir do ensaio de densidade máxima e ângulo de atrito foi retirado da literatura. Os valores desses parâmetros são mostrados no Quadro 11

QUADRO 10

Material	γ (kN/m³)	c (kPa)	ϕ
Jazida 01	18,6	9,8	31,8°
Jazida 02	18,8	7,9	36,6°
Fundação	18,0	0	34,2°

T20479E DOC

**QUADRO 11**

Material	γ (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ
Areal	18	-	30°
Enrocamentos	21	-	42°
Fundação em rocha	25	-	60°

Na análise da hipótese de final de construção a poropressão foi determinada pelo coeficiente R_u (relação entre a pressão neutra e pressão do peso da coluna de terra) Adotou-se conforme recomendações da literatura $R_u = 0,20$

Na análise da hipótese de abalo sísmico adotou-se como coeficiente majorador dos esforços horizontais e verticais os percentuais de 10% e 5% respectivamente, considerando-se, ainda, que o reservatório estava cheio

Na análise de estabilidade foram obtidos fatores de segurança mínimo (F_{smin}) superiores aos usualmente admissíveis para obras de barragem, com visto no Quadro 12

QUADRO 12

Hipótese	Talude	FSmin	
		Calculado	Aceitável
- Final de Construção	Montante	1,96	1,3
- Final de Construção	Jusante	1,56	1,3
- Reservatório Cheio	Jusante	1,86	1,5
- Rebaixamento Rápido	Montante	2,34	1,1
- Rebaixamento Rápido	Jusante	2,00	1,1
- Abalo Sísmico	Jusante	1,52	1,0

T204796 DOC



Os fatores de segurança acima correspondem aos parâmetros e hipóteses adotados na análise, assim a execução das obras deverá ser acompanhada para verificar se os dados assumidos estão se reproduzindo nas condições reais de campo. Caso necessário, deverão ser tomadas medidas corretivas para garantir os valores mínimos aceitáveis de segurança.

3.2 TRATAMENTO DA FUNDAÇÃO

Examinando os resultados dos ensaios de perda d'água realizados nas sondagens SM-01, SM-02, SM-03, SM-04 e SM-05 e que são apresentados a seguir nos Quadro 13, verifica-se que a permeabilidade do meio rochoso nos locais ensaiados é relativamente baixa. Contudo considerando o pequeno número de locais ensaiados, nesta fase de detalhamento do projeto, e considerando, ainda, a possibilidade da existência de locais muito permeáveis devido a heterogeneidade do meio fraturado, é prudente que seja previsto uma linha de injeção de calda de cimento, constituída a princípio apenas de furos primários espaçados de 12,0 em 12,0 metros, no trecho onde a carga hidráulica seja maior ou igual 10,0 metros. Os furos secundários e terciários serão executados conforme a necessidade, a critério da Fiscalização. É apresentado no Tomo IV - Desenhos do Relatório Geral no desenho PB-15 a planta e o perfil da cortina de injeção.

Ressalta-se que a nível de especificação e orçamento foram consideradas todas as linhas de injeção, ou seja, as linhas primárias, secundárias e terciárias.

**QUADRO 13**

SONDAGEM	ESTACA	LOCAL	PROF. (m)	ENSAIO LUGEON (cm/s)
SM-01	40	Eixo	4,20 - 7,20	$2,4 \times 10^{-4}$
			7,20 - 10,20	$6,1 \times 10^{-6}$
			10,20 - 13,20	$7,5 \times 10^{-5}$
			13,20 - 14,20	$8,0 \times 10^{-4}$
SM-02	50	Eixo	5,25 - 8,25	$5,8 \times 10^{-5}$
			8,25 - 9,25	$1,3 \times 10^{-4}$
			11,67 - 15,30	$7,2 \times 10^{-5}$
SM-03	60+10,00	Eixo	2,70 - 5,70	$4,6 \times 10^{-5}$
			5,70 - 8,70	$9,3 \times 10^{-5}$
			8,70 - 11,70	$8,0 \times 10^{-6}$
			11,70 - 12,70	$5,1 \times 10^{-5}$
SM-04	69+10,00	Eixo	5,32 - 8,32	$4,3 \times 10^{-4}$
			8,32 - 11,32	$4,2 \times 10^{-4}$
			11,32 - 14,32	$8,2 \times 10^{-5}$
			14,32 - 15,32	$2,1 \times 10^{-5}$
SM-05	79	Eixo	2,53 - 5,53	$3,1 \times 10^{-4}$
			5,53 - 8,53	$9,6 \times 10^{-5}$
			8,53 - 11,53	$4,4 \times 10^{-5}$
			11,53 - 12,53	$1,9 \times 10^{-5}$

T20479- DOC



3.3 VERTEDOURO

O vertedouro está situado a 2 565m da estaca 81+18,00 do eixo barrável, na ombreira direita. O vertedouro é constituído por um canal escavado em rocha na cota 45,0m, entre as estacas 1 a 4+10,00 do eixo locado, de seção retangular, largo e plano.

