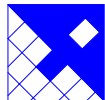




**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA**



INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais



FUNCATE - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais



**PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE
ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA
O NORDESTE SETENTRIONAL
PROJETO BÁSICO**

**TRECHO V – EIXO LESTE
R18 – MEMORIAIS DE CÁLCULO
VOLUME 2 – ESTRUTURA, ELÉTRICA E
MECÂNICA**



**TRECHO V – EIXO LESTE
R18 – MEMORIAIS DE CÁLCULO
VOLUME 2 – ESTRUTURA, ELÉTRICA E MECÂNICA**

PROJETO TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica

Ministro de Estado da Integração Nacional: Fernando Luiz Gonçalves Bezerra

Secretário de Infra-Estrutura Hídrica: Rômulo de Macedo Vieira

Coordenador Geral: João Urbano Cagnin

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Diretor Interino: Volker W. J. H. Kirchhoff

FUNCATE – Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Gerente: José Armando Varão Monteiro

Coordenador Técnico: Antônio Carlos de Almeida Vidon

Coordenador Técnico Adjunto: Ricardo Antônio Abrahão

Brasília, março de 2001

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais - FUNCATE

Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional; Trecho V – Eixo Leste – R18 – Memoriais de Cálculo. – São José dos Campos: Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais – FUNCATE, 2000. 250 p

1. Transposição de Águas

I. Trecho V – Eixo Leste – R18 – Memoriais de Cálculo – Volume 2 – Estrutura, Elétrica e Mecânica

CDU: 556.5:62

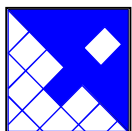
FUNCATE:

Av. Dr. João Guilhermino, 429, 11º Andar – Centro

São José dos Campos – SP

CEP: 12210-131

Telefone: (0XX 12) 341 1399 Fax: (0XX 12) 341 2829



FUNCATE

***Fundação de Ciência,
Aplicações e Tecnologia
Espaciais***

| Projeto | | | | | | Data | |
|-------------------------------------|------|-------|-----------|-----------|--|---------|-----------|
| Verificação | | | | | | Data | |
| Aprovação | | | | | | Data | |
| Aprovação | | | | | | Data | |
| Código FUNCATE EN.B/V.RF.GR.0011 | | | | | | Data | |
| Rev. | Data | Folha | Descrição | Aprovação | | FUNCATE | |
| | | | | | | Data | Aprovação |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

**PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS
DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O
NORDESTE SETENTRIONAL
*PROJETO BÁSICO***

**TRECHO V - EIXO LESTE
R18 - MEMORIAIS DE CÁLCULO
VOLUME 2 - ESTRUTURA, ELÉTRICA E MECÂNICA**

PROJETO TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL

Equipe

José Armando Varão Monteiro: Gerente

Antônio Carlos de Almeida Vidon: Coordenador Técnico

Ricardo Antônio Abrahão: Coordenador Técnico Adjunto

Akira Ussami: Chefe da Equipe de Geotecnia:

Geverson Luiz Machado – Engenheiro Civil

Gislaine Terezinha de Matos – Engenheira Civil

Newton Bitencourt Santos – Engenheiro Civil

Nobutugu Kaji: Chefe da Equipe de Geologia:

Aloysio Accioly de Senna Filho – Geólogo

Fábio Canzian – Geólogo

José Frederico Büll – Geólogo

Wilson Roberto Mori – Geólogo

Fernando Bispo de Jesus – Técnico de Campo

José Antonio Santos Subrinho – Técnico de Campo

José Carlos Mazzo: Chefe da Equipe de Hidráulica:

Anibal Young Eléspuru – Engenheiro Civil

Rafael Guedes Valença – Engenheiro Civil

José Carlos Degaspere: Chefe da Equipe de Estrutura

José Ricardo Junqueira do Val: Chefe da Equipe de Orçamento e Planejamento

Roberto Lira de Paula – Engenheiro Civil

José Luiz Barbosa Vianna – Tecnólogo em Obras Cíveis

Ricardo Carone: Chefe da Equipe de Engenharia Mecânica

Bernd Dieter Lukas – Engenheiro Mecânico

Sidnei Collange: Chefe da Equipe de Engenharia Elétrica

Coaraci Inajá Ribeiro – Engenheiro Eletricista

Sandra Schaaf Benfica: Chefe da Equipe de Produção

Aleksander Szulc – Projetista

Antonio Muniz Neto – Projetista

Carla Costa R. Pizzo Atvars – Projetista

Florencio Ortiz Martinez – Projetista

João Luiz Bosso – Projetista

Leandro Eboli – Projetista

Rubens Crepaldi – Projetista

Mônica de Lourdes Sampaio – Auxiliar Técnica

Infra Estrutura e Apoio

Ana Julia Cristofani Belli – Secretária

Maria Luiza Chiarello Miragaia – Secretária

Célia Regina Pandolphi Pereira – Assistente Adm. Especializada

Carlos Roberto Leite Marques – Assistente Administrativo

Laryssa Lillian Lopes – Técnica em Geoprocessamento

Henrique de Brito Farias – Técnico de Informática

Jacqueline Oliveira de Souza – Auxiliar Administrativo

Marcelo Pereira Almeida – Auxiliar Administrativo

Priscila Pastore M. dos Santos – Auxiliar Administrativo

Juliano Augusto do Rosário – Mensageiro

Maria Aparecida de Souza – Servente

Consultores

Francisco Gladston Holanda

Luiz Antonio Villaça de Garcia

Luiz Ferreira Vaz

Nick Barton



APRESENTAÇÃO

O presente documento se constitui no Relatório R18 – MEMORIAIS DE CÁLCULO, parte integrante do **Projeto Básico do Trecho V – Eixo Leste**, referente ao PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL, elaborado pela FUNCATE através do contrato INPE/FUNCATE nº 01.06.094.0/99.

O Projeto de Transposição está sendo desenvolvido com base no Convênio nº 06/97-MPO/SEPRe celebrado entre o MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL-MI e o MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA-MCT e seu INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS-INPE.

O **Projeto Básico do Trecho V – Eixo Leste** compõe-se dos seguintes relatórios:

- R1 Descrição do Projeto
- R2 Critérios de Projeto
- R3 Sistemas de Captação no Reservatório da UHE Itaparica
- R4 Estações de Bombeamento
- R5 Sistema Adutor – Canais, Aquedutos, Tomadas de Usos Difusos, Túnel, Estruturas de Controle
- R6 Barragens e Vertedouros
- R7 Sistema de Drenagem
- R8 Bases Cartográficas
- R9 Geologia e Geotecnia
- R10 Estudos Hidrológicos
- R11 Sistemas de Supervisão, Controle e Telecomunicações
- R12 Modelo Hidrodinâmico e Esquema Operacional
- R13 Sistema Elétrico
- R14 Canteiros e Sistema Viário
- R15 Cronograma e Orçamentos
- R16 Caderno de Desenhos
- R17 Dossiê de Licitação
- R18 Memoriais de Cálculo
 - Volume 1 – Geotecnia e Hidráulica
 - Volume 2 – Estrutura, Elétrica e Mecânica



PARTE 3 MEMORIAIS DE CÁLCULO - ESTRUTURA



ESTRUTURAS-MEMORIAL DE CÁLCULO - PARTE 3A

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1 . ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO-ANÁLISE DE ESTABILIDADE | 1 |
| 1.1 GEOMETRIA | 1 |
| 1.2 Cálculo do Peso Próprio..... | 2 |
| 1.3 Cálculo do Peso d'água dentro da Câmara..... | 4 |
| 1.4 Subpressão | 4 |
| 1.5 Fatores de Segurança..... | 4 |
| 2 . ESTRUTURA DE DESÁGÜE – MÉTODO CONVENCIONAL..... | 5 |
| 2.1 geometria..... | 5 |
| 2.2 Cálculo das cargas verticais | 6 |
| 2.3 Cálculo do centro de gravidade | 7 |
| 2.4 Cálculo do momento de inércia | 8 |
| 2.5 Cálculo das tensões normais na base da estrutura | 9 |
| 2.6 Cálculo da Estabilidade | 9 |
| 2.6.1 Sem Consideração do Empuxo Passivo..... | 9 |
| 2.6.2 Com Consideração do Empuxo Passivo | 9 |
| 3 . ESTRUTURA DE DESÁGÜE – MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS..... | 10 |
| 3.1 Introdução | 10 |
| 3.2 Propriedades do Modelo Matemático | 10 |
| 3.2.1 Geometria | 11 |
| 3.2.2 Propriedades dos Materiais..... | 12 |
| 3.3 Casos Analisados | 12 |
| 3.4 Resultados Obtidos | 13 |
| 3.4.1 Tensões | 13 |
| 3.4.2 Deslocamentos | 14 |
| 4 . ESTRUTURA DE DESÁGÜE – PRESSÃO NEGATIVA INTERNA..... | 14 |
| 4.1 Introdução | 14 |
| 4.2 Resultados obtidos e Conclusões | 14 |
| 5 . OBSERVAÇÕES | 18 |
| 6 . CÁLCULO DAS QUANTIDADES DA ESTRUTURA DE CONCRETO – EB-V1 | 19 |
| 6.1 RESUMO | 19 |
| 6.2 LAJES $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$ | 21 |
| 6.3 LAJES $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ | 22 |
| 6.4 VIGAS $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$ | 23 |
| 6.5 VIGAS $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ | 24 |
| 6.6 PILARES $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ | 27 |
| 6.7 BLOCOS DE ANCORAGEM $f_{ck}=15 \text{ MPa}$ | 28 |
| 6.8 Sifão $f_{ck}=15 \text{ MPa}$ | 29 |
| 6.9 Caixas de Inspeção para Medidor de Vazão | 30 |
| 7 . CÁLCULO DAS QUANTIDADES DA ESTRUTURA DE CONCRETO – EB-V2..... | 31 |
| 7.1 RESUMO | 31 |
| 7.2 LAJES $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$ | 31 |



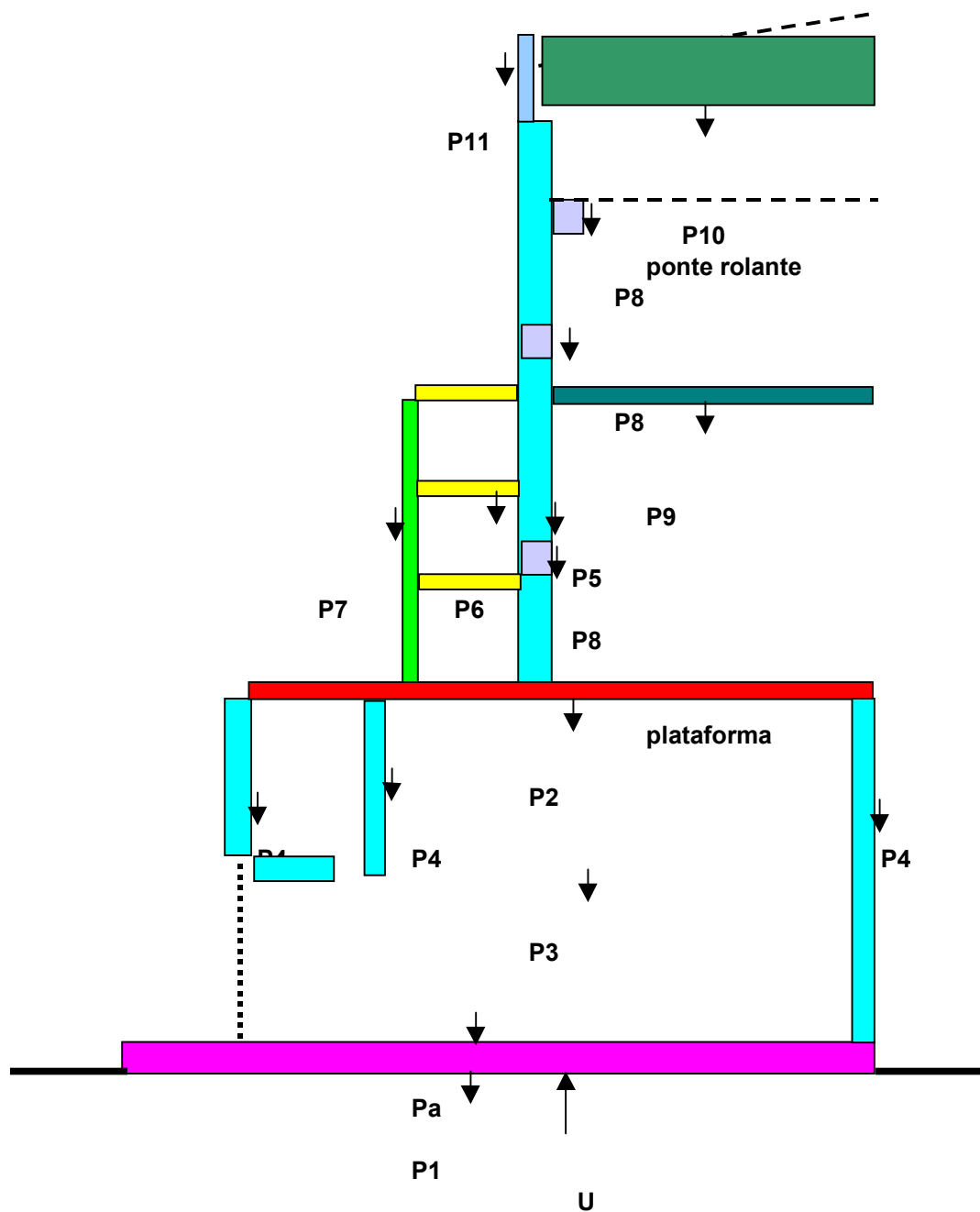
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | |
|---|----|
| 7.3 LAJES fck = 25 MPa | 32 |
| 7.4 VIGAS fck = 15 MPa | 33 |
| 7.5 VIGAS fck = 25 MPa | 34 |
| 7.6 PILARES fck = 25MPa | 37 |
| 7.7 BLOCOS DE ANCORAGEM fck=15MPa | 38 |
| 7.8 Sifão fck=15MPa | 39 |
| 7.9 Caixas de Inspeção para Medidor de Vazão | 40 |
| 8 . CÁLCULO DAS QUANTIDADES DA ESTRUTURA DE CONCRETO – EB-V3 | 41 |
| 8.1 RESUMO | 41 |
| 8.2 LAJES fck = 15 MPa | 41 |
| 8.3 JES fck = 25 MPa | 42 |
| 8.4 VIGAS fck = 15 MPa | 42 |
| 8.5 VIGAS fck = 25 MPa | 43 |
| 8.6 PILARES fck = 25MPa | 45 |
| 8.7 BLOCOS DE ANCORAGEM fck = 15MPa | 46 |
| 8.8 Sifão fck=15MPa | 47 |
| 8.9 Caixas de Inspeção para Medidor de Vazão | 48 |
| 9 . CÁLCULO DAS QUANTIDADES DA ESTRUTURA DE CONCRETO – EB-V4 | 49 |
| 9.1 RESUMO | 49 |
| 9.2 LAJES fck = 15 MPa | 50 |
| 9.3 LAJES fck = 25 Mpa | 51 |
| 9.4 VIGAS fck = 15 MPa | 52 |
| 9.5 VIGAS fck = 25 MPa | 53 |
| 9.6 PILARES fck = 25MPa | 56 |
| 9.7 sifão fck = 15MPa | 58 |
| 9.8 Caixas de Inspeção para Medidor de Vazão | 59 |
| 10 . CÁLCULO DAS QUANTIDADES DA ESTRUTURA DE CONCRETO – EB-V5 | 60 |
| 10.1 RESUMO | 60 |
| 10.2 LAJES fck = 15 MPa | 61 |
| 10.3 LAJES fck = 25 MPa | 62 |
| 10.4 VIGAS fck = 15 MPa | 62 |
| 10.5 VIGAS fck = 25 MPa | 63 |
| 10.6 PILARES fck = 25MPa | 65 |
| 10.7 Blocos de Ancoragem fck = 15MPa | 66 |
| 10.8 Sifão fck = 15MPa | 67 |
| 10.9 Caixas de Inspeção para Medidor de Vazão – EBV5 | 68 |
| 11 . CÁLCULO DAS QUANTIDADES DA ESTRUTURA DE CONCRETO – EB-V6 | 69 |
| 11.1 RESUMO | 69 |
| 11.2 LAJE fck=15MPa | 71 |
| 11.3 LAJE fck=25MPa | 72 |
| 11.4 VIGA fck = 15Mpa | 72 |
| 11.5 VIGAS fck = 25Mpa | 73 |
| 11.6 PILARES fck = 25MPa | 75 |
| 11.7 Blocos de Ancoragem fck = 25MPa | 76 |
| 11.8 Blocos de Ancoragem fck = 25MPa | 77 |
| 11.9 Caixas de Inspeção para Medidor de Vazão – EBV6 | 78 |



1 . ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO-ANÁLISE DE ESTABILIDADE

1.1 GEOMETRIA





Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

1.2 Cálculo do Peso Próprio

$\text{Gamac}=2,4 \text{ tf/m}^3$

- Laje de fundo(P1)

| | | |
|-------------|----|-----------|
| Comprimento | C= | 20,69m |
| Largura | L= | 33,00m |
| Espessura | e= | 1,00m |
| P1= | | 1638,57tf |

- Laje da Plataforma (P2)

| | | |
|-------------|----|----------|
| Comprimento | C= | 17,50m |
| Largura | L= | 33,00m |
| Espessura | e= | 0,50m |
| P2= | | 693,00tf |

- Paredes transversais(P3)

| | | |
|-------------|----|----------|
| Comprimento | C= | 19,49m |
| Altura | L= | 8,60m |
| Espessura | e= | 1,20m |
| P3= | | 482,84tf |

- Parede longitudinal de montante e jusante(P4)

| | | |
|-------------|----|----------|
| Comprimento | C= | 25,80m |
| Altura | L= | 23,20m |
| Espessura | e= | 0,50m |
| P4= | | 718,27tf |

- Pilares de Montante(P5) (80x50)

| | | |
|-------------|----|--------------------|
| Comprimento | C= | 18,65m |
| Área | A= | 0,40m ² |
| Unidades | n= | 6,00 |
| P5= | | 107,42tf |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

- Lajes secundárias(P6)

Laje da galeria de cabos

Laje da sala dos painéis

Laje da sala de comando e controle

| | | |
|-------------|-----|----------|
| Unidades | n= | 3,00 |
| Comprimento | C= | 5,00m |
| Largura | L= | 33,00m |
| Espessura | e= | 0,15m |
| | P6= | 178,20tf |

- Pilares de Montante(P7) secundários

| | | |
|-------------|-----|--------------------|
| Comprimento | C= | 11,50m |
| Área | A= | 0,20m ² |
| Unidades | n= | 6,00 |
| | P7= | 33,12tf |

- Vigas longitudinais de montante e viga da ponte rolante (P8)

| | | |
|-------------|-----|--------------------|
| Comprimento | C= | 5,60m |
| Área | A= | 0,50m ² |
| Unidades | n= | 15,00 |
| | P8= | 100,80tf |

- Vigas transversais laterais (P9)

| | | |
|-------------|-----|--------------------|
| Comprimento | C= | 11,70m |
| Área | A= | 0,50m ² |
| Unidades | n= | 1,00 |
| | P8= | 14,04tf |

- Vigas transversais laterais superiores (P10)

| | | |
|-------------|-----|--------------------|
| Comprimento | C= | 11,70m |
| Área | A= | 0,45m ² |
| Unidades | n= | 1,00 |
| | P8= | 12,64tf |

- Pilares de Montante superiores(P11)

| | | |
|-------------|----|-------|
| Comprimento | C= | 3,00m |
|-------------|----|-------|



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

Área A= 0,15m²
Unidades n= 6,00

P11= 6,48tf

- 1.12 - Somatória dos pesos de concreto (Pc)

Pc= 3985,38

1.3 Cálculo do Peso d'água dentro da Câmara

gamaa= 1,00tf/m³

Comprimento C= 20,69m
Largura L= 5,00m
Altura A= 7,62m

Unidades n= 5,00 n=0 (uma célula vazia)

Pa= 3941,25tf 3153,00tf

1.4 Subpressão

gamaa= 1,00tf/m³

Comprimento C= 20,69m
Largura L= 33,00m
Altura A= 8,62m

U= 5885,19 Tf

1.5 Fatores de Segurança

$F_{sf} = (P_c + P_a) / U$

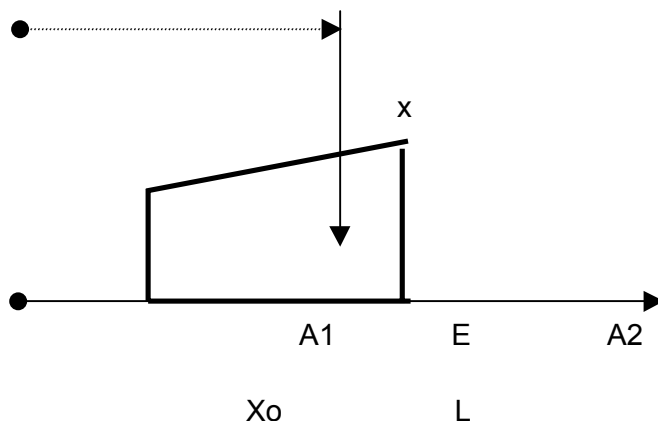
CCN=> $F_{sf} = 1,35 > 1,2$ OK!!!

CCE=> $F_{sf} = 1,21 > 1,1$ OK!!!





2.2 Cálculo das cargas verticais



| N | Xo(m) | A1(m) | A2(m) | L(m) | E(m) | P(tf) | x(m) | M(tf.m) |
|----|-------|-------|-------|------|------|--------|-------|---------|
| 1 | 0,00 | 0,98 | 1,40 | 1,47 | 5,05 | 21,20 | 0,78 | 16,50 |
| 2 | 1,47 | 1,10 | 1,10 | 4,00 | 5,05 | 53,33 | 3,47 | 185,05 |
| 3 | 5,47 | 1,25 | 1,25 | 3,50 | 5,05 | 53,03 | 7,22 | 382,84 |
| 4 | 8,97 | 1,30 | 1,30 | 6,05 | 5,05 | 95,32 | 12,00 | 1143,41 |
| 5 | 15,02 | 1,30 | 0,50 | 3,00 | 5,05 | 32,72 | 16,30 | 533,33 |
| 6 | 18,02 | 0,50 | 0,50 | 3,21 | 5,05 | 19,45 | 19,63 | 381,76 |
| 7 | -0,50 | 2,00 | 1,80 | 4,80 | 5,05 | 110,53 | 1,86 | 205,36 |
| 8 | 4,50 | 1,80 | 1,80 | 4,00 | 5,05 | 87,26 | 6,50 | 567,22 |
| 9 | 8,97 | 1,80 | 1,80 | 6,05 | 5,50 | 143,75 | 12,00 | 1724,26 |
| 10 | 15,02 | 1,80 | 2,00 | 2,80 | 6,00 | 76,61 | 16,44 | 1259,78 |
| 11 | 18,02 | 2,00 | 2,00 | 3,21 | 6,00 | 92,45 | 19,63 | 1814,29 |
| 12 | -1,00 | 0,50 | 0,50 | 4,50 | 5,05 | 27,27 | 1,25 | 34,09 |
| 13 | 3,55 | 0,50 | 1,20 | 0,72 | 5,05 | 7,42 | 3,96 | 29,37 |
| 14 | 4,27 | 1,00 | 1,00 | 4,00 | 5,05 | 48,48 | 6,27 | 303,97 |
| 15 | 8,97 | 1,00 | 0,50 | 7,00 | 5,50 | 69,30 | 12,08 | 837,22 |
| 16 | 16,02 | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 5,50 | 19,80 | 17,13 | 339,20 |
| 17 | 18,02 | 1,00 | 0,75 | 3,00 | 6,00 | 37,80 | 19,45 | 735,16 |
| 18 | 20,23 | 0,75 | 0,75 | 1,00 | 6,00 | 10,80 | 20,73 | 223,88 |
| 19 | 19,00 | 2,50 | 2,50 | 1,00 | 6,00 | 36,00 | 19,50 | 702,00 |
| 20 | 20,23 | 2,50 | 2,50 | 1,00 | 6,00 | 36,00 | 20,73 | 746,28 |
| 21 | 12,50 | 0,00 | 2,30 | 2,80 | 5,00 | 38,64 | 14,37 | 555,13 |
| 22 | 15,20 | 2,30 | 2,30 | 3,00 | 6,00 | 99,36 | 16,70 | 1659,31 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

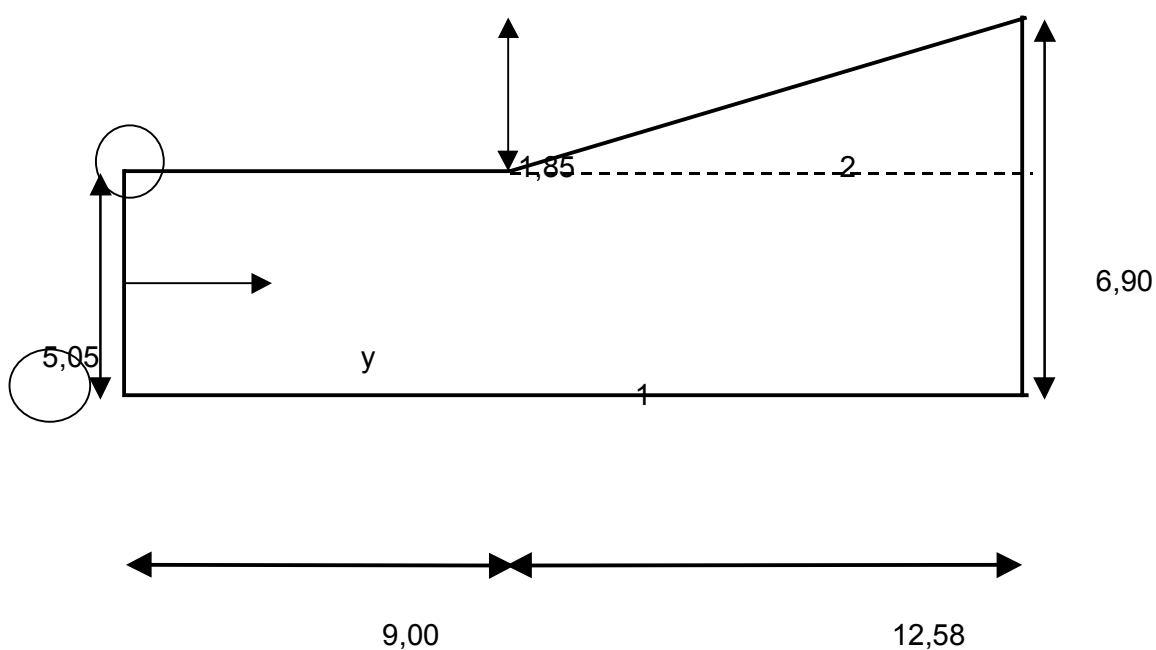
SOMA

N= 1216,52

14379,4

X= 11,82 m

2.3 Cálculo do centro de gravidade

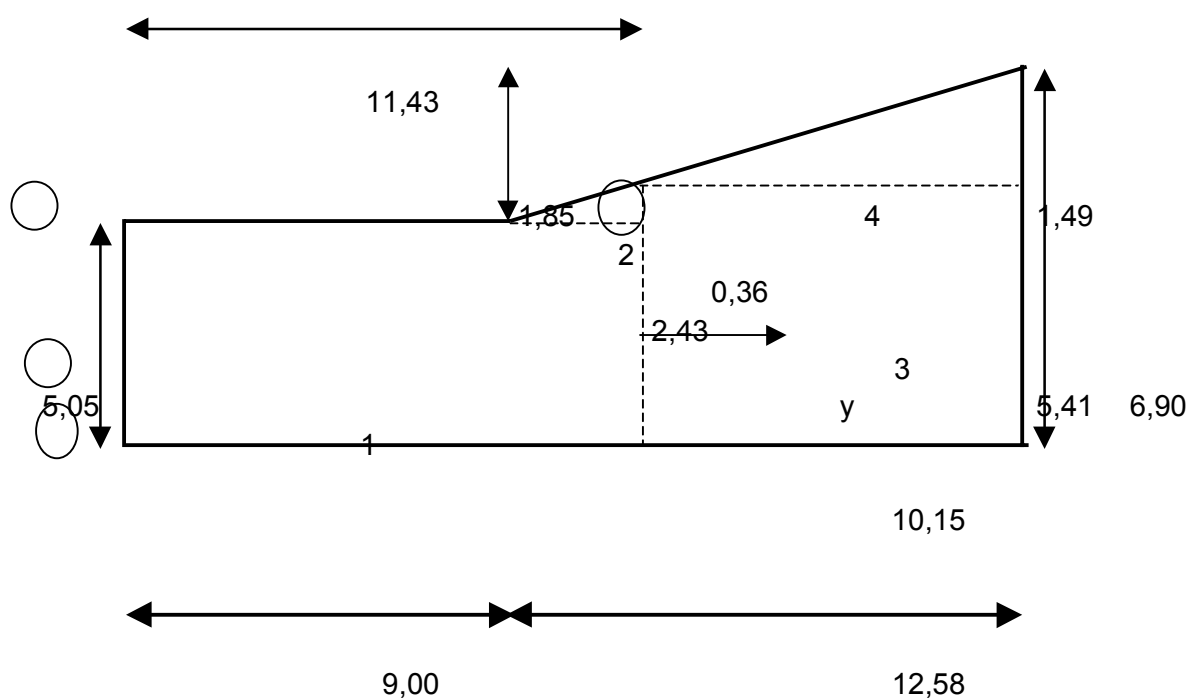


| N | Si | yi | y1 . Si |
|-----|--------|--------|---------|
| 1 | 108,98 | 10,79 | 1175,88 |
| 2 | 11,64 | 17,39 | 202,32 |
| | 120,62 | | 1378,20 |
| yc= | | 11,43m | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

2.4 Cálculo do momento de inércia



| N | $y=y_0-y_c$ | S_i | $S \cdot Y^2$ | J_0 |
|---|-------------|-------|---------------|--------|
| 1 | -5,71 | 57,70 | 1883,48 | 627,83 |
| 2 | -0,81 | 0,43 | 0,28 | 0,14 |
| 3 | 5,08 | 54,90 | 1414,95 | 471,65 |
| 4 | 6,77 | 7,58 | 347,34 | 43,42 |

J(m⁴)
3646,05 1143,04
4789,09

Wa= J/ya= 419,12m³

Wb= J/yb= 471,67m³



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

2.5 Cálculo das tensões normais na base da estrutura

$$S_a = N/S + M/W_a \quad M = N \text{ e}$$

$$S_a = N/S - M/W_b$$

$$S_a = -10,09 + 1,14 = -8,94 \text{ tf/m}^2$$

$$S_a = -10,09 - 1,02 = -11,10 \text{ tf/m}^2$$

2.6 Cálculo da Estabilidade

2.6.1 Sem Consideração do Empuxo Passivo

$$FSD = (N \operatorname{tg} \phi / g \phi + c S / g c) / F > 1,0$$

sendo:

$$\begin{aligned} N &= 1216,52 \text{ tf} \\ \phi &= 25,00 & \operatorname{tg} \phi &= 0,47 \\ c &= 1,00 \text{ tf/m}^2 \\ g \phi &= 1,50 \\ g c &= 3,00 \\ F &= 79,07 \text{ tf} \\ S &= 120,62 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$FSD = 5,33 \text{ ok!!!}$$

2.6.2 Com Consideração do Empuxo Passivo

$$E_p = 1/2 * K_p * \gamma * h^2 * B$$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

$$K_p = (1 + \tan \phi) / (1 - \tan \phi) = 2,46$$

$$\gamma = 1,80 \text{ tf/m}^3$$

$$h = 3,00 \text{ m}$$

$$B = 5,05 \text{ m}$$

$$E_p = 100,63 \text{ tf} \quad E'_p = E_p / 3 \quad E'_p = 33,54 \text{ tf}$$

$$FSD = (N \tan \phi / \gamma + c / \gamma) / (F - E_p) > 1,0$$

sendo:

$$N = 1216,52 \text{ tf}$$

$$\phi = 25,00 \quad \tan \phi = 0,47$$

$$c = 1,00 \text{ tf/m}^2$$

$$\gamma \phi = 1,50$$

$$\gamma c = 3,00$$

$$F = 45,52 \text{ tf}$$

$$S = 120,62 \text{ m}^2$$

$$FSD = 9,26 \text{ Ok!!!}$$

3 . ESTRUTURA DE DESÁGÜE – MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS

3.1 Introdução

Com a finalidade de se ter uma análise mais aprofundada da estrutura de deságüe e de sua fundação em aterro compactado, foram elaborados estudos elásticos bidimensionais pelo Método dos Elementos Finitos, considerando a adutora, a estrutura de deságüe e sua fundação. Foi então elaborado um modelo matemático bidimensional, composto de elementos planos de espessura variável atuando dentro do estado plano de tensões(plane stress).

Foram analisados diversos casos e determinados os deslocamentos dos pontos nodais do modelo matemático. Para o caso mais significativo, foram determinadas as tensões normais e tangenciais ao longo de um plano horizontal situado sob a estrutura de deságüe, determinando-se a segurança contra o escorregamento.

3.2 Propriedades do Modelo Matemático

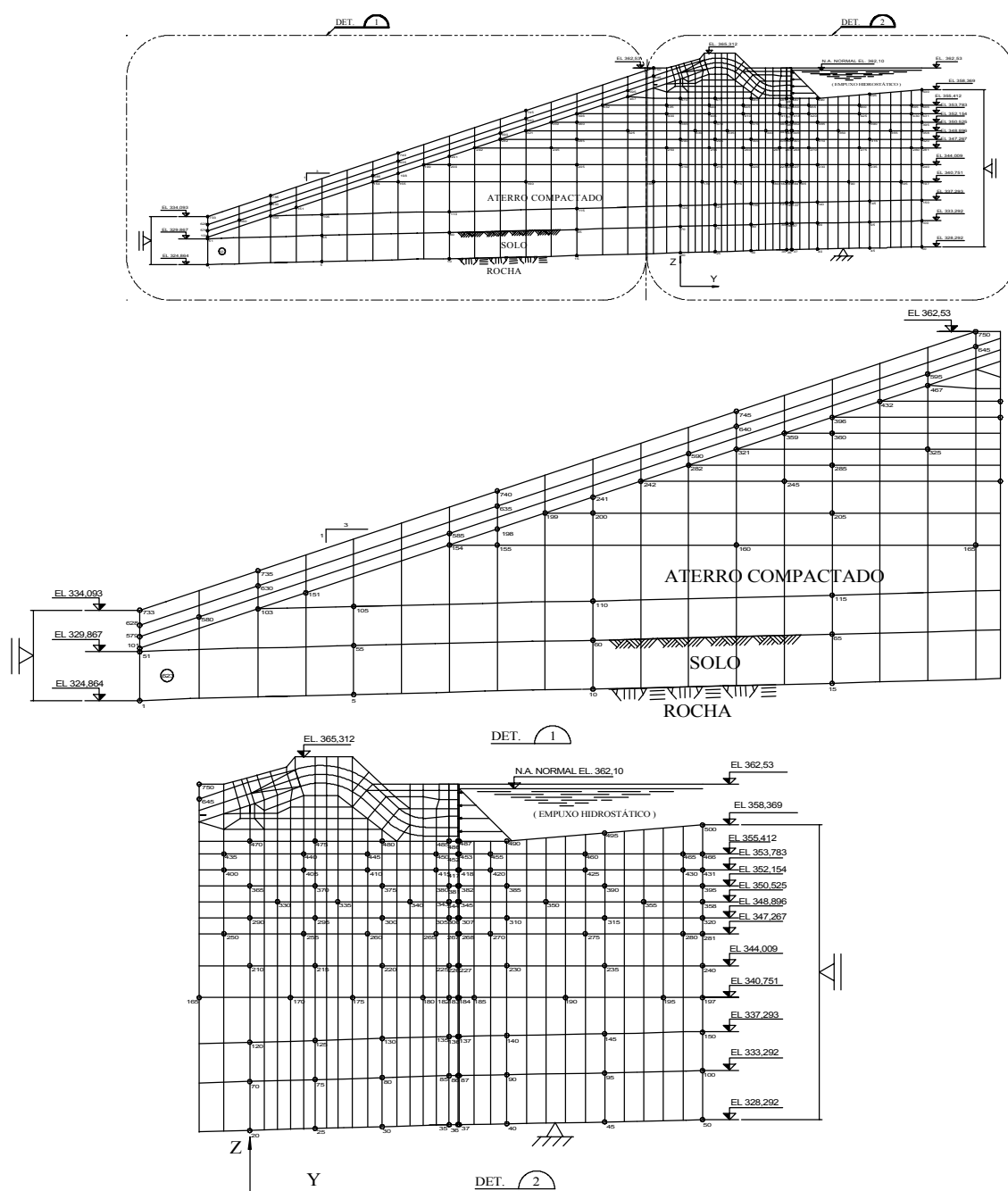


Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

3.2.1 Geometria

Conforme pode ser observado na Figura 3.1, o modelo apresenta-se limitado inferiormente pela rocha de fundação (Elmin. 324,864m), apresentando cerca de 150 m de comprimento e estando limitado na parte superior pela crista da estrutura de deságüe (El. 365,312m).

Figura 3.1 – Modelo matemático bidimensional





Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

3.2.2 Propriedades dos Materiais

As propriedades físicas e mecânicas dos materiais componentes do modelo matemático são apresentadas na tabela abaixo:

| MATERIAL | E(MPa) | ν | γ (t/m ³) |
|----------------------|--------|-------|------------------------------|
| CONCRETO | 24000 | 0,20 | 2,5 |
| ATERRO COMPACTADO | 35 | 0,25 | 1,8 |
| | 70 | | |
| AGUA | - | - | 1,0 |
| AÇO | 210000 | 0,3 | 7,9 |

3.3 Casos Analisados

Foram analisados 8 casos, conforme descrição apresentado na tabela abaixo:

| CASO | DESCRIÇÃO | E(MPa) (ATERRO) |
|------|---|--------------------|
| 1 | PP CONCRETO+PP ATERRO SOBRE O CONCRETO | 35 |
| 2 | PP CONCRETO+PP ATERRO SOBRE O CONCRETO | 70 |
| 3 | PP DA ÁGUA NA ADUTORA E CÂMARA +EMPUXO HIDROSTÁTICO | 35 |
| 4 | PP DA ÁGUA NA ADUTORA E CÂMARA +EMPUXO HIDROSTÁTICO | 70 |
| 5 | CASO 3 +10% DO PP DO ATERRO | 35 |
| 6 | CASO 4 +10% DO PP DO ATERRO | 70 |
| 7 | PP CONCRETO +PP ÁGUA+PP ATERRO +EMPUXO HIDROSTÁTICO | 70 |
| 8 | PP CONCRETO +PP ATERRO +EMPUXO HIDROSTÁTICO | 70 |

Notas:

1. Com os CASOS 1 e 2 pretendeu-se obter os deslocamentos nodais na estrutura de deságüe admitindo-se o maciço compactado já construído, portanto, já deformado;
2. Com os CASOS 3 e 4 pretendeu-se obter os deslocamentos nodais na estrutura de deságüe sob ação do enchimento d'água;
3. Com os CASOS 5 e 6 pretendeu-se obter os deslocamentos nodais na estrutura de deságüe sob ação do enchimento d'água e que o maciço compactado tenha desenvolvido 90% do seu recalque total durante o período construtivo, restando ainda para ocorrer 10% do seu recalque total após o período construtivo, conforme tem se observado em maciços compactados de barragens brasileiras (Vide Paulo Teixeira da Cruz pág. 386-100 Barragens Brasileiras);
4. Com os CASOS 7 e 8 pretendeu-se determinar as tensões normais (SZZ) e tangenciais (SYZ), e, conseqüentemente avaliar o Fator de Segurança ao Deslizamento (FSD), sob ação do peso próprio do concreto e aterro sobre a câmara, empuxo hidrostático e a consideração da câmara estar cheia ou vazia.

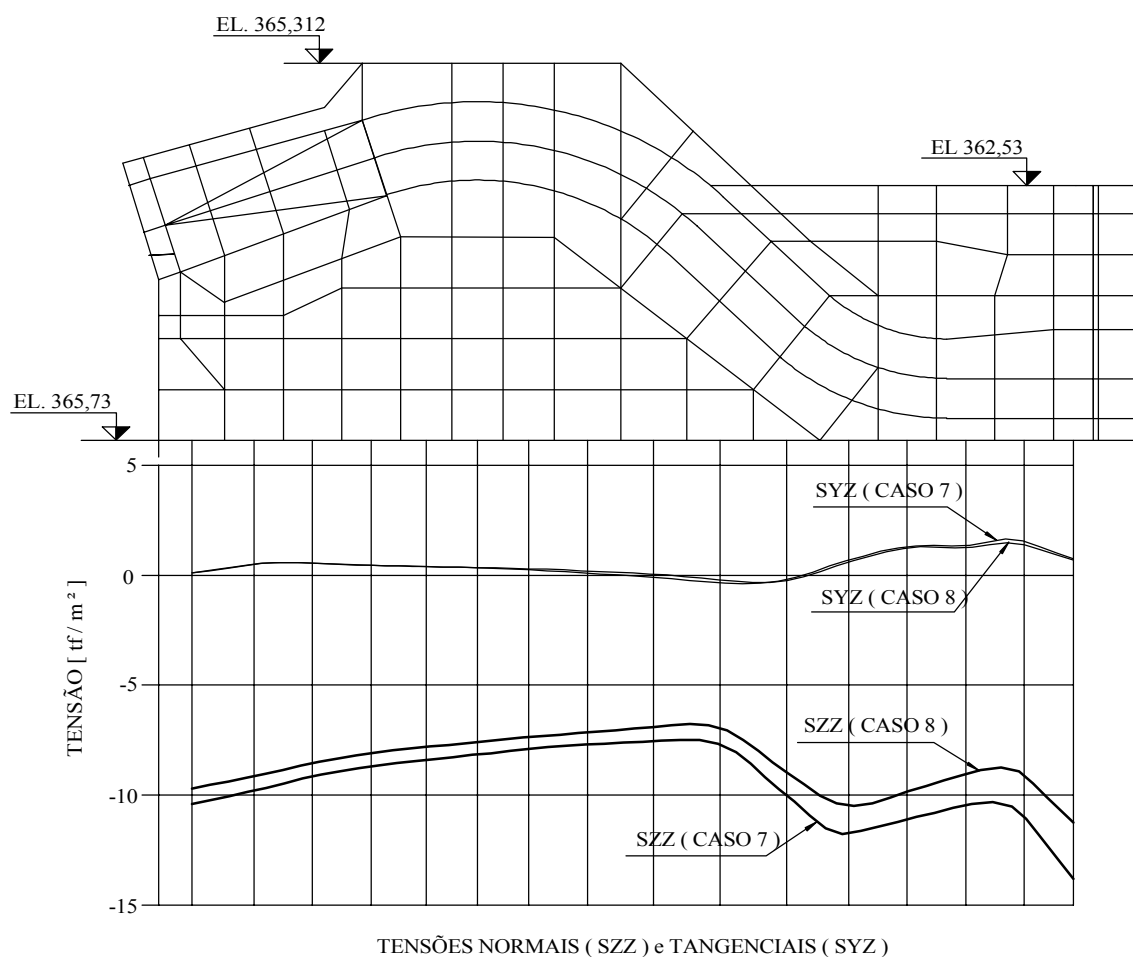


Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

3.4 Resultados Obtidos

3.4.1 Tensões

Na figura abaixo são apresentadas as distribuições das tensões normais e tangenciais no plano horizontal situado logo abaixo da estrutura de deságüe (El. 365,73) :



ANÁLISE DE ESTABILIDADE

$$FSD = \frac{\sum \left(\frac{SZZ \cdot \tan \phi}{\gamma \phi} + \frac{C}{\gamma c} \right) \Delta A}{\sum SYZ \Delta A} \geq 1,0$$

$\gamma \phi = 1,5 \quad \phi = 25^\circ$
 $\gamma c = 3,0 \quad c = 1 \text{ tf/m}^2$

| CASO | FSD |
|------|-----|
| 7 | 6,0 |
| 8 | 5,3 |

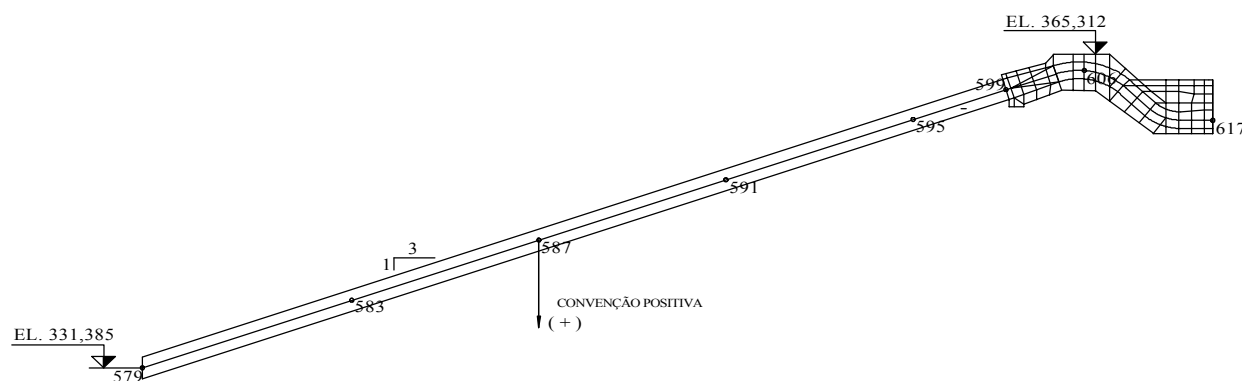
Como pode ser observado na tabela acima, a estrutura de deságüe apresenta-se segura com relação a estabilidade ao deslizamento.



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

3.4.2 Deslocamentos

Na tabela abaixo são apresentados os deslocamentos verticais calculados ao longo da adutora e estrutura de deságüe.