No dimensionamento do vertedouro foi adotada a cheia associada ao tempo de retorno de 1 000 anos e realizando estudos de laminação para várias cotas de sangria e largura de vertedouro, determinando uma vazão afluyente do reservatório de 2 070 m³/s, uma vazão de saída do vertedouro de 317 m³/s e lâmina de sangria de 2,22m. Os princípios para o dimensionamento do vertedouro encontram-se no Tomo III - Estudos Hidrológicos dos Estudos Básicos e os cálculos elaborados são apresentados na memória de cálculo.

Na área do vertedouro há um ponto de fuga d'água o qual será interrompido com a construção de uma barragem auxiliar. A barragem auxiliar inicia-se na estaca 4+10,00 e termina na estaca 11+6,00, do eixo locado do sangradouro. Esta barragem será homogênea de terra, com material proveniente da Jazida 02, com coroamento na cota 48,70m e com talude de montante e jusante iguais a 1,0 2,0 (V H).

Na estaca 4+10,00 do eixo locado do sangradouro, definindo os limites do canal vertedouro e da barragem auxiliar, será construído um muro de arrimo. O muro de arrimo terá duas finalidades, a saber (1) confinar a barragem auxiliar, (2) proteger a barragem auxiliar do fluxo d'água. A definição da geometria do muro de arrimo, a análise de estabilidade e o cálculo estrutural são apresentados na memória de cálculo.

No Tomo IV - Desenhos do Relatório Geral, nos desenhos PV-01 a PV-07 são apresentados o projeto executivo do sangradouro.



3.4 TOMADA D'ÁGUA

A estrutura de tomada d'água está posicionada na estaca 40, perpendicular ao eixo da barragem e consiste de uma galeria, uma tubulação de aço de diâmetro de 1 000mm, instalada em uma galeria, com comando a montante através de comporta e com comando a jusante através de uma válvula dispersora de 800mm de diâmetro. A cota do eixo da tubulação será 31,0m e a cota do porão será 36,68m, correspondendo a uma volume morto de $14,45 \times 10^6 \text{ m}^3$. A seção da tomada d'água é apresentada no desenho PT-01 do Tomo IV-1 - Desenhos do Relatório Geral

O dimensionamento da tubulação foi concebida para aduzir uma vazão máxima de $2,50 \text{ m}^3/\text{s}$, com velocidade de máxima de $5,0 \text{ m/s}$. A espessura do aço da tubulação foi determinada para suportar uma pressão máxima de $3,0 \text{ kgf/cm}^2$. Os cálculos são apresentados na memória de cálculo

O comando a montante será feito por meio de uma comporta de seção retangular de $1,50\text{m} \times 1,50\text{m}$ instalada em uma torre. O acionamento da comporta é realizado na plataforma de controle da torre. Os detalhes do comando de montante da estrutura da tomada d'água são apresentados nos desenhos PT-02 e PT-03 do Tomo IV-1 - Desenhos do Relatório Geral

O comando de jusante será feito por meio de uma válvula dispersora de 800mm, acionada por uma casa de comando a jusante, regularizando uma vazão mínima de $1,09 \text{ m}^3/\text{s}$ na cota de porão, 36,68m. O dimensionamento da válvula dispersora é apresentado na memória de cálculo. Os detalhes do comando de jusante da estrutura de tomada d'água são apresentados no desenho PT-04 do Tomo IV-1 - Desenhos do Relatório Geral



4. ESPECIFICAÇÕES

Com base no projeto foram elaboradas especificações para execução dos diversos serviços que são apresentados no Tomo III - Quantitativos e Especificações, do Relatório Geral

5. ORÇAMENTO

A partir do projeto executivo foram determinadas todas as quantidades de serviços e aplicando estes quantitativos aos preços unitários fornecidos pela SRH - Secretaria de Recursos Hídricos e pesquisas de mercado, obteve-se o orçamento para construção da obra que apresentado é no Tomo V - Orçamento, do Relatório Geral