DESLOCAMENTOS VERTICAIS (mm)

| CASO | PONTO NODAL | | | | | | | |
|------|-------------|-----|-----|------|------|------|------|------|
| | 579 | 583 | 587 | 591 | 595 | 599 | 606 | 617 |
| 1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,5 | 12,0 | 15,0 | 18,5 |
| 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,2 | 5,9 | 7,6 | 9,1 |
| 3 | 1,3 | 2,3 | 3,0 | 3,7 | 4,1 | 3,7 | 3,5 | 3,0 |
| 4 | 0,7 | 1,2 | 1,5 | 1,9 | 2,1 | 1,9 | 1,8 | 1,5 |
| 5 | 2,2 | 5,3 | 9,3 | 14,3 | 19,6 | 20,8 | 20,4 | 19,7 |
| 6 | 1,1 | 2,7 | 4,7 | 7,2 | 9,9 | 10,6 | 10,3 | 9,7 |

Como pode ser observado na tabela acima, os maiores deslocamentos absolutos são da ordem de 20mm e ocorrem na região da estrutura de deságüe, não se observando deslocamentos relativos significativos.

4 . ESTRUTURA DE DESÁGÜE – PRESSÃO NEGATIVA INTERNA

4.1 Introdução

Com a finalidade de se obter os níveis das tensões de tração que se instalam no concreto sob ação de pressões negativas, devidas à formação de vácuo dentro da câmara de deságüe, foi elaborado um modelo matemático bidimensional, representativo da seção transversal da câmara na elevação mais alta do sifão. Nesta seção, internamente, foi aplicada uma pressão negativa de 1 kgf/cm^2 .

4.2 Resultados obtidos e Conclusões

Na Tabela 4.1 abaixo, são apresentadas as tensões normais, tangenciais e principais instaladas nos pontos nodais da Figura 4.1. Como pode ser observado nesta tabela, a máxima tensão de tração calculada foi de $11,3\text{ tf/m}^2$ ($0,113\text{ MPa}$) no nó 76, resultado considerado satisfatório.



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

TABELA 4.1 TENSOES NORMAIS E TANGENCIAIS NO PONTO NODAL [tf/m2]

| | | (SIFAO.MED) | | | | | | |
|-----|------|----------------------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|
| | | CONVENCAO (+) tracao | | | (-) compressao | | | |
| NO' | LOAD | SX | SY | SZ | SYZ | SMAX | SMIN | ANGLE |
| 1 | 1 | 0.0 | 0.3 | 1.6 | -1.8 | 2.8 | -0.9 | -55.0 |
| 2 | 1 | 0.0 | 0.3 | 1.5 | -3.4 | 4.3 | -2.5 | -50.1 |
| 3 | 1 | 0.0 | 0.1 | 0.9 | -5.9 | 6.4 | -5.4 | -46.9 |
| 4 | 1 | 0.0 | -0.1 | -0.4 | -6.3 | 6.1 | -6.6 | -44.3 |
| 5 | 1 | 0.0 | -0.2 | -1.6 | -4.8 | 3.9 | -5.7 | -41.0 |
| 6 | 1 | 0.0 | -0.3 | -1.6 | -2.8 | 2.0 | -3.8 | -38.4 |
| 7 | 1 | 0.0 | -0.2 | -1.0 | -1.4 | 0.8 | -2.1 | -36.4 |
| 8 | 1 | 0.0 | -0.1 | -0.4 | -0.5 | 0.2 | -0.8 | -35.3 |
| 9 | 1 | 0.0 | -0.1 | -0.1 | -0.2 | 0.1 | -0.3 | -42.5 |
| 10 | 1 | 0.0 | 0.6 | 3.2 | -1.8 | 4.1 | -0.3 | -62.8 |
| 11 | 1 | 0.0 | 0.5 | 3.0 | -3.5 | 5.4 | -1.9 | -54.7 |
| 12 | 1 | 0.0 | 0.3 | 2.0 | -6.2 | 7.4 | -5.1 | -48.9 |
| 13 | 1 | 0.0 | -0.2 | -0.7 | -6.8 | 6.4 | -7.3 | -43.8 |
| 14 | 1 | 0.0 | -0.5 | -3.5 | -5.0 | 3.2 | -7.2 | -36.7 |
| 15 | 1 | 0.0 | -0.6 | -3.5 | -2.6 | 1.0 | -5.0 | -30.3 |
| 16 | 1 | 0.0 | -0.4 | -2.3 | -0.9 | -0.0 | -2.7 | -22.1 |
| 17 | 1 | 0.0 | -0.2 | -0.5 | -0.1 | -0.2 | -0.5 | -19.8 |
| 18 | 1 | 0.0 | -0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | -0.1 | 78.0 |
| 19 | 1 | 0.0 | 1.2 | 6.5 | -1.9 | 7.1 | 0.6 | -72.0 |
| 20 | 1 | 0.0 | 1.2 | 6.1 | -3.7 | 8.1 | -0.8 | -61.8 |
| 21 | 1 | 0.0 | 0.7 | 4.7 | -7.2 | 10.1 | -4.8 | -52.9 |
| 22 | 1 | 0.0 | -0.3 | -1.1 | -8.5 | 7.8 | -9.2 | -43.8 |
| 23 | 1 | 0.0 | -1.2 | -8.8 | -5.9 | 2.0 | -12.0 | -28.7 |
| 24 | 1 | 0.0 | -1.4 | -8.7 | -1.9 | -0.9 | -9.2 | -13.7 |
| 25 | 1 | 0.0 | -0.9 | -5.4 | 0.8 | -0.8 | -5.6 | 10.2 |
| 26 | 1 | 0.0 | -0.1 | -0.6 | 1.5 | 1.2 | -1.9 | 40.0 |
| 27 | 1 | 0.0 | -0.3 | 4.6 | 1.2 | 4.9 | -0.5 | 76.8 |
| 28 | 1 | 0.0 | 1.2 | 6.8 | -1.4 | 7.1 | 0.9 | -76.8 |
| 29 | 1 | 0.0 | 1.1 | 6.5 | -2.2 | 7.3 | 0.3 | -70.4 |
| 30 | 1 | 0.0 | 0.8 | 4.8 | -5.1 | 8.3 | -2.6 | -55.7 |
| 31 | 1 | 0.0 | -0.7 | 0.8 | -9.6 | 9.7 | -9.6 | -47.2 |
| 32 | 1 | 0.0 | -2.0 | -19.8 | -11.5 | 3.6 | -25.4 | -26.1 |
| 33 | 1 | 0.0 | -2.6 | -16.1 | -6.0 | -0.4 | -18.3 | -20.8 |
| 34 | 1 | 0.0 | -1.7 | -9.1 | -2.4 | -1.0 | -9.8 | -16.7 |
| 35 | 1 | 0.0 | 0.1 | -1.9 | -0.7 | 0.3 | -2.1 | -16.6 |
| 36 | 1 | 0.0 | -0.6 | 9.6 | -0.2 | 9.6 | -0.6 | -89.1 |
| 37 | 1 | 0.0 | 9.1 | 4.3 | -0.8 | 9.2 | 4.2 | -9.3 |
| 38 | 1 | 0.0 | 8.2 | 4.3 | -0.5 | 8.3 | 4.2 | -7.6 |
| 39 | 1 | 0.0 | 3.5 | 2.9 | -2.2 | 5.5 | 0.9 | -41.3 |
| 40 | 1 | 0.0 | -16.9 | 4.8 | -10.0 | 8.7 | -20.8 | -68.6 |
| 41 | 1 | 0.0 | -28.9 | -43.5 | -20.1 | -14.8 | -57.6 | -35.0 |
| 42 | 1 | 0.0 | -20.4 | -19.9 | -14.4 | -5.8 | -34.5 | -45.5 |
| 43 | 1 | 0.0 | -7.7 | -12.7 | -9.7 | -0.2 | -20.2 | -37.8 |
| 44 | 1 | 0.0 | -2.5 | -5.7 | -5.6 | 1.6 | -9.9 | -37.0 |
| 45 | 1 | 0.0 | -2.3 | 5.4 | -2.8 | 6.4 | -3.2 | -71.9 |
| 46 | 1 | 0.0 | 2.2 | -59.1 | -17.8 | 7.0 | -63.9 | -15.1 |
| 47 | 1 | 0.0 | -2.3 | -25.0 | -16.8 | 6.6 | -33.9 | -28.1 |
| 48 | 1 | 0.0 | -3.9 | -16.0 | -15.0 | 6.2 | -26.2 | -34.0 |
| 49 | 1 | 0.0 | -1.6 | -11.5 | -9.1 | 3.8 | -16.9 | -30.8 |
| 50 | 1 | 0.0 | -0.8 | -5.1 | -5.3 | 2.7 | -8.7 | -34.1 |

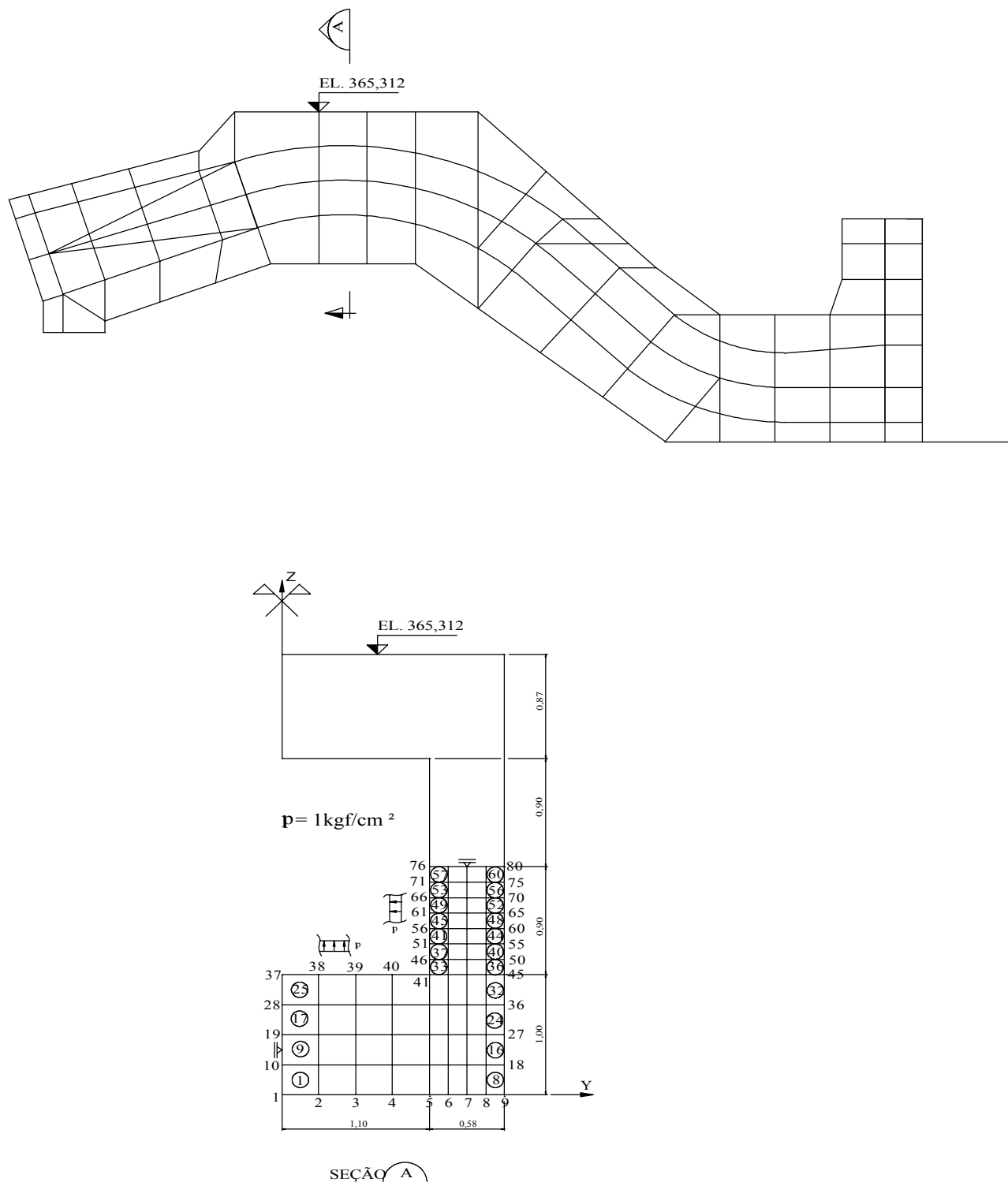


Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | | | | | |
|----|---|-----|------|-------|-------|------|-------|-------|
| 51 | 1 | 0.0 | 2.7 | -25.8 | -8.2 | 4.9 | -28.0 | -14.9 |
| 52 | 1 | 0.0 | 3.5 | -25.5 | -12.4 | 8.1 | -30.0 | -20.3 |
| 53 | 1 | 0.0 | 2.2 | -19.3 | -14.8 | 9.7 | -26.8 | -26.9 |
| 54 | 1 | 0.0 | 0.2 | -17.8 | -9.8 | 4.5 | -22.0 | -23.7 |
| 55 | 1 | 0.0 | -0.0 | -17.0 | -5.8 | 1.8 | -18.7 | -17.2 |
| 56 | 1 | 0.0 | 3.8 | -10.9 | -5.4 | 5.6 | -12.7 | -18.1 |
| 57 | 1 | 0.0 | 5.2 | -19.0 | -8.9 | 8.2 | -21.9 | -18.2 |
| 58 | 1 | 0.0 | 4.5 | -21.1 | -12.1 | 9.3 | -25.9 | -21.7 |
| 59 | 1 | 0.0 | 1.7 | -23.7 | -8.7 | 4.4 | -26.4 | -17.3 |
| 60 | 1 | 0.0 | 0.8 | -29.0 | -5.3 | 1.7 | -30.0 | -9.9 |
| 61 | 1 | 0.0 | 3.8 | -1.1 | -3.8 | 5.9 | -3.2 | -28.6 |
| 62 | 1 | 0.0 | 5.6 | -13.6 | -6.5 | 7.6 | -15.5 | -17.0 |
| 63 | 1 | 0.0 | 5.1 | -21.2 | -9.1 | 8.0 | -24.0 | -17.3 |
| 64 | 1 | 0.0 | 2.1 | -28.6 | -6.8 | 3.5 | -30.1 | -11.9 |
| 65 | 1 | 0.0 | 1.2 | -39.5 | -4.2 | 1.7 | -39.9 | -5.8 |
| 66 | 1 | 0.0 | 3.7 | 5.6 | -2.6 | 7.4 | 1.9 | -55.3 |
| 67 | 1 | 0.0 | 5.6 | -9.8 | -4.3 | 6.7 | -10.9 | -14.6 |
| 68 | 1 | 0.0 | 5.2 | -20.9 | -6.0 | 6.5 | -22.3 | -12.4 |
| 69 | 1 | 0.0 | 2.1 | -32.1 | -4.5 | 2.7 | -32.7 | -7.4 |
| 70 | 1 | 0.0 | 1.4 | -47.2 | -2.8 | 1.6 | -47.4 | -3.3 |
| 71 | 1 | 0.0 | 3.6 | 9.7 | -1.3 | 10.0 | 3.4 | -78.5 |
| 72 | 1 | 0.0 | 5.6 | -7.6 | -2.2 | 5.9 | -7.9 | -9.1 |
| 73 | 1 | 0.0 | 5.1 | -20.8 | -3.0 | 5.4 | -21.1 | -6.6 |
| 74 | 1 | 0.0 | 2.1 | -34.2 | -2.3 | 2.2 | -34.4 | -3.5 |
| 75 | 1 | 0.0 | 1.4 | -51.8 | -1.4 | 1.5 | -51.9 | -1.5 |
| 76 | 1 | 0.0 | 3.6 | 11.1 | -1.2 | 11.3 | 3.4 | -81.4 |
| 77 | 1 | 0.0 | 5.5 | -6.8 | -1.5 | 5.7 | -7.0 | -7.0 |
| 78 | 1 | 0.0 | 5.1 | -20.7 | -1.9 | 5.2 | -20.8 | -4.2 |
| 79 | 1 | 0.0 | 2.1 | -34.9 | -1.6 | 2.1 | -35.0 | -2.4 |
| 80 | 1 | 0.0 | 1.5 | -53.4 | -1.2 | 1.5 | -53.4 | -1.3 |



FIGURA 4.1 – MODELO MATEMÁTICO DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO SIFÃO





5 . OBSERVAÇÕES

A estrutura de deságüe foi prevista em concreto envolvendo a tubulação de aço com fundação no aterro compactado do *forebay* de jusante.

O aterro de fundação da estrutura será compactado com controle desde o terreno natural até o topo sendo constituído por núcleo de argila e espaldares de enrocamento compactado, utilizando-se água na compactação do enrocamento de maneira a obter um maciço de baixa compressibilidade para minimizar recalques.

Na fundação do aterro serão removidos solos moles ou fofos eventualmente existentes de maneira a eliminar recalques decorrentes da compressibilidade da fundação.

Os aterros serão executados atendendo os mesmos critérios e rigor exigido para aterros construídos para barragens de terra e enrocamento para garantir baixa compressibilidade e alta resistência.

A título de ilustração os recalques observados em barragens brasileiras (Vide Paulo Teixeira da Cruz pág. 386-100 Barragens Brasileiras) na pior das hipóteses são da ordem de 1,6% da altura da barragem para solos de alteração de gnaiss, sendo que de 86 a 96% destes recalques ocorrem no período construtivo.

Prevê-se a instalação de instrumentação (medidores de recalque e marcos de recalque) para efetuar o controle de recalques do aterro do *forebay* de maneira que a implantação da tubulação de aço e a execução da estrutura de concreto seja executada somente após a estabilização de eventuais recalques remanescentes do aterro, após o período construtivo.

Prevê-se a execução do aterro até a crista e posterior escavação do solo compactado para implantação da estrutura. Este procedimento, em si caracteriza um aterro de sobrecarga, que poderá ser incrementado em função dos dados mostrados pela instrumentação.

A estanqueidade do *forebay* de jusante será garantida pelo total revestimento da seção de escoamento d'água com geomembrana, que será embutida na Estrutura de Deságüe.

Sob a geomembrana será implantado um sistema de drenagem com material granular e tubos perfurados com diversas saídas para caixas dotadas de medidores de vazão.

Este sistema terá as seguintes finalidades:

- monitorar eventuais vazões infiltração para detectar defeitos na geomembrana e permitir o seu reparo;
- permitir alívio de sub-pressão do revestimento;
- evitar que ocorra infiltração para o aterro compactado do *forebay* de jusante com o conseqüente aumento da compressibilidade e redução da estabilidade dos taludes do aterro.

Assim com padrão de construção rigoroso complementado por instrumentação para medida de deslocamento e vazões de infiltração ficará garantida a segurança da obra.



6 . CÁLCULO DAS QUANTIDADES DA ESTRUTURA DE CONCRETO – EB-V1

6.1 RESUMO

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 15 MPa m ³ | CONCRETO 25 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | 1.565,05 | 69,68 | 2.182,00 |
| VIGAS | 2.447,81 | 274,42 | 6.627,93 |
| PILARES | | 133,47 | 849,91 |
| BLOCOS DE ANCORAGEM | 772,97 | | 905,13 |
| SIFÃO | 548,40 | | 908,52 |
| TOTAL | 5.334,23 | 477,56 | 11.473,49 |
| CAIXA DE INSPEÇÃO | 109,24 | | 642,30 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

6.2 LAJES fck = 15 MPa

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|---|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| LAJE DE FUNDO (formas, ver nota) | 1 | 3.300,0 | 2.062,0 | 100,0 | 680,46 | 107,52 |
| LAJE - EL305,30 | 5 | 360,0 | 516,0 | 50,0 | 46,44 | 92,88 |
| LAJE-EL305,30 | -5 | 130,0 | 596,0 | 50,0 | -19,37 | -38,74 |
| LAJE NA CÂMARA DAS BOMBAS-EL.305,30 | 5 | 810,0 | 516,0 | 50,0 | 104,49 | 208,98 |
| LAJE NA CÂMARA DAS BOMBAS-EL.305,30 | -5 | 100,0 | 50,0 | 50,0 | -1,25 | -2,50 |
| LAJE JUSANTE (forma, ver nota) | 1 | 508,0 | 3.300,0 | 50,0 | 83,82 | 7,50 |
| LAJE DE FUNDO NA ÁREA DE MONTAGEM (formas, ver nota) | 1 | 1.115,0 | 2.350,0 | 50,0 | 131,01 | 23,25 |
| SIFÃO-MUROS LATERAIS | 2 | 65,0 | 530,0 | 40,0 | 2,76 | 6,89 |
| SIFÃO-LAJE SUP. | 2 | 70,0 | 3.033,0 | 30,0 | 12,74 | 42,46 |
| SIFÃO-MURO-CANAL | 2 | 265,0 | 2.388,0 | 30,0 | 37,97 | 126,56 |
| SIFÃO-MURO-INCLINADO-CANAL | 2 | 351,0 | 2.000,0 | 30,0 | 42,12 | 140,40 |
| SIFÃO-MURO-CONTRA - FORTE - 1 | 8 | 30,0 | 448,0 | 70,0 | 7,53 | 60,93 |
| SIFÃO-MURO-CONTRA - FORTE - 2 | 8 | 30,0 | 183,0 | 150,0 | 6,59 | 38,00 |
| SIFÃO-LAJE-FUNDO-MONTANTE | 1 | 100,0 | 1.490,0 | 50,0 | 7,45 | 14,90 |
| SIFÃO-LAJE-FUNDO-JUSANTE | 1 | 3.170,0 | 2.600,0 | 50,0 | 412,10 | 862,60 |
| SIFÃO-LAJE-FUNDO-SAIDA | 1 | 100,0 | 3.400,0 | 30,0 | 10,20 | 34,00 |
| TOTAL | | | | | 1.565,05 | 1.725,64 |

NOTAS:

LAJE DE FUNDO Formas = $2 \times (33,00 + 20,76) \times 1,00 = 107,52 \text{ m}^2$

LAJE NA JUSANTE Formas = $(0,50 \times 15,00) = 7,50 \text{ m}^2$

LAJE DE FUNDO NA ÁREA DE MONTAGEM Formas = $(11,15 \times 2 + 23,50) \times 0,50 = 23,25 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

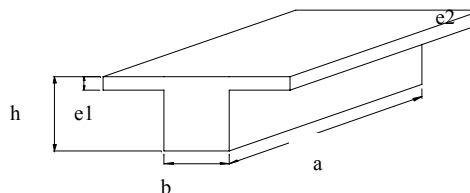
6.3 LAJES fck = 25 MPa

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| EL.315,80-ÁREA DE SERVIÇO | 1 | 530,5 | 2911,0 | 15,0 | 23,16 | 154,43 |
| EL.308,80-ÁREA DE SERVIÇO | 1 | 530,5 | 2900,0 | 15,0 | 23,08 | 153,85 |
| EL.312,30-ÁREA DE SERVIÇO | 1 | 450,5 | 3092,0 | 15,0 | 20,89 | 139,29 |
| ESCADAS | 4 | 100,0 | 275,0 | 25,0 | 2,75 | 11,00 |
| LAJE NAS ESCADAS | 2 | 120,0 | 200,0 | 17,5 | 0,84 | 4,80 |
| ABERTURAS | -1 | 100,0 | 700,0 | 15,0 | -1,05 | -7,00 |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 69,68 | 456,37 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

6.4 VIGAS $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$

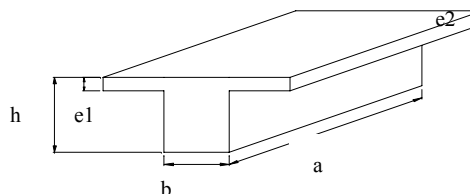


| REFERÊNCIA DA PEÇA | q | b | a | h | e1 | e2 | CONCRETO | FORMAS |
|--|----|-------|--------|--------|-------|-------|-----------------|-----------------|
| | un | cm | cm | cm | cm | cm | m ³ | m ² |
| PAREDE NA ENTRADA DE CONDUTO | 5 | 50,0 | 516,0 | 915,0 | 100,0 | 0,0 | 118,04 | 459,24 |
| PAREDE JUSANTE DAS COMPORTAS | 5 | 50,0 | 516,0 | 1040,0 | 100,0 | 50,0 | 134,16 | 510,84 |
| BALANÇO NAS GUIAS DAS COMPORTAS | 5 | 36,0 | 516,0 | 44,0 | 44,0 | 0,0 | 4,09 | 20,64 |
| VIGA CIRCULAR NO EIXO DAS BOMBAS- EL.305,30 | 5 | 100,0 | 1193,8 | 150,0 | 50,0 | 100,0 | 89,54 | 149,23 |
| PAREDE JUSANTE | 5 | 50,0 | 516,0 | 1290,0 | 100,0 | 50,0 | 166,41 | 639,84 |
| CHANFRO | 10 | 39,5 | 79,0 | 1190,0 | | | 37,13 | 132,95 |
| PILARES CENTRAIS | 4 | 120,0 | 2015,0 | 1290,0 | 162,3 | 162,3 | 1.247,69 | 1.914,57 |
| PILARES LATERAIS | 2 | 120,0 | 2015,0 | 1290,0 | 180,0 | 0,0 | 623,84 | 1.015,56 |
| PLACA ANTI-VÓRTICE - 1 | 5 | 50,0 | 510,5 | 105,0 | 36,0 | 0,0 | 13,40 | 57,18 |
| PLACA ANTI-VÓRTICE - 2 | 5 | 50,0 | 525,0 | 103,0 | 50,0 | 0,0 | 13,52 | 54,08 |
| TOTAL | | | | | | | 2.447,81 | 4.954,12 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

6.5 VIGAS $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|---|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| PLANTA PARCIAL EL. 318,30 A EL.318,95 (3,4) | | | | | | | | |
| V400 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 0,0 | 0,0 | 0,34 | 5,13 |
| V400 A,B,C,D | 4 | 20,0 | 410,5 | 55,0 | 0,0 | 0,0 | 1,81 | 21,35 |
| V401 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 0,0 | 0,0 | 0,34 | 5,13 |
| V402 | 5 | 15,0 | 586,0 | 100,0 | 10,0 | 0,0 | 4,40 | 60,07 |
| V402-1 | 5 | 10,0 | 586,0 | 40,0 | 10,0 | 0,0 | 1,17 | 23,44 |
| V402-2 | 5 | 40,0 | 586,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 1,17 | 11,72 |
| V403 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V404 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V405 e V405A | 1 | 50,0 | 3930,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 19,65 | 98,25 |
| V406 | 1 | 50,0 | 3930,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 19,65 | 98,25 |
| PLANTA PARCIAL EL.325,58 (3,4) | | | | | | | | |
| V500 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V501 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V502 | 1 | 50,0 | 4180,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 20,90 | 104,50 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | | | | | |
|--------------------------|---|------|--------|-------|------|------|-------|--------|
| V503 | 1 | 50,0 | 4180,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 20,90 | 104,50 |
| PLANTA PARCIAL EL.328,95 | | | | | | | | |
| V600 | 1 | 50,0 | 1210,0 | 167,0 | 0,0 | 0,0 | 10,10 | 46,46 |
| V601 | 1 | 50,0 | 1210,0 | 167,0 | 0,0 | 0,0 | 10,10 | 46,46 |
| V602 | 1 | 30,0 | 4280,0 | 167,0 | 10,0 | 0,0 | 21,44 | 151,51 |
| V602-1 | 1 | 40,0 | 4280,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 1,71 | 17,12 |
| V602-2 | 1 | 10,0 | 4280,0 | 40,0 | 10,0 | 0,0 | 1,71 | 34,24 |
| V603 | 1 | 30,0 | 4280,0 | 167,0 | 10,0 | 0,0 | 21,44 | 151,51 |
| V603-1 | 1 | 40,0 | 4280,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 1,71 | 17,12 |
| V603-2 | 1 | 10,0 | 4280,0 | 40,0 | 10,0 | 0,0 | 1,71 | 34,24 |
| V604 e V604A | 2 | 50,0 | 1210,0 | 75,0 | 0,0 | 0,0 | 9,08 | 48,40 |

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q | b | a | h | e1 | e2 | CONCRETO | FORMAS |
|--------------------------------|----|------|--------|------|------|------|----------------|----------------|
| | un | cm | cm | cm | cm | cm | m ³ | m ² |
| PLANTA PARCIAL EL.308,80 (2,3) | | | | | | | | |
| V100 A,B,C,D | 4 | 20,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 15,0 | 1,80 | 16,40 |
| V100 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V101A | 1 | 15,0 | 515,5 | 55,0 | 15,0 | 15,0 | 0,43 | 4,90 |
| V101B | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V101B-1 | 1 | 35,0 | 410,0 | 15,0 | 15,0 | 0,0 | 0,22 | 2,05 |
| V102 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 0,0 | 15,0 | 15,00 | 32,23 |
| V103 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 0,0 | 15,0 | 2,42 | 32,23 |
| PLANTA PARCIAL EL.312,30 (2,3) | | | | | | | | |
| V200 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |



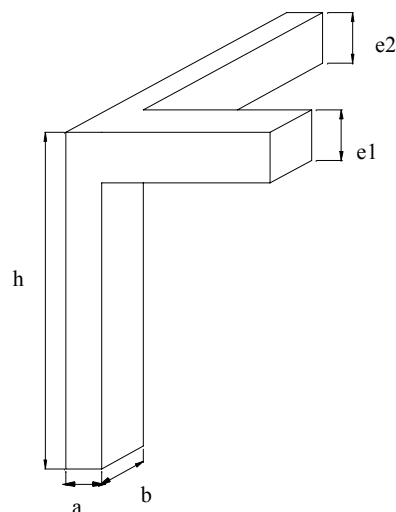
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|------|--------|-------|------|------|---------------|-----------------|
| V201 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V201-1 | 1 | 35,0 | 410,0 | 15,0 | 15,0 | 0,0 | 0,22 | 2,05 |
| V202 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 2,42 | 32,23 |
| V203 | 1 | 50,0 | 3930,0 | 100,0 | 15,0 | 15,0 | 19,65 | 86,46 |
| V203-1 | 1 | 30,0 | 2930,0 | 15,0 | 0,0 | 15,0 | 1,32 | 13,19 |
| V204 | 1 | 50,0 | 3930,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 19,65 | 98,25 |
| V205 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V206 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| PLANTA PARCIAL EL.315,80 (2,3) | | | | | | | | |
| V300 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V300 A,B,C,D | 4 | 20,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 15,0 | 1,80 | 16,40 |
| V301 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V302 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 2,42 | 32,23 |
| V303 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 2,42 | 32,23 |
| | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | 274,42 | 1.673,81 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

6.6 PILARES $f_{ck} = 25\text{MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|---|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| EL 305,30 A EL.325,58 | 14 | 50,0 | 80,0 | 2028,0 | 100,0 | 100,0 | 113,57 | 701,79 |
| EL 325,58 A EL 327,28 | 14 | 30,0 | 50,0 | 170,0 | 100,0 | 100,0 | 3,57 | 15,68 |
| EL.305,30 A EL.317,55 (área de serviço) | 6 | 40,0 | 50,0 | 1225,0 | 50,0 | 50,0 | 14,70 | 126,90 |
| CONSOLO (ver notas) | 10 | 50,0 | 50,0 | 65,0 | 0,0 | 0,0 | 1,63 | 5,54 |
| TOTAL | | | | | | | 133,47 | 849,91 |

NOTAS:

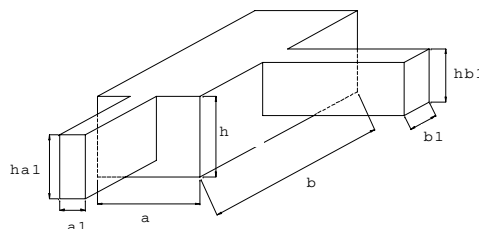
CONSOLO Formas = $(1,414 \cdot 0,50 + 0,40) \cdot 0,50 \cdot 10 = 5,54 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

6.7 BLOCOS DE ANCORAGEM $f_{ck}=15\text{MPa}$

NOTA: OS ÍNDICES 2 INDICADO NA TABELA ABAIXO REFEREM-SE ÀS FACES OPOSTAS ÀS INDICADAS NO ESQUEMA



| REF. DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | b1 cm | b2 cm | a1 cm | a2 cm | hb1 cm | hb2 cm | ha1 cm | ha2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------------|
| BL1 | 2 | 950,0 | 570,0 | 483,0 | | 950,0 | 570,0 | | 483,0 | 483,0 | 483,00 | 483,00 | 523,09 | 146,83 |
| BL2 | 1 | 2.850,0 | 135,0 | 483,0 | 2.850,0 | 1.360,0 | 0,0 | 0,0 | 483,0 | 483,0 | 483,00 | 483,00 | 185,83 | 85,01 |
| BL3 | 1 | 460,0 | 170,0 | 483,0 | 460,0 | 460,0 | 170,0 | 170,0 | 483,0 | 50,0 | 50,00 | 50,00 | 37,77 | 34,64 |
| BL4 | 2 | 350,0 | 150,0 | 483,0 | 350,0 | 350,0 | 150,0 | 150,0 | 483,0 | 50,0 | 50,00 | 50,00 | 50,72 | 56,29 |
| BL5 | 1 | 120,0 | 190,0 | 483,0 | 120,0 | 120,0 | 190,0 | 190,0 | 483,0 | 483,0 | 483,00 | 483,00 | 11,01 | 0,00 |
| BL6 | 1 | 326,0 | 216,0 | 20,0 | | 326,0 | 216,0 | 216,0 | 20,0 | 20,0 | 20,00 | 20,00 | 1,41 | 0,65 |
| BL7 | 1 | 424,0 | 550,0 | 450,0 | | 424,0 | | | 450,0 | 450,0 | 0,00 | 0,00 | 104,94 | 68,58 |
| BL8 | 1 | 424,0 | 440,0 | 450,0 | | 424,0 | | | 450,0 | 450,0 | 0,00 | 0,00 | 83,95 | 58,68 |
| BL9 (ver notas) | | | | | | | | | | | | | -42,37 | 67,98 |
| BL10 (ver notas) | | | | | | | | | | | | | -97,41 | 233,48 |
| POÇO DE INSPEÇÃO | -2 | 270,0 | 350,0 | 483,0 | | | | | | | | | -91,29 | 119,78 |
| SUPORTE | 5 | 160,0 | 40,0 | 166 | | | | | | | | | 5,31 | 33,20 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | 772,97 | 905,13 |

NOTAS:

BL9-CONDUTO(\square 2,235 m), Volume = $0,7854 \times 2,235 \times 2,235 \times 10,80 = 42,37 \text{ m}^3$

BL10-CONDUTO(\square 1,600 m), Volume = $0,7854 \times 1,60 \times 1,60 \times 48,45 = 97,41 \text{ m}^3$

Formas = $3,1416 \times 2,235 \times 10,80 - 0,7854 \times 2,235 \times 2,235 \times 2 = 67,98 \text{ m}^2$

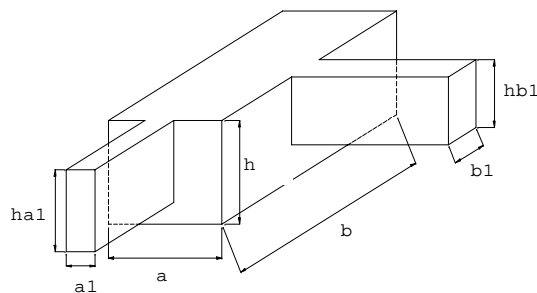
Formas = $3,1416 \times 1,60 \times 48,45 - 0,7854 \times 1,60 \times 1,60 \times 5 = 233,48 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

6.8 Sifão fck=15MPa

NOTA: OS ÍNDICES 2 INDICADO NA TABELA ABAIXO REFEREM-SE ÀS FACES OPOSTAS ÀS INDICADAS NO ESQUEMA



| REF.DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | b1 cm | b2 cm | a1 cm | a2 cm | hb1 cm | hb2 cm | ha1 cm | ha2 cm | Conc. m ³ | FORMAS m ² |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|--------------------------|
| BL1 | 2 | 520,0 | 343,0 | 360,0 | | 520,0 | | 343,0 | | 100,0 | | 360,0 | 128,42 | 89,18 |
| BL2 | 2 | 540,0 | 343,0 | 418,0 | | 540,0 | 343,0 | 343,0 | | 100,0 | 418,0 | 418,0 | 154,84 | 79,49 |
| BL3 | 2 | 740,0 | 470,0 | 385,0 | | 740,0 | 343,0 | 550,0 | | 100,0 | 385,0 | 385,0 | 267,81 | 102,78 |
| BL4 | 2 | 340,0 | 600,0 | 330,0 | | 340,0 | 550,0 | 650,0 | | 100,0 | 350,0 | 340,0 | 134,64 | 34,58 |
| BL5 | 1 | 130,0 | 1335,0 | 330,0 | | | 1335,0 | 1335,0 | | | 330,0 | 330,0 | 57,27 | 8,58 |
| BL6 | 1 | 100,0 | 1350,0 | 250,0 | | | | | | | | | 33,75 | 72,50 |
| BL7-1 | 2 | 100,0 | 110,0 | 530,0 | | | 110,00 | 0,0 | | | 530,0 | 0,0 | 11,66 | 32,86 |
| BL7-2 | 2 | 90,0 | 70,0 | 530,0 | | | 110,00 | 0,0 | | | 530,0 | 0,0 | 6,68 | 22,26 |
| BL8 | 1 | 1450,0 | 323,0 | 100,0 | | | | | | | | | 46,84 | 0,00 |
| COND.- TRANSIÇÃO | -1 | | | | | | | | | | | | -42,10 | 103,30 |
| S.RETANGULAR | -1 | | | | | | | | | | | | -51,00 | 92,70 |
| S.RETANGULAR | -1 | | | | | | | | | | | | -200,40 | 270,30 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | 548,40 | 908,52 |

FUNGENBAND 0-22 / JUNTA DE CONTRAÇÃO : COMPRIMENTO TOTAL=100,2 M



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

6.9 Caixas de Inspeção para Medidor de Vazão

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| P1(formas, ver nota-1) | 2 | 560,0 | 694,0 | 30,0 | 23,32 | 144,1 |
| P2(formas, ver nota-2) | 1 | 1278,0 | 694,0 | 30,0 | 26,61 | 173,6 |
| P3(formas, ver nota-3) | 2 | 284,0 | 694,0 | 30,0 | 11,83 | 78,8 |
| P4(formas, ver nota-4) | 2 | 376,0 | 694,0 | 30,0 | 15,66 | 96,1 |
| P5(formas, ver nota-5) | 1 | 650,0 | 694,0 | 30,0 | 13,53 | 86,1 |
| L6(formas, ver nota-6) | 2 | 284,0 | 460,0 | 30,0 | 7,84 | 0,9 |
| L7(formas, ver nota-7) | 1 | 710,0 | 154,0 | 30,0 | 3,28 | 0,0 |
| L8(formas, ver nota-8) | 4 | 284,0 | 30,0 | 30,0 | 1,02 | 3,4 |
| L9(formas, ver nota-9) | 2 | 284,0 | 100,0 | 30,0 | 1,70 | 0,0 |
| TAMPA-1 | 4 | 314,0 | 187,0 | 7,0 | 1,64 | 23,5 |
| TAMPA-2 | 1 | 1308,0 | 187,0 | 7,0 | 1,71 | 24,5 |
| VIGOTA(formas, ver nota-10) | 4 | 344,0 | 30,0 | 26,5 | 1,09 | 11,4 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 109,24 | 642,3 |

NOTA-1 Formas = $4 \times 5,60 \times 6,94 - 4 \times 0,30 \times 6,94 - 2 \times 0,3 \times 5,00 = 144,13 \text{ m}^2$

NOTA-2 Formas = $2 \times 12,78 \times 6,94 - 0,30 \times 12,78 = 173,55 \text{ m}^2$

NOTA-3 Formas = $2 \times 2,84 \times 6,94 = 78,84 \text{ m}^2$

NOTA-4 Formas = $4 \times 3,76 \times 6,94 - 4 \times 0,30 \times 6,94 = 96,05 \text{ m}^2$

NOTA-5 Formas = $2 \times 6,50 \times 6,94 - 2 \times 0,30 \times 6,94 = 86,06 \text{ m}^2$

NOTA-6 Formas = $2 \times 0,30 \times 2,84 = 0,85 \text{ m}^2$

NOTA-7 Formas = 0

NOTA-8 Formas = $4 \times 0,30 \times 2,84 = 3,41 \text{ m}^2$

NOTA-9 Formas = 0

NOTA-10 Formas = $4 \times (0,30 + 2 \times 0,265) \times 3,44 = 11,42 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

7 . CÁLCULO DAS QUANTIDADES DA ESTRUTURA DE CONCRETO – EB-V2

7.1 RESUMO

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 15 MPa m ³ | CONCRETO 25 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | 1.569,70 | 69,68 | 2.317,56 |
| VIGAS | 1.614,96 | 274,42 | 4.918,73 |
| PILARES | | 108,06 | 683,92 |
| BLOCOS DE ANCORAGEM | 772,97 | | 905,13 |
| SIFÃO | 529,84 | | 915,01 |
| TOTAL | 4.487,47 | 452,15 | 9.740,35 |
| CAIXA DE INSPEÇÃO | 109,24 | | 642,30 |

7.2 LAJES fck = 15 MPa

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|--|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| LAJE DE FUNDO (formas, ver nota) | 1 | 3.300,0 | 2.062,0 | 100,0 | 680,46 | 107,52 |
| LAJE - EL362,10 | 5 | 360,0 | 516,0 | 50,0 | 46,44 | 92,88 |
| LAJE-EL362,10 | -5 | 130,0 | 596,0 | 50,0 | -19,37 | -38,74 |
| LAJE NA CÂMARA DAS BOMBAS-EL362,10 | 5 | 790,0 | 516,0 | 50,0 | 101,91 | 203,82 |
| LAJE NA CÂMARA DAS BOMBAS-EL362,10 | -5 | 100,0 | 50,0 | 50,0 | -1,25 | -2,50 |
| LAJE JUSANTE (forma, ver nota) | 1 | 508,0 | 3.300,0 | 50,0 | 83,82 | 7,50 |
| LAJE DE FUNDO NA ÁREA DE MONTAGEM (formas, ver nota) | 1 | 1.115,0 | 2.356,0 | 50,0 | 131,35 | 22,93 |
| SIFÃO-MUROS LATERAIS | 2 | 65,0 | 538,0 | 40,0 | 2,80 | 6,99 |
| SIFÃO-LAJE SUP. | 2 | 70,0 | 3.033,0 | 30,0 | 12,74 | 42,46 |
| SIFÃO-MURO-CANAL | 2 | 268,0 | 2.388,0 | 30,0 | 38,40 | 128,00 |
| SIFÃO-MURO-INCLINADO-CANAL | 2 | 410,0 | 2.000,0 | 30,0 | 49,20 | 164,00 |
| SIFÃO-MURO-CONTRA - FORTE - 1 | 8 | 30,0 | 462,0 | 70,0 | 7,76 | 62,83 |
| SIFÃO-MURO-CONTRA - FORTE - 2 | 8 | 30,0 | 190,0 | 125,0 | 5,70 | 152,00 |
| SIFÃO-LAJE-FUNDO-MONTANTE | 1 | 100,0 | 1.490,0 | 50,0 | 7,45 | 14,90 |
| SIFÃO-LAJE-FUNDO-JUSANTE | 1 | 3.170,0 | 2.600,0 | 50,0 | 412,10 | 862,60 |
| SIFÃO-LAJE-FUNDO-SAIDA | 1 | 100,0 | 3.400,0 | 30,0 | 10,20 | 34,00 |
| TOTAL | | | | | 1.569,70 | 1.861,19 |

NOTAS:

LAJE DE FUNDO Formas = $2 \times (33,00 + 20,76) \times 1,00 = 107,52 \text{ m}^2$

LAJE NA JUSANTE Formas = $(0,50 \times 15,00) = 7,50 \text{ m}^2$

LAJE DE FUNDO NA ÁREA DE MONTAGEM Formas = $(11,15 \times 2 + 23,56) \times 0,50 = 22,93 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

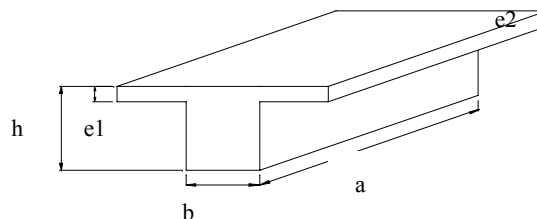
7.3 LAJES fck = 25 MPa

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| EL372,60-ÁREA DE SERVIÇO | 1 | 530,5 | 2911,0 | 15,0 | 23,16 | 154,43 |
| EL365,60-ÁREA DE SERVIÇO | 1 | 530,5 | 2900,0 | 15,0 | 23,08 | 153,85 |
| EL369,10-ÁREA DE SERVIÇO | 1 | 450,5 | 3092,0 | 15,0 | 20,89 | 139,29 |
| ESCADAS | 4 | 100,0 | 275,0 | 25,0 | 2,75 | 11,00 |
| LAJE NAS ESCADAS | 2 | 120,0 | 200,0 | 17,5 | 0,84 | 4,80 |
| ABERTURAS | -1 | 100,0 | 700,0 | 15,0 | -1,05 | -7,00 |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 69,68 | 456,37 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

7.4 VIGAS $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$

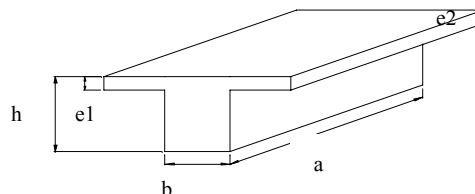


| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|---|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| PAREDE NA ENTRADA DE CONDUTO | 5 | 50,0 | 516,0 | 461,0 | 100,0 | 0,0 | 59,47 | 224,98 |
| PAREDE JUSANTE DAS COMPORTAS | 5 | 50,0 | 516,0 | 592,0 | 100,0 | 50,0 | 76,37 | 279,67 |
| BALANÇO NAS GUIAS DAS COMPORTAS | 5 | 36,0 | 516,0 | 44,0 | 44,0 | 0,0 | 4,09 | 20,64 |
| VIGA CIRCULAR NO EIXO DAS BOMBAS- EL362,10 | 5 | 100,0 | 1193,8 | 150,0 | 50,0 | 100,0 | 89,54 | 149,23 |
| VIGA-EL362,10 | 5 | 35,0 | 516,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 9,03 | 9,03 |
| PAREDE JUSANTE | 5 | 50,0 | 516,0 | 842,0 | 100,0 | 50,0 | 108,62 | 408,67 |
| CHANFRO | 10 | 50,0 | 100,0 | 742,0 | 742,0 | 742,0 | 37,10 | 104,90 |
| PILARES CENTRAIS | 4 | 120,0 | 1985,0 | 842,0 | 107,5 | 107,5 | 802,26 | 1.261,67 |
| PILARES LATERAIS | 2 | 120,0 | 1985,0 | 842,0 | 107,5 | 0,0 | 401,13 | 673,51 |
| PLACA ANTI-VÓRTICE - 1 | 5 | 50,0 | 449,5 | 129,0 | 36,0 | 0,0 | 14,50 | 61,13 |
| PLACA ANTI-VÓRTICE - 2 | 5 | 50,0 | 500,0 | 103,0 | 50,0 | 0,0 | 12,88 | 51,50 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | 1.614,96 | 3.244,92 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

7.5 VIGAS $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|--|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| PLANTA PARCIAL EL. 374,83 A EL374,25 (3,4) | | | | | | | | |
| V400 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 0,0 | 0,0 | 0,34 | 5,13 |
| V400 A,B,C,D | 4 | 20,0 | 410,5 | 55,0 | 0,0 | 0,0 | 1,81 | 21,35 |
| V401 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 0,0 | 0,0 | 0,34 | 5,13 |
| V402 | 5 | 15,0 | 586,0 | 100,0 | 10,0 | 0,0 | 4,40 | 60,07 |
| V402-1 | 5 | 10,0 | 586,0 | 40,0 | 10,0 | 0,0 | 1,17 | 23,44 |
| V402-2 | 5 | 40,0 | 586,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 1,17 | 11,72 |
| V403 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V404 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V405 e V405A | 1 | 50,0 | 3930,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 19,65 | 98,25 |
| V406 | 1 | 50,0 | 3930,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 19,65 | 98,25 |
| PLANTA PARCIAL EL. 379,83 (3,4) | | | | | | | | |
| V500 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V501 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V502 | 1 | 50,0 | 4180,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 20,90 | 104,50 |
| V503 | 1 | 50,0 | 4180,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 20,90 | 104,50 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | | | | | |
|---------------------------|---|------|--------|-------|------|------|-------|--------|
| PLANTA PARCIAL EL. 381,27 | | | | | | | | |
| V600 | 1 | 50,0 | 1210,0 | 167,0 | 0,0 | 0,0 | 10,10 | 46,46 |
| V601 | 1 | 50,0 | 1210,0 | 167,0 | 0,0 | 0,0 | 10,10 | 46,46 |
| V602 | 1 | 30,0 | 4280,0 | 167,0 | 10,0 | 0,0 | 21,44 | 151,51 |
| V602-1 | 1 | 40,0 | 4280,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 1,71 | 17,12 |
| V602-2 | 1 | 10,0 | 4280,0 | 40,0 | 10,0 | 0,0 | 1,71 | 34,24 |
| V603 | 1 | 30,0 | 4280,0 | 167,0 | 10,0 | 0,0 | 21,44 | 151,51 |
| V603-1 | 1 | 40,0 | 4280,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 1,71 | 17,12 |
| V603-2 | 1 | 10,0 | 4280,0 | 40,0 | 10,0 | 0,0 | 1,71 | 34,24 |
| V604 e V604A | 2 | 50,0 | 1210,0 | 75,0 | 0,0 | 0,0 | 9,08 | 48,40 |

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q | b | a | h | e1 | e2 | CONCRETO | FORMAS |
|-------------------------------|----|------|--------|------|------|------|----------------|----------------|
| | un | cm | cm | cm | cm | cm | m ³ | m ² |
| PLANTA PARCIAL EL.365,60(2,3) | | | | | | | | |
| V100 A,B,C,D | 4 | 20,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 15,0 | 1,80 | 16,40 |
| V100 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V101A | 1 | 15,0 | 515,5 | 55,0 | 15,0 | 15,0 | 0,43 | 4,90 |
| V101B | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V101B-1 | 1 | 35,0 | 410,0 | 15,0 | 15,0 | 0,0 | 0,22 | 2,05 |
| V102 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 0,0 | 15,0 | 15,00 | 32,23 |
| V103 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 0,0 | 15,0 | 2,42 | 32,23 |
| PLANTA PARCIAL EL 369,10(2,3) | | | | | | | | |
| V200 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V201 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |



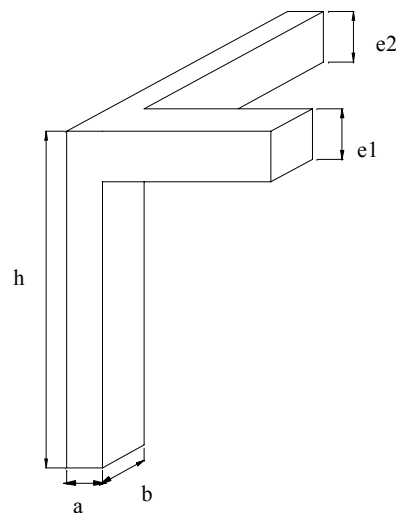
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|------|--------|-------|------|------|---------------|-----------------|
| V201-1 | 1 | 35,0 | 410,0 | 15,0 | 15,0 | 0,0 | 0,22 | 2,05 |
| V202 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 2,42 | 32,23 |
| V203 | 1 | 50,0 | 3930,0 | 100,0 | 15,0 | 15,0 | 19,65 | 86,46 |
| V203-1 | 1 | 30,0 | 2930,0 | 15,0 | 0,0 | 15,0 | 1,32 | 13,19 |
| V204 | 1 | 50,0 | 3930,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 19,65 | 98,25 |
| V205 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V206 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| PLANTA PARCIAL EL.372,60(2,3) | | | | | | | | |
| V300 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V300 A,B,C,D | 4 | 20,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 15,0 | 1,80 | 16,40 |
| V301 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V302 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 2,42 | 32,23 |
| V303 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 2,42 | 32,23 |
| | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | 274,42 | 1.673,81 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

7.6 PILARES $f_{ck} = 25\text{MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|---|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| EL 362,10 A EL 377,90 | 14 | 50,0 | 80,0 | 1580,0 | 100,0 | 100,0 | 88,48 | 538,72 |
| EL 377,90 A EL 379,60 | 14 | 30,0 | 50,0 | 170,0 | 100,0 | 100,0 | 3,57 | 15,68 |
| EL 362,10 A EL 374,08 (área de serviço) | 6 | 40,0 | 50,0 | 1198,0 | 50,0 | 50,0 | 14,38 | 123,98 |
| CONSOLO (ver notas) | 10 | 50,0 | 50,0 | 65,0 | 0,0 | 0,0 | 1,63 | 5,54 |
| TOTAL | | | | | | | 108,06 | 683,92 |

NOTAS:

CONSOLO

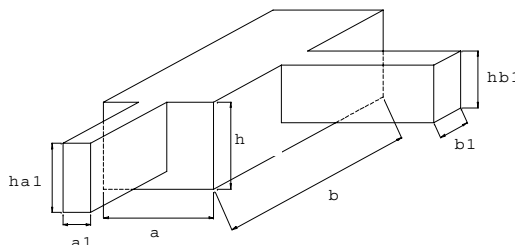
Formas = $(1,414 \cdot 0,50 + 0,40) \cdot 0,50 \cdot 10 = 5,54 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

7.7 BLOCOS DE ANCORAGEM $f_{ck}=15\text{MPa}$

NOTA: OS ÍNDICES 2 INDICADO NA TABELA ABAIXO REFEREM-SE ÀS FACES OPOSTAS ÀS INDICADAS NO ESQUEMA



| REF. DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | b1 cm | b2 cm | a1 cm | a2 cm | hb1 cm | hb2 cm | ha1 cm | ha2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|---------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------------|
| BL1 | 2 | 950,0 | 570,0 | 483,0 | | 950,0 | 570,0 | | 483,0 | 483,0 | 483,00 | 483,00 | 523,09 | 146,83 |
| BL2 | 1 | 2.850,0 | 135,0 | 483,0 | 2.850,0 | 1.360,0 | 0,0 | 0,0 | 483,0 | 483,0 | 483,00 | 483,00 | 185,83 | 85,01 |
| BL3 | 1 | 460,0 | 170,0 | 483,0 | 460,0 | 460,0 | 170,0 | 170,0 | 483,0 | 50,0 | 50,00 | 50,00 | 37,77 | 34,64 |
| BL4 | 2 | 350,0 | 150,0 | 483,0 | 350,0 | 350,0 | 150,0 | 150,0 | 483,0 | 50,0 | 50,00 | 50,00 | 50,72 | 56,29 |
| BL5 | 1 | 120,0 | 190,0 | 483,0 | 120,0 | 120,0 | 190,0 | 190,0 | 483,0 | 483,0 | 483,00 | 483,00 | 11,01 | 0,00 |
| BL6 | 1 | 326,0 | 216,0 | 20,0 | | 326,0 | 216,0 | 216,0 | 20,0 | 20,0 | 20,00 | 20,00 | 1,41 | 0,65 |
| BL7 | 1 | 424,0 | 550,0 | 450,0 | | 424,0 | | | 450,0 | 450,0 | 0,00 | 0,00 | 104,94 | 68,58 |
| BL8 | 1 | 424,0 | 440,0 | 450,0 | | 424,0 | | | 450,0 | 450,0 | 0,00 | 0,00 | 83,95 | 58,68 |
| BL9 | | | | | | | | | | | | | -42,37 | 67,98 |
| BL10 | | | | | | | | | | | | | -97,41 | 233,48 |
| Poço de Insp. | -2 | 270,0 | 350,0 | 483,0 | | | | | | | | | -91,29 | 119,78 |
| Sup. da Tub. | 5 | 160,0 | 40,0 | 166 | | | | | | | | | 5,31 | 33,20 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | 772,97 | 905,13 |

NOTAS:

BL9-CONDUTO(\square 2,235 m), Volume = $0,7854 \times 2,235 \times 2,235 \times 10,80 = 42,37 \text{ m}^3$

BL10-CONDUTO(\square 1,600 m), Volume = $0,7854 \times 1,60 \times 1,60 \times 48,45 = 97,41 \text{ m}^3$

Formas = $3,1416 \times 2,235 \times 10,80 - 0,7854 \times 2,235 \times 2,235 \times 2 = 67,98 \text{ m}^2$

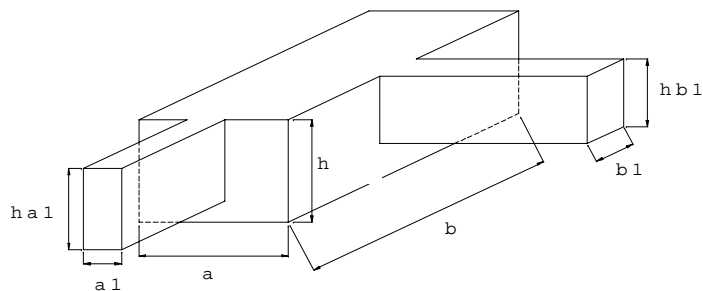
Formas = $3,1416 \times 1,60 \times 48,45 - 0,7854 \times 1,60 \times 1,60 \times 5 = 233,48 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

7.8 Sifão fck=15MPa

NOTA: os índices 2 indicados na tabela referem-se às faces opostas às indicadas no esquema



| REF. DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | b1 cm | b2 cm | a1 cm | a2 cm | hb1 cm | hb2 cm | ha1 cm | ha2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|--------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------------|--------------------------|
| BL1 | 2 | 490,0 | 343,0 | 360,0 | | 490,0 | | 343,0 | | 100,0 | | 360,0 | 121,01 | 85,46 |
| BL2 | 2 | 500,0 | 343,0 | 400,0 | | 500,0 | 343,0 | 343,0 | | 100,0 | 400,0 | 400,0 | 137,20 | 70,00 |
| BL3 | 2 | 100,0 | 360,0 | 400,0 | | 200,0 | 343,0 | 370,0 | | 100,0 | 400,0 | 400,0 | 28,80 | 12,56 |
| BL4 | 2 | 740,0 | 470,0 | 360,0 | | 740,0 | 343,0 | 550,0 | | 100,0 | 360,0 | 360,0 | 250,42 | 95,14 |
| BL5 | 2 | 340,0 | 600,0 | 330,0 | | 340,0 | 550,0 | 650,0 | | 100,0 | 350,0 | 340,0 | 134,64 | 34,58 |
| BL6 | 1 | 130,0 | 1335,0 | 330,0 | | | 1335,0 | 1335,0 | | | 330,0 | 330,0 | 57,27 | 8,58 |
| BL7 | 1 | 100,0 | 1350,0 | 304,0 | | | | | | | | | 41,04 | 88,16 |
| BL8-1 | 2 | 100,0 | 110,0 | 584,0 | | | 110,00 | 0,0 | | | 584,0 | 0,0 | 12,85 | 36,21 |
| BL8-2 | 2 | 90,0 | 70,0 | 584,0 | | | 110,00 | 0,0 | | | 584,0 | 0,0 | 7,36 | 24,53 |
| BL9 | 1 | 1450,0 | 323,0 | 100,0 | | | | | | | | | 46,84 | 0,00 |
| Cond. Trans. | -2 | | | | | | | | | | | | -43,15 | 72,19 |
| S. Ret. | -2 | | | | | | | | | | | | -50,60 | 90,00 |
| S. Ret. Var. | -2 | | | | | | | | | | | | -213,83 | 297,60 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | 529,84 | 915,01 |

FUNGENBAND 0-22 / JUNTA DE CONTRAÇÃO : COMPRIMENTO TOTAL=100,2 M



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

7.9 Caixas de Inspeção para Medidor de Vazão

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q | b | a | h | CONCRETO | FORMAS |
|------------------------------|----|--------|-------|------|----------------|----------------|
| | un | cm | cm | cm | m ³ | m ² |
| P1(formas, ver nota-1) | 2 | 560,0 | 694,0 | 30,0 | 23,32 | 144,1 |
| P2(formas, ver nota-2) | 1 | 1278,0 | 694,0 | 30,0 | 26,61 | 173,6 |
| P3(formas, ver nota-3) | 2 | 284,0 | 694,0 | 30,0 | 11,83 | 78,8 |
| P4(formas, ver nota-4) | 2 | 376,0 | 694,0 | 30,0 | 15,66 | 96,1 |
| P5(formas, ver nota-5) | 1 | 650,0 | 694,0 | 30,0 | 13,53 | 86,1 |
| L6(formas, ver nota-6) | 2 | 284,0 | 460,0 | 30,0 | 7,84 | 0,9 |
| L7(formas, ver nota-7) | 1 | 710,0 | 154,0 | 30,0 | 3,28 | 0,0 |
| L8(formas, ver nota-8) | 4 | 284,0 | 30,0 | 30,0 | 1,02 | 3,4 |
| L9(formas, ver nota-9) | 2 | 284,0 | 100,0 | 30,0 | 1,70 | 0,0 |
| TAMPA-1 | 4 | 314,0 | 187,0 | 7,0 | 1,64 | 23,5 |
| TAMPA-2 | 1 | 1308,0 | 187,0 | 7,0 | 1,71 | 24,5 |
| VIGOTA(formas, ver nota-10) | 4 | 344,0 | 30,0 | 26,5 | 1,09 | 11,4 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 109,24 | 642,3 |

| | |
|---------|--|
| NOTA-1 | Formas = $4 \times 5,60 \times 6,94 - 4 \times 0,30 \times 6,94 - 2 \times 0,3 \times 5,00 = 144,13 \text{ m}^2$ |
| NOTA-2 | Formas = $2 \times 12,78 \times 6,94 - 0,30 \times 12,78 = 173,55 \text{ m}^2$ |
| NOTA-3 | Formas = $2 \times 2 \times 2,84 \times 6,94 = 78,84 \text{ m}^2$ |
| NOTA-4 | Formas = $4 \times 3,76 \times 6,94 - 4 \times 0,30 \times 6,94 = 96,05 \text{ m}^2$ |
| NOTA-5 | Formas = $2 \times 6,50 \times 6,94 - 2 \times 0,30 \times 6,94 = 86,06 \text{ m}^2$ |
| NOTA-6 | Formas = $2 \times 0,30 \times 2,84 = 0,85 \text{ m}^2$ |
| NOTA-7 | Formas = 0 |
| NOTA-8 | Formas = $4 \times 0,30 \times 2,84 = 3,41 \text{ m}^2$ |
| NOTA-9 | Formas = 0 |
| NOTA-10 | Formas = $4 \times (0,30 + 2 \times 0,265) \times 3,44 = 11,42 \text{ m}^2$ |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

8 . CÁLCULO DAS QUANTIDADES DA ESTRUTURA DE CONCRETO – EB-V3

8.1 RESUMO

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 15 MPa m ³ | CONCRETO 25 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | 1.569,69 | 69,68 | 2.203,53 |
| VIGAS | 1.680,62 | 274,42 | 5.061,74 |
| PILARES | | 118,86 | 754,18 |
| BLOCOS DE ANCORAGEM | 772,97 | | 905,13 |
| SIFÃO | 529,84 | | 915,01 |
| TOTAL | 4.553,12 | 462,96 | 9.839,58 |
| CAIXA DE INSPEÇÃO | 109,24 | | 642,30 |

8.2 LAJES fck = 15 MPa

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|--|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| LAJE DE FUNDO (formas, ver nota) | 1 | 3.300,0 | 2.062,0 | 100,0 | 680,46 | 107,52 |
| LAJE - EL400,78 | 5 | 360,0 | 516,0 | 50,0 | 46,44 | 92,88 |
| LAJE-EL400,78 | -5 | 130,0 | 596,0 | 50,0 | -19,37 | -38,74 |
| LAJE NA CÂMARA DAS BOMBAS-EL400,78 | 5 | 790,0 | 516,0 | 50,0 | 101,91 | 203,82 |
| LAJE NA CÂMARA DAS BOMBAS-EL400,78 | -5 | 100,0 | 50,0 | 50,0 | -1,25 | -2,50 |
| LAJE JUSANTE (forma, ver nota) | 1 | 508,0 | 3.300,0 | 50,0 | 83,82 | 7,50 |
| LAJE DE FUNDO NA ÁREA DE MONTAGEM (formas, ver nota) | 1 | 1.115,0 | 2.356,0 | 50,0 | 131,35 | 22,93 |
| SIFÃO-MUROS LATERAIS | 2 | 65,0 | 536,0 | 40,0 | 2,79 | 6,97 |
| SIFÃO-LAJE SUP. | 2 | 70,0 | 3.033,0 | 30,0 | 12,74 | 42,46 |
| SIFÃO-MURO-CANAL | 2 | 268,0 | 2.388,0 | 30,0 | 38,40 | 128,00 |
| SIFÃO-MURO-INCLINADO-CANAL | 2 | 410,0 | 2.000,0 | 30,0 | 49,20 | 164,00 |
| SIFÃO-MURO-CONTRA - FORTE - 1 | 8 | 30,0 | 462,0 | 70,0 | 7,76 | 62,83 |
| SIFÃO-MURO-CONTRA - FORTE - 2 | 8 | 30,0 | 190,0 | 125,0 | 5,70 | 38,00 |
| SIFÃO-LAJE-FUNDO-MONTANTE | 1 | 100,0 | 1.490,0 | 50,0 | 7,45 | 14,90 |
| SIFÃO-LAJE-FUNDO-JUSANTE | 1 | 3.170,0 | 2.600,0 | 50,0 | 412,10 | 862,60 |
| SIFÃO-LAJE-FUNDO-SAIDA | 1 | 100,0 | 3.400,0 | 30,0 | 10,20 | 34,00 |
| TOTAL | | | | | 1.569,69 | 1.747,17 |

NOTAS:

LAJE DE FUNDO Formas = $2 \times (33,00 + 20,76) \times 1,00 = 107,52 \text{ m}^2$

LAJE NA JUSANTE Formas = $(0,50 \times 15,00) = 7,50 \text{ m}^2$

LAJE DE FUNDO NA ÁREA DE MONTAGEM Formas = $(11,15 \times 2 + 23,56) \times 0,50 = 22,93 \text{ m}^2$

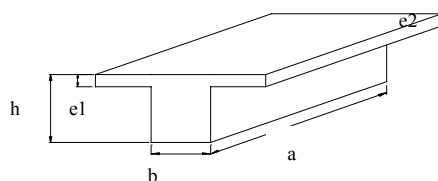


Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

8.3 JES $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m^3 | FORMAS m^2 |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|------------------------|
| EL411,28-ÁREA DE SERVIÇO | 1 | 530,5 | 2911,0 | 15,0 | 23,16 | 154,43 |
| EL404,28-ÁREA DE SERVIÇO | 1 | 530,5 | 2900,0 | 15,0 | 23,08 | 153,85 |
| EL407,78-ÁREA DE SERVIÇO | 1 | 450,5 | 3092,0 | 15,0 | 20,89 | 139,29 |
| ESCADAS | 4 | 100,0 | 275,0 | 25,0 | 2,75 | 11,00 |
| LAJE NAS ESCADAS | 2 | 120,0 | 200,0 | 17,5 | 0,84 | 4,80 |
| ABERTURAS | -1 | 100,0 | 700,0 | 15,0 | -1,05 | -7,00 |
| TOTAL | | | | | 69,68 | 456,37 |

8.4 VIGAS $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$

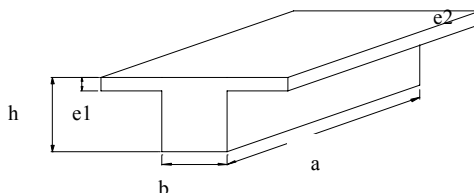


| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m^3 | FORMAS m^2 |
|--|---------|---------|---------|---------|----------|----------|--------------------------|------------------------|
| PAREDE NA ENTRADA DE CONDUTO | 5 | 50,0 | 516,0 | 495,0 | 100,0 | 0,0 | 63,86 | 242,52 |
| PAREDE JUSANTE DAS COMPORTAS | 5 | 50,0 | 516,0 | 626,0 | 100,0 | 50,0 | 80,75 | 297,22 |
| BALANÇO NAS GUIAS DAS COMPORTAS | 5 | 36,0 | 516,0 | 44,0 | 44,0 | 0,0 | 4,09 | 20,64 |
| VIGA CIRCULAR NO EIXO DAS BOMBAS- EL400,78 | 5 | 100,0 | 1193,8 | 150,0 | 50,0 | 100,0 | 89,54 | 149,23 |
| VIGA-EL400,78 | 5 | 35,0 | 516,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 9,03 | 9,03 |
| PAREDE JUSANTE | 5 | 50,0 | 516,0 | 876,0 | 100,0 | 50,0 | 113,00 | 426,22 |
| CHANFRO | 10 | 50,0 | 100,0 | 776,0 | 776,0 | 776,0 | 38,80 | 109,74 |
| PILARES CENTRAIS | 4 | 120,0 | 1988,5 | 876,0 | 107,0 | 107,0 | 836,12 | 1.318,77 |
| PILARES LATERAIS | 2 | 120,0 | 1988,5 | 876,0 | 107,0 | 0,0 | 418,06 | 701,94 |
| PLACA ANTI-VÓRTICE - 1 | 5 | 50,0 | 449,5 | 129,0 | 36,0 | 0,0 | 14,50 | 61,13 |
| PLACA ANTI-VÓRTICE - 2 | 5 | 50,0 | 500,0 | 103,0 | 50,0 | 0,0 | 12,88 | 51,50 |
| TOTAL | | | | | | | 1.680,62 | 3.387,93 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

8.5 VIGAS $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m³ | FORMAS m² |
|---|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------|--------------|
| PLANTA PARCIAL EL. 413,51 A EL414,43 (3,4) | | | | | | | | |
| V400 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 0,0 | 0,0 | 0,34 | 5,13 |
| V400 A,B,C,D | 4 | 20,0 | 410,5 | 55,0 | 0,0 | 0,0 | 1,81 | 21,35 |
| V401 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 0,0 | 0,0 | 0,34 | 5,13 |
| V402 | 5 | 15,0 | 586,0 | 100,0 | 10,0 | 0,0 | 4,40 | 60,07 |
| V402-1 | 5 | 10,0 | 586,0 | 40,0 | 10,0 | 0,0 | 1,17 | 23,44 |
| V402-2 | 5 | 40,0 | 586,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 1,17 | 11,72 |
| V403 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V404 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V405 e V405A | 1 | 50,0 | 3930,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 19,65 | 98,25 |
| V406 | 1 | 50,0 | 3930,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 19,65 | 98,25 |
| PLANTA PARCIAL EL. 418,51(3,4) | | | | | | | | |
| V500 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V501 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V502 | 1 | 50,0 | 4180,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 20,90 | 104,50 |
| V503 | 1 | 50,0 | 4180,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 20,90 | 104,50 |
| PLANTA PARCIAL EL. 422,88 | | | | | | | | |
| V600 | 1 | 50,0 | 1210,0 | 167,0 | 0,0 | 0,0 | 10,10 | 46,46 |
| V601 | 1 | 50,0 | 1210,0 | 167,0 | 0,0 | 0,0 | 10,10 | 46,46 |
| V602 | 1 | 30,0 | 4280,0 | 167,0 | 10,0 | 0,0 | 21,44 | 151,51 |
| V602-1 | 1 | 40,0 | 4280,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 1,71 | 17,12 |
| V602-2 | 1 | 10,0 | 4280,0 | 40,0 | 10,0 | 0,0 | 1,71 | 34,24 |
| V603 | 1 | 30,0 | 4280,0 | 167,0 | 10,0 | 0,0 | 21,44 | 151,51 |
| V603-1 | 1 | 40,0 | 4280,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 1,71 | 17,12 |
| V603-2 | 1 | 10,0 | 4280,0 | 40,0 | 10,0 | 0,0 | 1,71 | 34,24 |
| V604 e V604A | 2 | 50,0 | 1210,0 | 75,0 | 0,0 | 0,0 | 9,08 | 48,40 |



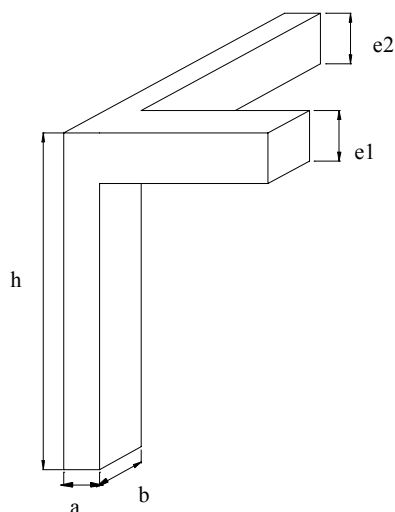
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q | b | a | h | e1 | e2 | CONCRETO | FORMAS |
|---------------------------------|----|------|--------|-------|------|------|----------------|-----------------|
| | un | cm | cm | cm | cm | cm | m ³ | m ² |
| PLANTA PARCIAL EL. 404.28 (2,3) | | | | | | | | |
| V100 A,B,C,D | 4 | 20,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 15,0 | 1,80 | 16,40 |
| V100 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V101A | 1 | 15,0 | 515,5 | 55,0 | 15,0 | 15,0 | 0,43 | 4,90 |
| V101B | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V101B-1 | 1 | 35,0 | 410,0 | 15,0 | 15,0 | 0,0 | 0,22 | 2,05 |
| V102 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 0,0 | 15,0 | 15,00 | 32,23 |
| V103 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 0,0 | 15,0 | 2,42 | 32,23 |
| PLANTA PARCIAL EL 407.78(2,3) | | | | | | | | |
| V200 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V201 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V201-1 | 1 | 35,0 | 410,0 | 15,0 | 15,0 | 0,0 | 0,22 | 2,05 |
| V202 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 2,42 | 32,23 |
| V203 | 1 | 50,0 | 3930,0 | 100,0 | 15,0 | 15,0 | 19,65 | 86,46 |
| V203-1 | 1 | 30,0 | 2930,0 | 15,0 | 0,0 | 15,0 | 1,32 | 13,19 |
| V204 | 1 | 50,0 | 3930,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 19,65 | 98,25 |
| V205 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V206 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| PLANTA PARCIAL EL.411.28(2,3) | | | | | | | | |
| V300 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V300 A,B,C,D | 4 | 20,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 15,0 | 1,80 | 16,40 |
| V301 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V302 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 2,42 | 32,23 |
| V303 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 2,42 | 32,23 |
| | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | 274,42 | 1.673,81 |
| | | | | | | | | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

8.6 PILARES $f_{ck} = 25\text{MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|---|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| EL 400,78 A EL 418,51 | 14 | 50,0 | 80,0 | 1773,0 | 100,0 | 100,0 | 99,29 | 608,97 |
| EL 418,51 A EL 420,21 | 14 | 30,0 | 50,0 | 170,0 | 100,0 | 100,0 | 3,57 | 15,68 |
| EL 400,78 A EL 412,76 (área de serviço) | 6 | 40,0 | 50,0 | 1198,0 | 50,0 | 50,0 | 14,38 | 123,98 |
| CONSOLO (ver notas) | 10 | 50,0 | 50,0 | 65,0 | 0,0 | 0,0 | 1,63 | 5,54 |
| TOTAL | | | | | | | 118,86 | 754,18 |

NOTAS:

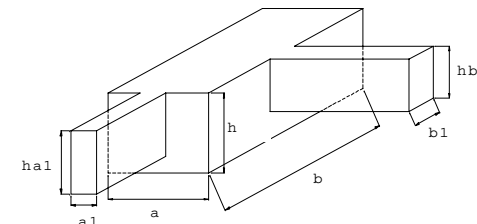
CONSOLO Formas = $(1,414 \cdot 0,50 + 0,40) \cdot 0,50 \cdot 10 = 5,54 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

8.7 BLOCOS DE ANCORAGEM $f_{ck} = 15\text{MPa}$

NOTA :os índices 2 indicados na tabela referem-se às faces opostas às indicadas no esquema



| PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | b1 cm | b2 cm | a1 cm | a2 cm | hb1 cm | hb2 cm | ha1 cm | ha2 cm | CONC. m ³ | FORMAS m ² |
|------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|--------------------------|
| BL1 | 2 | 950,0 | 570,0 | 483,0 | | 950,0 | 570,0 | | 483,0 | 483,0 | 483,00 | 483,00 | 523,09 | 146,83 |
| BL2 | 1 | 2.850,0 | 135,0 | 483,0 | 2.850,0 | 1.360,0 | 0,0 | 0,0 | 483,0 | 483,0 | 483,00 | 483,00 | 185,83 | 85,01 |
| BL3 | 1 | 460,0 | 170,0 | 483,0 | 460,0 | 460,0 | 170,0 | 170,0 | 483,0 | 50,0 | 50,00 | 50,00 | 37,77 | 34,64 |
| BL4 | 2 | 350,0 | 150,0 | 483,0 | 350,0 | 350,0 | 150,0 | 150,0 | 483,0 | 50,0 | 50,00 | 50,00 | 50,72 | 56,29 |
| BL5 | 1 | 120,0 | 190,0 | 483,0 | 120,0 | 120,0 | 190,0 | 190,0 | 483,0 | 483,0 | 483,00 | 483,00 | 11,01 | 0,00 |
| BL6 | 1 | 326,0 | 216,0 | 20,0 | | 326,0 | 216,0 | 216,0 | 20,0 | 20,0 | 20,00 | 20,00 | 1,41 | 0,65 |
| BL7 | 1 | 424,0 | 550,0 | 450,0 | | 424,0 | | | 450,0 | 450,0 | 0,00 | 0,00 | 104,94 | 68,58 |
| BL8 | 1 | 424,0 | 440,0 | 450,0 | | 424,0 | | | 450,0 | 450,0 | 0,00 | 0,00 | 83,95 | 58,68 |
| BL9 (ver notas) | | | | | | | | | | | | | -42,37 | 67,98 |
| BL10 (ver notas) | | | | | | | | | | | | | -97,41 | 233,48 |
| POÇO | -2 | 270,0 | 350,0 | 483,0 | | | | | | | | | -91,29 | 119,78 |
| SUP.DE TUB. | 5 | 160,0 | 40,0 | 166 | | | | | | | | | 5,31 | 33,20 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | 772,97 | 905,13 |

NOTAS:

BL9-CONDUTO(\square 2,235 m) Volume = $0,7854 \times 2,235 \times 2,235 \times 10,80 = 42,37 \text{ m}^3$

Formas = $3,1416 \times 2,235 \times 10,80 - 0,7854 \times 2,235 \times 2,235 \times 2 = 67,98 \text{ m}^2$

BL10-CONDUTO(\square 1,600 m) Volume = $0,7854 \times 1,60 \times 1,60 \times 48,45 = 97,41 \text{ m}^3$

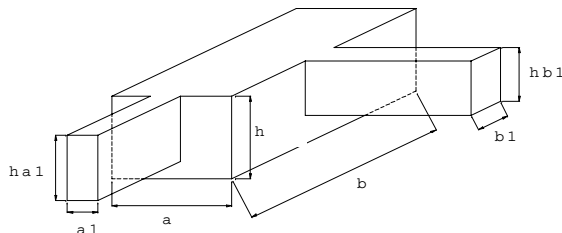
Formas = $3,1416 \times 1,60 \times 48,45 - 0,7854 \times 1,60 \times 1,60 \times 5 = 233,48 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

8.8 Sifão fck=15MPa

NOTA :os índices 2 indicados na tabela referem-se às faces opostas às indicadas no esquema



| REF.DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | b1 cm | b2 cm | a1 cm | a2 cm | hb1 cm | hb2 cm | ha1 cm | ha2 cm | CONC. m ³ | FORMAS m ² |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|--------------------------|
| BL1 | 2 | 490,0 | 343,0 | 360,0 | | 490,0 | | 343,0 | | 100,0 | | 360,0 | 121,01 | 85,46 |
| BL2 | 2 | 500,0 | 343,0 | 400,0 | | 500,0 | 343,0 | 343,0 | | 100,0 | 400,0 | 400,0 | 137,20 | 70,00 |
| BL3 | 2 | 100,0 | 360,0 | 400,0 | | 200,0 | 343,0 | 370,0 | | 100,0 | 400,0 | 400,0 | 28,80 | 12,56 |
| BL4 | 2 | 740,0 | 470,0 | 360,0 | | 740,0 | 343,0 | 550,0 | | 100,0 | 360,0 | 360,0 | 250,42 | 95,14 |
| BL5 | 2 | 340,0 | 600,0 | 330,0 | | 340,0 | 550,0 | 650,0 | | 100,0 | 350,0 | 340,0 | 134,64 | 34,58 |
| BL6 | 1 | 130,0 | 1335,0 | 330,0 | | | 1335,0 | 1335,0 | | | 330,0 | 330,0 | 57,27 | 8,58 |
| BL7 | 1 | 100,0 | 1350,0 | 304,0 | | | | | | | | | 41,04 | 88,16 |
| BL8-1 | 2 | 100,0 | 110,0 | 584,0 | | | 110,00 | 0,0 | | | 584,0 | 0,0 | 12,85 | 36,21 |
| BL8-2 | 2 | 90,0 | 70,0 | 584,0 | | | 110,00 | 0,0 | | | 584,0 | 0,0 | 7,36 | 24,53 |
| BL9 | 1 | 1450,0 | 323,0 | 100,0 | | | | | | | | | 46,84 | 0,00 |
| CONDUTO-TRANSIÇÃO | -2 | | | | | | | | | | | | -43,15 | 72,19 |
| SEÇÃO RETANGULAR | -2 | | | | | | | | | | | | -50,60 | 90,00 |
| S.RET. VAR. | -2 | | | | | | | | | | | | -213,83 | 297,60 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | 529,84 | 915,01 |

FUNGENBAND 0-22 / JUNTA DE CONTRAÇÃO : COMPRIMENTO TOTAL=100,2 M



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

8.9 Caixas de Inspeção para Medidor de Vazão

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| P1(formas, ver nota-1) | 2 | 560,0 | 694,0 | 30,0 | 23,32 | 144,1 |
| P2(formas, ver nota-2) | 1 | 1278,0 | 694,0 | 30,0 | 26,61 | 173,6 |
| P3(formas, ver nota-3) | 2 | 284,0 | 694,0 | 30,0 | 11,83 | 78,8 |
| P4(formas, ver nota-4) | 2 | 376,0 | 694,0 | 30,0 | 15,66 | 96,1 |
| P5(formas, ver nota-5) | 1 | 650,0 | 694,0 | 30,0 | 13,53 | 86,1 |
| L6(formas, ver nota-6) | 2 | 284,0 | 460,0 | 30,0 | 7,84 | 0,9 |
| L7(formas, ver nota-7) | 1 | 710,0 | 154,0 | 30,0 | 3,28 | 0,0 |
| L8(formas, ver nota-8) | 4 | 284,0 | 30,0 | 30,0 | 1,02 | 3,4 |
| L9(formas, ver nota-9) | 2 | 284,0 | 100,0 | 30,0 | 1,70 | 0,0 |
| TAMPA-1 | 4 | 314,0 | 187,0 | 7,0 | 1,64 | 23,5 |
| TAMPA-2 | 1 | 1308,0 | 187,0 | 7,0 | 1,71 | 24,5 |
| VIGOTA(formas, ver nota-10) | 4 | 344,0 | 30,0 | 26,5 | 1,09 | 11,4 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 109,24 | 642,3 |

NOTA-1 Formas = $4 \times 5,60 \times 6,94 - 4 \times 0,30 \times 6,94 - 2 \times 0,3 \times 5,00 = 144,13 \text{ m}^2$

NOTA-2 Formas = $2 \times 12,78 \times 6,94 - 0,30 \times 12,78 = 173,55 \text{ m}^2$

NOTA-3 Formas = $2 \times 2 \times 2,84 \times 6,94 = 78,84 \text{ m}^2$

NOTA-4 Formas = $4 \times 3,76 \times 6,94 - 4 \times 0,30 \times 6,94 = 96,05 \text{ m}^2$

NOTA-5 Formas = $2 \times 6,50 \times 6,94 - 2 \times 0,30 \times 6,94 = 86,06 \text{ m}^2$

NOTA-6 Formas = $2 \times 0,30 \times 2,84 = 0,85 \text{ m}^2$

NOTA-7 Formas = 0

NOTA-8 Formas = $4 \times 0,30 \times 2,84 = 3,41 \text{ m}^2$

NOTA-9 Formas = 0

NOTA-10 Formas = $4 \times (0,30 + 2 \times 0,265) \times 3,44 = 11,42 \text{ m}^2$



9 . CÁLCULO DAS QUANTIDADES DA ESTRUTURA DE CONCRETO – EB-V4

9.1 RESUMO

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 15 MPa m ³ | CONCRETO 25 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | 1.562,99 | 68,16 | 1.523,21 |
| VIGAS | 1.809,38 | 273,20 | 4.970,58 |
| PILARES | | 118,05 | 770,42 |
| BLOCOS DE ANCORAGEM | 740,26 | | 925,96 |
| SIFÃO | 516,48 | | 866,02 |
| | | | |
| TOTAL | 4.629,10 | 459,41 | 9.056,19 |
| CAIXA DE INSPEÇÃO | 109,24 | | 642,30 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

9.2 LAJES $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONC. m³ | FORMAS m² |
|--|---------|---------|---------|---------|-----------------|-----------------|
| LAJE DE FUNDO (formas, ver nota-1) | 1 | 3300 | 2062 | 100 | 680,5 | 33,0 |
| LAJE - EL455,80 | 5 | 360 | 516 | 50 | 46,44 | 92,88 |
| LAJE-EL455,80 (formas, ver nota-2) | -5 | 130 | 596 | 50 | -19,37 | -2,44 |
| LAJE NA CÂMARA DAS BOMBAS-EL455,80 | 5 | 813 | 516 | 50 | 104,88 | 209,75 |
| LAJE NA CÂMARA DAS BOMBAS-EL455,80 (formas, ver nota-3) | -5 | 100 | 100 | 50 | -2,50 | 5,00 |
| LAJE JUSANTE (formas, ver nota-4) | 1 | 512 | 3265 | 50 | 83,58 | 7,65 |
| LAJE DE FUNDO NA ÁREA DE MONTAGEM (formas, ver nota-5) | 1 | 1115 | 2350 | 50 | 131,01 | 22,90 |
| SIFÃO-MUROS LATERAIS (formas, ver nota-6) | 2 | 500 | 534 | 40 | 21,36 | 106,80 |
| SIFÃO-LAJE SUP. | 2 | 70 | 2983 | 30 | 12,53 | 41,76 |
| SIFÃO-MURO INCLINADO - CANAL | 2 | 323 | 2000 | 30 | 38,76 | 129,20 |
| SIFÃO-MURO-VERTICAL-CANAL-1(formas, ver nota-7) | 2 | 60 | 534 | 30 | 1,92 | 16,02 |
| SIFÃO-MURO-VERTICAL-CANAL-2(formas, ver nota-8) | 8 | 70 | 435 | 30 | 7,31 | 59,16 |
| SIFÃO-MURO-VERTICAL-CANAL-3(formas, ver nota-9) | 8 | 133 | 200 | 30 | 6,36 | 42,56 |
| SIFÃO-MURO-VERTICAL-CANAL-4(formas, ver nota- 10) | 2 | 266 | 2000 | 30 | 31,92 | 212,80 |
| SIFÃO-LAJE-FUNDO-MONTANTE | 1 | 100 | 1650 | 50 | 8,25 | 17,50 |
| SIFÃO-LAJE-FUNDO-JUSANTE | 1 | 3199 | 2500 | 50 | 399,88 | 61,39 |
| SIFÃO-LAJE-FUNDO-SAIDA | 1 | 100 | 3400 | 30 | 10,20 | 21,00 |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 1.562,99 | 1.076,94 |

NOTAS:

- NOTA-1 formas = $33,00 \times 1,00 = 33,00 \text{ m}^2$
 NOTA-2 formas = $5 \times (2 \times (1,30 + 5,96) \times 0,5 - 1,30 \times 5,96) = -2,44 \text{ m}^2$
 NOTA-3 formas = $5 \times (4 \times 1,00 \times 0,50 - 1,00 \times 1,00) = 5,00 \text{ m}^2$
 NOTA-4 formas = $(5,65 + 2,2 + 1,8 + 5,65) \times 0,5 = 7,65 \text{ m}^2$
 NOTA-5 formas = $(11,15 \times 2 + 23,50) \times 0,50 = 22,90 \text{ m}^2$
 NOTA-6 formas = $2 \times 5,0 \times 5,34 \times 2 = 106,80 \text{ m}^2$
 NOTA-7 formas = $2 \times (2 \times 0,6 + 0,3) \times 5,34 = 16,02 \text{ m}^2$
 NOTA-8 formas = $8 \times (2 \times 0,7 + 0,3) \times 4,35 = 59,16 \text{ m}^2$
 NOTA-9 formas = $8 \times 2 \times 1,33 \times 2,0 = 42,56 \text{ m}^2$
 NOTA-10 formas = $2 \times 2 \times 2,66 \times 20,0 = 212,8 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

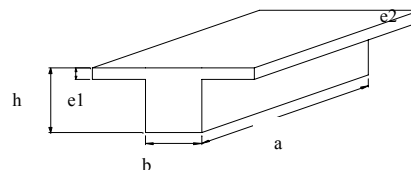
9.3 LAJES fck = 25 Mpa

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| EL466,30-ÁREA DE SERVIÇO | 1 | 530,5 | 2911,0 | 15,0 | 23,16 | 154,43 |
| EL459,30-ÁREA DE SERVIÇO | 1 | 530,5 | 2911,0 | 15,0 | 23,16 | 154,43 |
| EL462,80-ÁREA DE SERVIÇO | 1 | 450,5 | 2855,0 | 15,0 | 19,29 | 128,62 |
| ESCADA | 4 | 100,0 | 275,0 | 25,0 | 2,75 | 11,00 |
| LAJE NAS ESCADAS | 2 | 120,0 | 200,0 | 17,5 | 0,84 | 4,80 |
| ABERTURA | -1 | 100,0 | 700,0 | 15,0 | -1,05 | -7,00 |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 68,16 | 446,27 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

9.4 VIGAS $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$

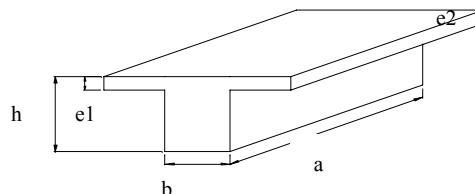


| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m³ | FORMAS m² |
|---|---------|---------|---------|---------|----------|----------|-----------------|-----------------|
| PAREDE NA ENTRADA DO CONDUTO | 5 | 50,0 | 516,0 | 538,0 | 100,0 | 0,0 | 69,40 | 264,71 |
| TETO DO CONDUTO NA ENTRADA | 5 | 290,0 | 516,0 | 50,0 | 50,0 | 0,0 | 37,41 | 87,72 |
| PAREDE JUSANTE DAS COMPORTAS | 5 | 50,0 | 516,0 | 673,0 | 100,0 | 50,0 | 86,82 | 321,47 |
| BALANÇO NAS GUIAS DAS COMPORTAS | 5 | 36,0 | 516,0 | 44,0 | 44,0 | 0,0 | 4,09 | 20,64 |
| POÇO CIRCULAR NO EIXO DAS BOMBAS- EL455,80-1 formas = $3,1416 \cdot 0,5 \cdot (4,80 + 2,80) = 11,93 \text{ m}^2$ | 5 | 100,0 | 1193,8 | 50,0 | 0,0 | 0,0 | 29,85 | 11,93 |
| POÇO CIRCULAR NO EIXO DAS BOMBAS- EL455,80-2 | 5 | 515,0 | 516,0 | 100,0 | 50,0 | 100,0 | 132,87 | 145,77 |
| POÇO CIRCULAR NO EIXO DAS BOMBAS- EL455,80-3 formas = $5 \cdot 4 \cdot 2,48 \cdot 1,0 - 5 \cdot 2,48 \cdot 2,48 = 18,85 \text{ m}^2$ | -5 | 248,0 | 248,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | -30,75 | 18,85 |
| PAREDE JUSANTE | 5 | 50,0 | 516,0 | 923,0 | 81,0 | 923,0 | 119,07 | 230,14 |
| CHANFRO (formas = $1,414 \cdot 0,79 \cdot 8,23 \cdot 10 = 91,93 \text{ m}^2$) | 10 | 39,5 | 79,0 | 823,0 | | | 25,68 | 91,93 |
| PILARES CENTRAIS | 4 | 120,0 | 1983,0 | 923,0 | 147,0 | 147,0 | 878,55 | 1.326,23 |
| PILARES LATERAIS | 2 | 120,0 | 1983,0 | 923,0 | 142,0 | 0,0 | 439,27 | 723,40 |
| PLACA ANTI-VÓRTICE-1 | 5 | 36,0 | 449,5 | 105,0 | 36,0 | 0,0 | 8,50 | 47,20 |
| PLACA ANTI-VÓRTICE-2 | 5 | 36,0 | 465,5 | 103,0 | 36,0 | 0,0 | 8,63 | 47,95 |
| TOTAL | | | | | | | 1.809,38 | 3.289,98 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

9.5 VIGAS $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|---|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| PLANTA PARCIAL EL. 468,33 A EL469,45(3,4) | | | | | | | | |
| V400 | 1 | 15,0 | 402,5 | 55,0 | 0,0 | 0,0 | 0,33 | 5,03 |
| V400 A,B,C,D | 4 | 20,0 | 402,5 | 55,0 | 0,0 | 0,0 | 1,77 | 20,93 |
| V401 | 1 | 15,0 | 403,0 | 55,0 | 0,0 | 0,0 | 0,33 | 5,04 |
| V402 | 5 | 15,0 | 586,0 | 100,0 | 10,0 | 0,0 | 4,40 | 60,07 |
| V402-1 | 5 | 10,0 | 586,0 | 40,0 | 10,0 | 10,0 | 1,17 | 20,51 |
| V402-2 | 5 | 40,0 | 586,0 | 10,0 | 0,0 | 0,0 | 1,17 | 17,58 |
| V403 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V404 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V405 e V405A | 1 | 50,0 | 3930,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 19,65 | 98,25 |
| V406 | 1 | 50,0 | 3930,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 19,65 | 98,25 |
| PLANTA PARCIAL EL. 473,45(3,4) | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,00 | 0,00 |
| V500 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V501 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V502 e V502A | 1 | 50,0 | 4180,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 20,90 | 104,50 |
| V503 e V503A | 1 | 50,0 | 4180,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 20,90 | 104,50 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|------|--------|-------|------|-----|-------|--------|
| PLANTA PARCIAL EL. 476,82(3,4) | | | | | | | | |
| V600 | 1 | 50,0 | 1210,0 | 167,0 | 0,0 | 0,0 | 10,10 | 46,46 |
| V601 | 1 | 50,0 | 1210,0 | 167,0 | 0,0 | 0,0 | 10,10 | 46,46 |
| V602 | 1 | 30,0 | 4180,0 | 167,0 | 10,0 | 0,0 | 20,94 | 147,97 |
| V602-1 | 1 | 40,0 | 4180,0 | 10,0 | 10,0 | 0,0 | 1,67 | 20,90 |
| V602-2 | 1 | 10,0 | 4180,0 | 40,0 | 10,0 | 0,0 | 1,67 | 33,44 |
| V603 | 1 | 30,0 | 4180,0 | 167,0 | 0,0 | 0,0 | 20,94 | 152,15 |
| V603-1 | 1 | 40,0 | 4180,0 | 10,0 | 10,0 | 0,0 | 1,67 | 20,90 |
| V603-2 | 1 | 10,0 | 4180,0 | 40,0 | 0,0 | 0,0 | 1,67 | 37,62 |
| V604 e V604A | 2 | 50,0 | 1210,0 | 75,0 | 0,0 | 0,0 | 9,08 | 48,40 |

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q | b | a | h | e1 | e2 | CONCRET | FORMAS |
|---|----|------|--------|------|------|------|----------------|----------------|
| | un | cm | cm | cm | cm | cm | m ³ | m ² |
| PLANTA PARCIAL EL. 459,30(2,3) | | | | | | | | |
| V100 A,B,C,D | 4 | 20,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 15,0 | 1,80 | 16,40 |
| V100 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V101A | 1 | 15,0 | 500,5 | 55,0 | 15,0 | 15,0 | 0,41 | 4,75 |
| V101B | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 15,0 | 0,34 | 3,90 |
| V101B-1 | 1 | 35,0 | 410,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 0,22 | 1,44 |
| V102 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 0,0 | 15,0 | 15,00 | 32,23 |
| V103 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 15,0 | 15,0 | 2,42 | 27,84 |
| PLANTA PARCIAL EL 462,80(2,3) e (3,4) | | | | | | | | |
| V200 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V201 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V201-1 | 1 | 35,0 | 410,0 | 15,0 | 15,0 | 0,0 | 0,22 | 2,05 |
| V202 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 2,42 | 32,23 |



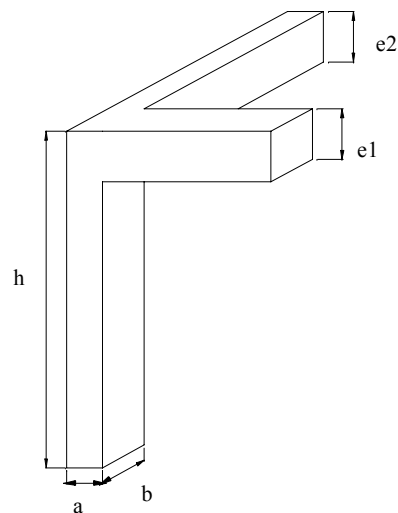
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|------|--------|-------|------|------|---------------|-----------------|
| V203 | 1 | 50,0 | 2930,0 | 100,0 | 15,0 | 15,0 | 14,65 | 64,46 |
| V203-1 | 1 | 30,0 | 2930,0 | 15,0 | 15,0 | 0,0 | 1,32 | 13,19 |
| V203A | 1 | 50,0 | 1000,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,00 | 25,00 |
| V204 e 204A | 1 | 50,0 | 3930,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 19,65 | 98,25 |
| V205 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| V206 | 1 | 50,0 | 1110,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,55 | 27,75 |
| PLANTA PARCIAL EL.466,30(2,3) | | | | | | | | |
| V300 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V300 A,B,C,D | 4 | 20,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 15,0 | 1,80 | 16,40 |
| V301 | 1 | 15,0 | 410,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,51 |
| V302 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 2,42 | 32,23 |
| V303 | 1 | 15,0 | 2930,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 2,42 | 32,23 |
| TOTAL | | | | | | | 273,20 | 1.680,60 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

9.6 PILARES $f_{ck} = 25\text{MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|---|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| EL 455,80 A EL 473,45 | 14 | 50,0 | 80,0 | 1765,0 | 100,0 | 100,0 | 98,84 | 606,06 |
| EL 473,45 A EL 475,15 | 14 | 30,0 | 50,0 | 170,0 | 0,0 | 0,0 | 3,57 | 38,08 |
| EL 455,80 A EL 467,48 (área de serviço) | 6 | 40,0 | 50,0 | 1168,0 | 50,0 | 50,0 | 14,02 | 120,74 |
| CONSOLO (ver nota) | 10 | 50,0 | 50,0 | 65,0 | 0,0 | 0,0 | 1,63 | 5,54 |
| TOTAL | | | | | | | 118,05 | 770,42 |

NOTA:

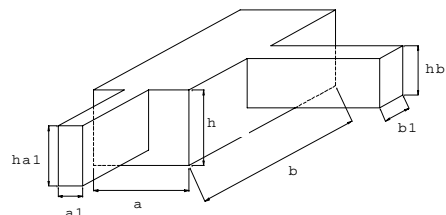
CONSOLO formas = $(1,414 \cdot 0,50 + 0,40) \cdot 0,50 \cdot 10 = 5,54 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

Blocos de Ancoragem $f_{ck} = 15\text{MPa}$

NOTA: os índices 2 indicados na tabela referem-se às faces opostas às indicadas no esquema



| PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | b1 cm | b2 cm | a1 cm | a2 cm | hb1 cm | hb2 cm | ha1 cm | ha2 cm | CONC. m³ | FORMAS m² |
|---------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| BL1 | 2 | 953,0 | 569,0 | 483,0 | 953,0 | 953,0 | 195,0 | 0,0 | 483,0 | 483,0 | 483,0 | 0,0 | 523,82 | 91,09 |
| BL2 | 1 | 2851,0 | 126,0 | 483,0 | 2851,0 | 1349,0 | 0,0 | 0,0 | 483,0 | 50,0 | 483,0 | 483,0 | 173,51 | 143,13 |
| BL3 | 1 | 463,0 | 150,0 | 483,0 | 0,0 | 463,0 | 0,0 | 0,0 | 483,0 | 483,0 | 483,0 | 483,0 | 33,54 | 36,85 |
| BL4 | 2 | 352,0 | 150,0 | 483,0 | 0,0 | 352,0 | 0,0 | 0,0 | 483,0 | 483,0 | 483,0 | 483,0 | 51,00 | 62,98 |
| BL5 | 1 | 120,0 | 195,0 | 483,0 | 120,0 | 120,0 | 195,0 | 195,0 | 20,0 | 483,0 | 483,0 | 483,0 | 11,30 | 5,56 |
| BL6 | 1 | 329,0 | 219,0 | 20,0 | 0,0 | 329,0 | 219,0 | 219,0 | 0,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 1,44 | 0,66 |
| BL7 | 2 | 414,0 | 484,0 | 470,0 | 0,0 | 414,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 470,0 | 0,0 | 0,0 | 188,35 | 129,91 |
| POÇO | -2 | 274,0 | 370,0 | 483,0 | | | | | | | | | -97,93 | 99,05 |
| C.(Dia.2,24m) | 1 | | | | | | | | | | | | -41,77 | 66,71 |
| C.(Dia.1,60m) | 1 | | | | | | | | | | | | -107,87 | 259,62 |
| SUP. | 5 | 160,0 | 40,0 | 152,0 | | | | | | | | | 4,86 | 30,40 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | 740,26 | 925,96 |

NOTAS:

POÇO DE INSPEÇÃO

Formas = $2 \times 4,83 \times 2 \times (2,74 + 3,70) - 2 \times 2,74 \times 4,63 = 99,05 \text{ m}^2$

CONDUTO(Dia.2,24 m) Volume = $0,7854 \times 2,24 \times 2,24 \times 10,6 = 41,77 \text{ m}^3$

Formas = $3,1416 \times 2,24 \times 10,6 - 0,7854 \times 2,24 \times 2,24 \times 2 = 66,71 \text{ m}^2$

CONDUTO(Dia.1,60m) Volume = $0,7854 \times 1,60 \times 1,60 \times 53,65 = 107,87 \text{ m}^3$

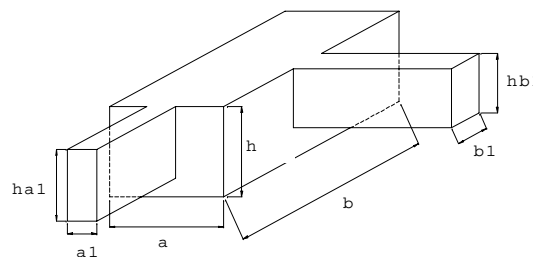
Formas = $3,1416 \times 1,60 \times 53,65 - 0,7854 \times 1,60 \times 1,60 \times 5 = 259,62 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

9.7 sifão fck = 15MPa

NOTA: os índices 2 indicados na tabela referem-se às faces opostas às indicadas no esquema



| PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | b1 cm | b2 cm | a1 cm | a2 cm | hb1 cm | hb2 cm | ha1 cm | ha2 cm | CONC. m ³ | FORMAS m ² |
|--------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|--------------------------|
| BL1 | 2 | 500,0 | 343,0 | 350,0 | | 500,0 | | 343,0 | | 100,0 | | 350,0 | 120,05 | 84,01 |
| BL2 | 2 | 490,0 | 343,0 | 393,0 | | 490,0 | 343,0 | 343,0 | | 100,0 | 393,0 | 393,0 | 132,10 | 67,23 |
| BL3 | 2 | 760,0 | 460,0 | 360,0 | | 760,0 | 460,0 | 460,0 | | 100,0 | 360,0 | 360,0 | 251,71 | 94,24 |
| BL4 | 2 | 330,0 | 600,0 | 330,0 | | 330,0 | 600,0 | 600,0 | | 100,0 | 330,0 | 330,0 | 130,68 | 36,96 |
| BL5 | 1 | 132,0 | 1340,0 | 330,0 | | | 1340,0 | 180,0 | | | 330,0 | 330,0 | 58,37 | 46,99 |
| BL6 | 1 | 100,0 | 1350,0 | 254,0 | | | | 180,0 | | | | 254,0 | 34,29 | 69,09 |
| BL7-1 | 2 | 100,0 | 110,0 | 534,0 | | | 60,0 | 0,0 | | | 534,0 | 0,0 | 11,75 | 38,45 |
| BL7-2 | 1 | 90,0 | 70,0 | 534,0 | | | 70,0 | 0,0 | | | 534,0 | 0,0 | 3,36 | 13,35 |
| BL8 | 1 | 1945,0 | 244,0 | 100,0 | 1945,0 | 1945,0 | 244,0 | 244,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 47,46 | 0,00 |
| TRANS. | 1 | | | | | | | | | | | | -40,00 | 67,90 |
| S.RET. | 1 | | | | | | | | | | | | -32,80 | 65,20 |
| S.RET.VAR. | 1 | | | | | | | | | | | | -200,50 | 282,60 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | 516,48 | 866,02 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

9.8 Caixas de Inspeção para Medidor de Vazão

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| P1(formas, ver nota-1) | 2 | 560,0 | 694,0 | 30,0 | 23,32 | 144,1 |
| P2(formas, ver nota-2) | 1 | 1228,0 | 694,0 | 30,0 | 25,57 | 166,8 |
| P3(formas, ver nota-3) | 2 | 284,0 | 694,0 | 30,0 | 11,83 | 78,8 |
| P4(formas, ver nota-4) | 2 | 376,0 | 694,0 | 30,0 | 15,66 | 96,1 |
| P5(formas, ver nota-5) | 1 | 600,0 | 694,0 | 30,0 | 12,49 | 79,1 |
| L6(formas, ver nota-6) | 2 | 284,0 | 460,0 | 30,0 | 7,84 | 0,9 |
| L7(formas, ver nota-7) | 1 | 660,0 | 154,0 | 30,0 | 3,05 | 0,0 |
| L8(formas, ver nota-8) | 4 | 284,0 | 30,0 | 30,0 | 1,02 | 3,4 |
| L9(formas, ver nota-9) | 2 | 284,0 | 100,0 | 30,0 | 1,70 | 0,0 |
| TAMPA-1 | 4 | 314,0 | 187,0 | 7,0 | 1,64 | 23,5 |
| TAMPA-2 | 1 | 12,0 | 187,0 | 7,0 | 0,02 | 0,2 |
| VIGOTA(formas, ver nota-10) | 4 | 344,0 | 30,0 | 26,5 | 1,09 | 11,4 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 105,23 | 604,3 |

| | |
|---------|--|
| NOTA-1 | Formas = $4 \times 5,60 \times 6,94 - 4 \times 0,30 \times 6,94 - 2 \times 0,3 \times 5,00 = 144,13 \text{ m}^2$ |
| NOTA-2 | Formas = $2 \times 12,28 \times 6,94 - 0,30 \times 12,28 = 166,76 \text{ m}^2$ |
| NOTA-3 | Formas = $2 \times 2 \times 2,84 \times 6,94 = 78,84 \text{ m}^2$ |
| NOTA-4 | Formas = $4 \times 3,76 \times 6,94 - 4 \times 0,30 \times 6,94 = 96,05 \text{ m}^2$ |
| NOTA-5 | Formas = $2 \times 6,00 \times 6,94 - 2 \times 0,30 \times 6,94 = 79,12 \text{ m}^2$ |
| NOTA-6 | Formas = $2 \times 0,30 \times 2,84 = 0,85 \text{ m}^2$ |
| NOTA-7 | Formas = 0 |
| NOTA-8 | Formas = $4 \times 0,30 \times 2,84 = 3,41 \text{ m}^2$ |
| NOTA-9 | Formas = 0 |
| NOTA-10 | Formas = $4 \times (0,30 + 2 \times 0,265) \times 3,44 = 11,42 \text{ m}^2$ |



10 . CÁLCULO DAS QUANTIDADES DA ESTRUTURA DE CONCRETO – EB-V5

10.1 RESUMO

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 15 MPa m ³ | CONCRETO 25 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | 1.264,95 | 55,80 | 1.338,13 |
| VIGAS | 1.254,45 | 224,36 | 3.357,56 |
| PILARES | | 103,28 | 675,03 |
| BLOCOS DE ANCORAGEM | 537,28 | | 721,20 |
| SIFÃO | 522,82 | | 722,57 |
| TOTAL | 3.579,50 | 383,44 | 6.814,50 |
| CAIXA DE INSPEÇÃO | 99,72 | | 583,60 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

10.2 LAJES $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONC. m ³ | FORMAS m ² |
|--|---------|---------|---------|---------|-------------------------|--------------------------|
| LAJE DE FUNDO (formas,ver nota-1) | 1 | 1944 | 2720 | 100 | 528,77 | 27,2 |
| LAJE - EL504,80 | 5 | 360 | 400 | 50 | 36,00 | 72,0 |
| LAJE-EL504,80 (formas, ver nota-2) | -5 | 130 | 480 | 50 | -15,60 | -0,7 |
| LAJE NA CÂMARA DAS BOMBAS-EL504,80 | 5 | 1250 | 400 | 50 | 125,00 | 250,0 |
| FURO NA CÂMARA DAS BOMBAS-EL 504,80 (formas, ver nota-3a) | -5 | 100 | 100 | 50 | -2,50 | 5,0 |
| FURO NO EIXO DAS BOMBAS-EL 504,80 (formas, ver nota-3) | -5 | 194 | 194 | 50 | -9,41 | -1,5 |
| LAJE JUSANTE (formas,ver nota-4) | 1 | 589 | 2685 | 50 | 79,07 | 4,7 |
| LAJE DE FUNDO NA ÁREA DE MONTAGEM (formas,ver nota-5) | 1 | 2352 | 915 | 50 | 107,60 | 20,9 |
| SIFÃO-MUROS LATERAIS (formas, ver nota-6) | 2 | 609 | 507 | 40 | 24,70 | 123,5 |
| SIFÃO-LAJE SUP. | 2 | 70 | 2433 | 30 | 10,22 | 34,1 |
| SIFÃO-MURO-CANAL- INCLINADO | 2 | 310 | 1824 | 30 | 33,93 | 113,1 |
| SIFÃO-MURO-VERTICAL-CANAL-4(formas, ver nota-7) | 2 | 260 | 1824 | 30 | 28,45 | 189,7 |
| SIFÃO-MURO-VERTICAL-CANAL-1(formas, ver nota-8) | 2 | 60 | 507 | 30 | 1,83 | 15,1 |
| SIFÃO-CONTRA-FORTE-CANAL-1(formas, ver nota-9) | 6 | 70 | 420 | 30 | 5,29 | 39,8 |
| SIFÃO-CONTRA-FORTE-CANAL-2(formas, ver nota-10) | 6 | 125 | 170 | 30 | 3,83 | 25,5 |
| SIFÃO-LAJE-FUNDO-MONTANTE | 1 | 100 | 1360 | 50 | 6,80 | 1,0 |
| SIFÃO-LAJE-FUNDO-JUSANTE | 1 | 2916 | 2007 | 50 | 292,57 | 45,9 |
| SIFÃO-LAJE-FUNDO-SAIDA | 1 | 100 | 2800 | 30 | 8,40 | 9,0 |
| TOTAL | | | | | 1.264,95 | 974,3 |

NOTAS:

- NOTA-1 formas = $27,2 \times 1,00 = 27,2 \text{ m}^2$
 NOTA-2 formas = $5 \times (2 \times (1,30 + 4,80) \times 0,5 - 1,30 \times 4,8) = -0,70 \text{ m}^2$
 NOTA-3^a formas = $5 \times (4 \times 1,00 \times 0,50 - 1,00 \times 1,00) = 5,00 \text{ m}^2$
 NOTA-3b formas = $5 \times (3,1416 \times 2,20 \times 0,50 - 1,94 \times 1,94) = -1,54 \text{ m}^2$
 NOTA-4 formas = $(6,45 + 1,34 + 1,69) \times 0,5 = 4,74 \text{ m}^2$
 NOTA-5 formas = $(9,15 \times 2 + 23,52) \times 0,50 = 20,91 \text{ m}^2$
 NOTA-6 formas = $2 \times 6,09 \times 5,07 \times 2 = 123,51 \text{ m}^2$
 NOTA-7 formas = $2 \times 2 \times 2,6 \times 18,24 = 189,7 \text{ m}^2$
 NOTA-8 formas = $2 \times (2 \times 0,6 + 0,3) \times 5,07 = 15,12 \text{ m}^2$
 NOTA-9 formas = $6 \times (2 \times 0,7 + 0,3) \times 4,2 - 6 \times 0,3 \times 1,7 = 39,78 \text{ m}^2$
 NOTA-10 formas = $6 \times 2 \times 1,25 \times 1,70 = 25,5 \text{ m}^2$

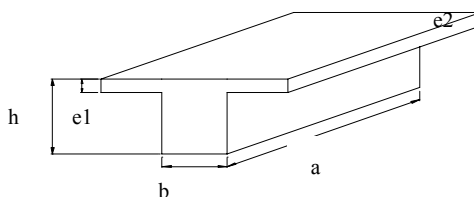


Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

10.3 LAJES fck = 25 MPa

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m³ | FORMAS m² |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------|---------------|
| EL515,30-ÁREA DE SERVIÇO | 1 | 530,5 | 2364,2 | 15,0 | 18,81 | 125,42 |
| EL508,30-ÁREA DE SERVIÇO | 1 | 530,5 | 2364,2 | 15,0 | 18,81 | 125,42 |
| EL511,80-ÁREA DE SERVIÇO | 1 | 450,5 | 2313,5 | 15,0 | 15,63 | 104,22 |
| ESCADA | 4 | 100,0 | 275,0 | 25,0 | 2,75 | 11,00 |
| LAJE NAS ESCADAS | 2 | 120,0 | 200,0 | 17,5 | 0,84 | 4,80 |
| ABERTURA | -1 | 100,0 | 700,0 | 15,0 | -1,05 | -7,00 |
| TOTAL | | | | | 55,80 | 363,86 |

10.4 VIGAS fck = 15 MPa

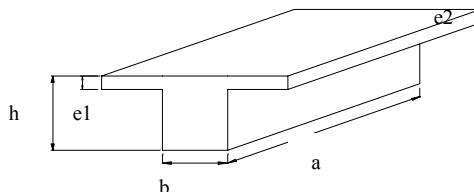


| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m³ | FORMAS m² |
|---|---------|---------|---------|---------|----------|----------|-----------------|-----------------|
| PAREDE NA ENTRADA DO CONDUTO | 5 | 50,0 | 400,0 | 365,0 | 100,0 | 0,0 | 36,50 | 136,00 |
| PAREDE JUSANTE DAS COMPORTAS | 5 | 50,0 | 400,0 | 540,0 | 100,0 | 50,0 | 54,00 | 196,00 |
| TETO DO CONDUTO NA ENTRADA | 5 | 290,0 | 400,0 | 50,0 | 50,0 | 0,0 | 29,00 | 68,00 |
| BALANÇO NAS GUIAS DAS COMPORTAS | 5 | 36,0 | 400,0 | 44,0 | 44,0 | 0,0 | 3,17 | 16,00 |
| VIGA CIRCULAR NO EIXO DAS BOMBAS- EL.504,80 | 5 | 100,0 | 1005,3 | 50,0 | 50,0 | 50,0 | 25,13 | 50,27 |
| PAREDE JUSANTE | 5 | 50,0 | 400,0 | 697,0 | 160,0 | 697,0 | 69,70 | 117,40 |
| CHANFRO | 10 | 33,0 | 697,0 | 66,0 | 66,0 | 5,6 | 15,18 | 65,10 |
| PILARES CENTRAIS | 4 | 120,0 | 747,0 | 1881,5 | 297,0 | 297,0 | 674,63 | 982,75 |
| PILARES LATERAIS | 2 | 120,0 | 747,0 | 1881,5 | 297,0 | 1898,5 | 337,32 | 252,11 |
| PLACA ANTI-VÓRTICE-1 | 5 | 30 | 376 | 85 | 0 | 0 | 4,79 | 37,55 |
| PLACA ANTI-VÓRTICE-2 | 5 | 30 | 390 | 86 | 0 | 0 | 5,03 | 39,39 |
| TOTAL | | | | | | | 1.254,45 | 1.921,18 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

10.5 VIGAS $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONC. m ³ | FORMAS m ² |
|--|---------|---------|---------|---------|----------|----------|-------------------------|--------------------------|
| PLANTA PARCIAL EL. 517,53 A EL516,78(2,3) | | | | | | | | |
| V400 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 0,0 | 0,0 | 0,34 | 5,13 |
| V400 A,B,C,D | 4 | 20,0 | 410,5 | 55,0 | 0,0 | 0,0 | 1,81 | 21,35 |
| V401 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 0,0 | 0,0 | 0,34 | 5,13 |
| V402 | 5 | 15,0 | 470,0 | 100,0 | 10,0 | 0,0 | 3,53 | 48,18 |
| V402-1 | 5 | 10,0 | 470,0 | 40,0 | 10,0 | 0,0 | 0,94 | 18,80 |
| V402-2 | 5 | 40,0 | 470,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 0,94 | 9,40 |
| V403 | 1 | 50,0 | 1100,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,50 | 27,50 |
| V404 | 1 | 50,0 | 1100,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,50 | 27,50 |
| V405 e V405A | 1 | 50,0 | 3150,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 15,75 | 78,75 |
| V406 | 1 | 50,0 | 3150,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 15,75 | 78,75 |
| PLANTA PARCIAL EL. 519,77(3,4) | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,00 | 0,00 |
| V500 | 1 | 50,0 | 1100,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,50 | 27,50 |
| V501 | 1 | 50,0 | 1100,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,50 | 27,50 |
| V502 e V502A | 1 | 50,0 | 3400,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 17,00 | 85,00 |
| V503 e V503A | 1 | 50,0 | 3400,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 17,00 | 85,00 |
| PLANTA PARCIAL EL. 523,14(3,4) | | | | | | | | |
| V600 | 1 | 50,0 | 1200,0 | 167,0 | 0,0 | 0,0 | 10,02 | 46,08 |
| V601 | 1 | 50,0 | 1200,0 | 167,0 | 0,0 | 0,0 | 10,02 | 46,08 |
| V602 | 1 | 30,0 | 3400,0 | 167,0 | 10,0 | 0,0 | 17,03 | 120,36 |
| V602-1 | 1 | 40,0 | 3400,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 1,36 | 13,60 |
| V602-2 | 1 | 10,0 | 3400,0 | 50,0 | 10,0 | 0,0 | 1,70 | 34,00 |
| V603 | 1 | 30,0 | 3400,0 | 167,0 | 10,0 | 0,0 | 17,03 | 120,36 |
| V603-1 | 1 | 40,0 | 3400,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 1,36 | 13,60 |
| V603-2 | 1 | 10,0 | 3400,0 | 50,0 | 10,0 | 0,0 | 1,70 | 34,00 |
| V604 e V604A | 2 | 50,0 | 1200,0 | 75,0 | 0,0 | 0,0 | 9,00 | 48,00 |



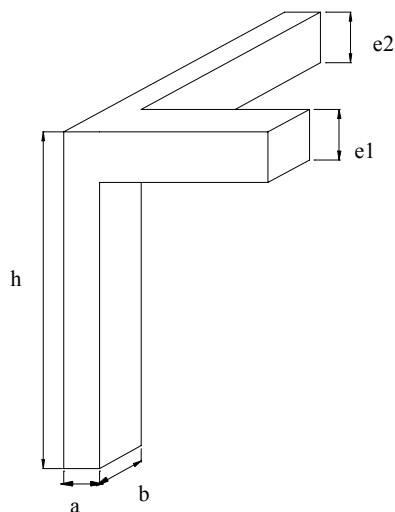
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q | b | a | h | e1 | e2 | CONCRETO | FORMAS |
|--|----|------|--------|-------|------|------|----------------|-----------------|
| | un | cm | cm | cm | cm | cm | m ³ | m ² |
| PLANTA PARCIAL EL.508,30(2,3) | | | | | | | | |
| V100 A,B,C,D | 4 | 20,0 | 410,5 | 55,0 | 15,0 | 15,0 | 1,81 | 16,42 |
| V100 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,52 |
| V101A | 1 | 15,0 | 500,5 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,41 | 5,51 |
| V101B | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,52 |
| V101B-1 | 1 | 35,0 | 410,5 | 15,0 | 15,0 | 0,0 | 0,22 | 2,05 |
| V102 | 1 | 15,0 | 2350,0 | 55,0 | 0,0 | 15,0 | 1,94 | 25,85 |
| V103 | 1 | 15,0 | 2350,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 1,94 | 25,85 |
| PLANTA PARCIAL EL 511,80(2,3) e (3,4) | | | | | | | | |
| V200 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,52 |
| V201 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,52 |
| V201-1 | 1 | 35,0 | 410,5 | 15,0 | 15,0 | 0,0 | 0,22 | 2,05 |
| V202 | 1 | 15,0 | 2350,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 1,94 | 25,85 |
| V203 | 1 | 50,0 | 2350,0 | 100,0 | 15,0 | 15,0 | 11,75 | 51,70 |
| V203-1 | 1 | 30,0 | 2350,0 | 15,0 | 15,0 | 0,0 | 1,06 | 10,58 |
| V203A | 1 | 50,0 | 800,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 4,00 | 20,00 |
| V204 e 204A | 1 | 50,0 | 3150,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 15,75 | 78,75 |
| V205 | 1 | 50,0 | 1100,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,50 | 27,50 |
| V206 | 1 | 50,0 | 1100,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,50 | 27,50 |
| PLANTA PARCIAL EL.515,30(2,3) | | | | | | | | |
| V300 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,52 |
| V300 A,B,C,D | 4 | 20,0 | 410,5 | 55,0 | 15,0 | 15,0 | 1,81 | 16,42 |
| V301 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,52 |
| V302 | 1 | 15,0 | 2350,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 1,94 | 25,85 |
| V303 | 1 | 15,0 | 2350,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 1,94 | 25,85 |
| | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | 224,36 | 1.436,38 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

10.6 PILARES $f_{ck} = 25\text{MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|---|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| EL 504,80 A EL 519,77 | 14 | 50,0 | 80,0 | 1497,0 | 100,0 | 100,0 | 83,83 | 508,51 |
| EL 519,77 A EL 521,47 | 14 | 30,0 | 50,0 | 170,0 | 0,0 | 0,0 | 3,57 | 38,08 |
| EL 504,80 A EL 516,68 (área de serviço) | 6 | 40,0 | 50,0 | 1188,0 | 50,0 | 50,0 | 14,26 | 122,90 |
| CONSOLO (ver nota) | 10 | 50,0 | 50,0 | 65,0 | 0,0 | 0,0 | 1,63 | 5,54 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | 103,28 | 675,03 |

NOTA:

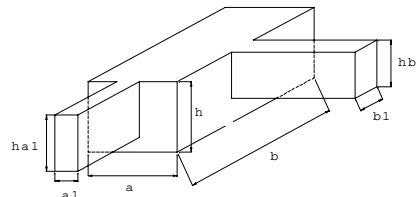
CONSOLO formas = $(1,414 \times 0,50 + 0,40) \times 0,50 \times 10 = 5,54 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

10.7 Blocos de Ancoragem fck = 15MPa

NOTA: Os índices 2 indicados na tabela referem-se às faces opostas às indicadas no esquema



| PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | b1 cm | b2 cm | a1 cm | a2 cm | hb1 cm | hb2 cm | ha1 cm | ha2 cm | CONC. m³ | FOR. m² |
|--------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| BL1 | 2 | 816,0 | 464,0 | 410,0 | 816,0 | 816,0 | 150,0 | 0,0 | 410,0 | 410,0 | 410,0 | 0,0 | 310,47 | 63,80 |
| BL2 | 1 | 2368,0 | 121,0 | 410,0 | 2353,0 | 1243,0 | 0,0 | 0,0 | 410,0 | 410,0 | 410,0 | 410,0 | 117,48 | 56,66 |
| BL3 | 1 | 310,0 | 150,0 | 410,0 | 310,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 410,0 | 410,0 | 410,0 | 410,0 | 19,07 | 25,01 |
| BL4 | 2 | 343,0 | 150,0 | 410,0 | 343,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 410,0 | 410,0 | 410,0 | 410,0 | 42,19 | 52,73 |
| BL5 | 1 | 50,0 | 150,0 | 410,0 | 50,0 | 50,0 | 150,0 | 150,0 | 20,0 | 410,0 | 410,0 | 410,0 | 3,08 | 1,95 |
| BL6 | 1 | 262,0 | 214,0 | 20,0 | 0,0 | 262,0 | 214,0 | 214,0 | 0,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 1,12 | 0,52 |
| BL7 | 2 | 383,0 | 784,0 | 360,0 | 0,0 | 383,0 | 0,0 | 0,0 | 360,0 | 360,0 | 360,0 | 360,0 | 216,20 | 140,47 |
| POÇO(1) | -2 | 285,0 | 310,0 | 410,0 | | | | | | | | | -72,45 | 95,85 |
| COND.(2) | 1 | | | | | | | | | | | | -44,19 | 91,32 |
| COND.(3) | 1 | | | | | | | | | | | | -60,81 | 159,88 |
| SUP. | 7 | 140,0 | 40,0 | 131,0 | | | | | | | | | 5,14 | 33,01 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | 537,28 | 721,20 |

NOTAS:

(1) formas = $2 \times 4,1 \times 2 \times (2,85 + 3,10) = 97,58 \text{ m}^2$

(2) CONDUTO(Dia. 2,24 m) Volume = $0,7854 \times 1,83 \times 1,83 \times 16,8 = 44,19 \text{ m}^3$

Formas = $3,1416 \times 1,83 \times 16,8 - 0,7854 \times 1,83 \times 1,83 \times 2 = 91,32 \text{ m}^2$

(3) CONDUTO(Dia. 1,40m) Volume = $0,7854 \times 1,40 \times 1,40 \times 39,5 = 60,81 \text{ m}^3$

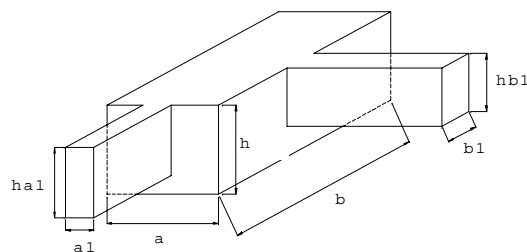
Formas = $3,1416 \times 1,40 \times 39,5 - 0,7854 \times 1,40 \times 1,40 \times 9 = 159,88 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

10.8 Sifão $f_{ck} = 15\text{MPa}$

NOTA: Os índices 2 indicados na tabela referem-se às faces opostas às indicadas no esquema



| PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | b1 cm | b2 cm | a1 cm | a2 cm | hb1 cm | hb2 cm | ha1 cm | ha2 cm | CONC. m³ | FOR. m² |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|------------|
| BL1 | 2 | 545,0 | 300,0 | 350,0 | | 545,0 | | 300,0 | | 100,0 | | 350,0 | 114,45 | 86,40 |
| BL2 | 2 | 490,0 | 300,0 | 393,0 | | 490,0 | 300,0 | 300,0 | | 100,0 | 393,0 | 393,0 | 115,54 | 67,23 |
| BL3 | 2 | 760,0 | 420,0 | 360,0 | | 760,0 | 420,0 | 420,0 | | 100,0 | 360,0 | 360,0 | 229,82 | 94,24 |
| BL4 | 2 | 330,0 | 545,0 | 321,0 | | 330,0 | 545,0 | 545,0 | | 100,0 | 321,0 | 321,0 | 115,46 | 35,77 |
| BL5 | 1 | 132,0 | 1360,0 | 321,0 | | | 1360,0 | 1360,0 | | | 321,0 | 321,0 | 57,63 | 8,47 |
| BL6 | 1 | 100,0 | 1360,0 | 236,0 | | | 1360,0 | 256,0 | | | 236,0 | 236,0 | 32,10 | 30,77 |
| BL7-1 | 2 | 100,0 | 110,0 | 507,0 | | | 60,0 | 0,0 | | | 507,0 | 0,0 | 11,15 | 36,50 |
| BL7-2 | 1 | 90,0 | 70,0 | 507,0 | | | 70,0 | 0,0 | | | 507,0 | 0,0 | 3,19 | 12,68 |
| BL8 | 1 | 1990,0 | 231,0 | 100,0 | | | | | | | | | 45,97 | 0,00 |
| CONDTRAN. | 1 | | | | | | | | | | | | -31,50 | 65,20 |
| SEÇ. RET. | 1 | | | | | | | | | | | | -24,90 | 55,40 |
| SEÇ. RET. VAR. | 1 | | | | | | | | | | | | -146,10 | 229,90 |
| TOT. | | | | | | | | | | | | | 522,82 | 722,57 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

10.9 Caixas de Inspeção para Medidor de Vazão – EBV5

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q | b | a | h | CONCRETO | FORMAS |
|------------------------------|----|--------|-------|------|----------------|----------------|
| | un | cm | cm | cm | m ³ | m ² |
| P1(formas, ver nota-1) | 2 | 560,0 | 694,0 | 30,0 | 23,32 | 144,1 |
| P2(formas, ver nota-2) | 1 | 1078,0 | 694,0 | 30,0 | 22,44 | 146,4 |
| P3(formas, ver nota-3) | 2 | 284,0 | 694,0 | 30,0 | 11,83 | 78,8 |
| P4(formas, ver nota-4) | 2 | 376,0 | 694,0 | 30,0 | 15,66 | 96,1 |
| P5(formas, ver nota-5) | 1 | 450,0 | 694,0 | 30,0 | 9,37 | 58,3 |
| L6(formas, ver nota-6) | 2 | 284,0 | 460,0 | 30,0 | 7,84 | 0,9 |
| L7(formas, ver nota-7) | 1 | 510,0 | 154,0 | 30,0 | 2,36 | 0,0 |
| L8(formas, ver nota-8) | 4 | 284,0 | 30,0 | 30,0 | 1,02 | 3,4 |
| L9(formas, ver nota-9) | 2 | 284,0 | 100,0 | 30,0 | 1,70 | 0,0 |
| TAMPA-1 | 4 | 314,0 | 187,0 | 7,0 | 1,64 | 23,5 |
| TAMPA-2 | 1 | 1108,0 | 187,0 | 7,0 | 1,45 | 20,7 |
| VIGOTA(formas, ver nota-10) | 4 | 344,0 | 30,0 | 26,5 | 1,09 | 11,4 |
| TOTAL | | | | | 99,72 | 583,6 |

NOTA-1 Formas = $4 \times 5,60 \times 6,94 - 4 \times 0,30 \times 6,94 - 2 \times 0,3 \times 5,00 = 144,13 \text{ m}^2$

NOTA-2 Formas = $2 \times 10,78 \times 6,94 - 0,30 \times 10,78 = 146,39 \text{ m}^2$

NOTA-3 Formas = $2 \times 2 \times 2,84 \times 6,94 = 78,84 \text{ m}^2$

NOTA-4 Formas = $4 \times 3,76 \times 6,94 - 4 \times 0,30 \times 6,94 = 96,05 \text{ m}^2$

NOTA-5 Formas = $2 \times 4,50 \times 6,94 - 2 \times 0,30 \times 6,94 = 58,29 \text{ m}^2$

NOTA-6 Formas = $2 \times 0,30 \times 2,84 = 0,85 \text{ m}^2$

NOTA-7 Formas = 0

NOTA-8 Formas = $4 \times 0,30 \times 2,84 = 3,41 \text{ m}^2$

NOTA-9 Formas = 0

NOTA-10 Formas = $4 \times (0,30 + 2 \times 0,265) \times 3,44 = 11,42 \text{ m}^2$



11 . CÁLCULO DAS QUANTIDADES DA ESTRUTURA DE CONCRETO – EB-V6

11.1 RESUMO

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 15 MPa m ³ | CONCRETO 25 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | 1.207,04 | 57,36 | 1.212,51 |
| VIGAS | 1.286,63 | 238,56 | 3.886,09 |
| PILARES | | 97,98 | 618,40 |
| BLOCOS DE ANCORAGEM | 533,60 | | 720,76 |
| SIFÃO | 510,66 | | 783,89 |
| TOTAL | 3.537,93 | 393,90 | 7.221,67 |
| CAIXA DE INSPEÇÃO | 99,72 | | 583,60 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

11.2 LAJE fck=15MPa

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m³ | FORMAS m² |
|---|---------|---------|---------|---------|-----------------|---------------|
| LAJE DE FUNDO (formas, ver nota-1) | 1 | 2.721,0 | 1.943,0 | 100,0 | 528,69 | 93,64 |
| LAJE - EL541,55 | 5 | 371,0 | 400,0 | 50,0 | 37,10 | 74,20 |
| LAJE-EL541,55 (formas, ver nota-2) | -5 | 130,0 | 485,0 | 50,0 | -15,76 | -0,77 |
| LAJE NA CÂMARA DAS BOMBAS-EL 541,55 | 5 | 788,0 | 400,0 | 50,0 | 78,80 | 157,60 |
| LAJE NA CÂMARA DAS BOMBAS-EL541,55(formas,ver nota-3) | -5 | 100,0 | 100,0 | 50,0 | -2,50 | 5,00 |
| LAJE JUSANTE (forma,ver nota-4) | 1 | 589,0 | 2.685,0 | 50,0 | 79,07 | 7,25 |
| LAJE DE FUNDO NA ÁREA DE MONTAGEM (formas,ver nota-5) | 1 | 915,0 | 2.362,9 | 50,0 | 108,10 | 19,97 |
| SIFÃO-MUROS LATERAIS(formas, ver nota-6) | 2 | 500,0 | 480,0 | 40,0 | 19,20 | 103,00 |
| SIFÃO-LAJE SUP. | 2 | 70,0 | 2.433,0 | 30,0 | 10,22 | 34,06 |
| SIFÃO-MURO-CANAL | 2 | 355,0 | 1.501,0 | 30,0 | 31,97 | 106,57 |
| SIFÃO-MURO-VERTICAL-CANAL-1(formas, ver nota-7) | 2 | 60,0 | 480,0 | 30,0 | 1,73 | 14,40 |
| SIFÃO-MURO-VERTICAL-CANAL-2(formas, ver nota-8) | 6 | 70,0 | 370,0 | 30,0 | 4,66 | 34,86 |
| SIFÃO-MURO-VERTICAL-CANAL-3(formas, ver nota-9) | 6 | 125,0 | 160,0 | 30,0 | 3,60 | 24,00 |
| SIFÃO-MURO-VERTICAL-CANAL-4(formas, ver nota-10) | 2 | 165,0 | 1.824,0 | 30,0 | 18,06 | 120,38 |
| SIFÃO-LAJE-FUNDO-MONTANTE | 1 | 100,0 | 1.360,0 | 50,0 | 6,80 | 7,80 |
| SIFÃO-LAJE-FUNDO-JUSANTE | 1 | 2.889,0 | 2.000,0 | 50,0 | 288,90 | 45,30 |
| SIFÃO-LAJE-FUNDO-SAIDA | 1 | 100,0 | 2.800,0 | 30,0 | 8,40 | 15,00 |
| TOTAL | | | | | 1.207,04 | 838,26 |

NOTAS:

- NOTA-1 formas = $2 \times (27,21 + 19,61) \times 1,00 = 93,64 \text{ m}^2$
 NOTA-2 formas = $5 \times (2 \times (1,30 + 4,85) \times 0,5 - 1,30 \times 4,85) = -0,77 \text{ m}^2$
 NOTA-3 formas = $5 \times (4 \times 1,00 \times 0,50 - 1,00 \times 1,00) = 5,00 \text{ m}^2$
 NOTA-4 formas = $(1,35 + 5,7 + 5,7 + 1,75) \times 0,5 = 7,25 \text{ m}^2$
 NOTA-5 formas = $(8,15 \times 2 + 23,63) \times 0,50 = 19,97 \text{ m}^2$
 NOTA-6 formas = $2 \times 5,0 \times 5,15 \times 2 = 103,00 \text{ m}^2$
 NOTA-7 formas = $2 \times (2 \times 0,6 + 0,3) \times 4,80 = 14,40 \text{ m}^2$
 NOTA-8, formas = $6 \times (2 \times 0,7 + 0,3) \times 3,7 - 6 \times 0,3 \times 1,6 = 34,86 \text{ m}^2$
 NOTA-9 formas = $6 \times 2 \times 1,25 \times 1,6 = 24,00 \text{ m}^2$
 NOTA-10 formas = $2 \times 2 \times 1,65 \times 18,24 = 120,38 \text{ m}^2$

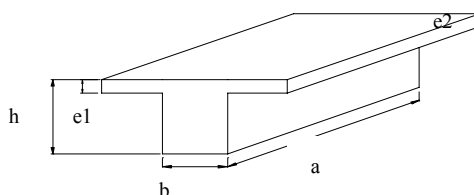


Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

11.3 LAJE fck=25MPa

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m³ | FORMAS m² |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------|---------------|
| EL552,05-ÁREA DE SERVIÇO | 1 | 530,5 | 2371,0 | 15,0 | 18,87 | 125,78 |
| EL545,05-ÁREA DE SERVIÇO | 1 | 530,5 | 2371,0 | 15,0 | 18,87 | 125,78 |
| EL548,55-ÁREA DE SERVIÇO | 1 | 450,5 | 2528,0 | 15,0 | 17,08 | 113,89 |
| ESCADAS | 4 | 100,0 | 275,0 | 25,0 | 2,75 | 11,00 |
| LAJE NAS ESCADAS | 2 | 120,0 | 200,0 | 17,5 | 0,84 | 4,80 |
| ABERTURAS | -1 | 100,0 | 700,0 | 15,0 | -1,05 | -7,00 |
| TOTAL | | | | | 57,36 | 374,25 |

11.4 VIGA fck = 15Mpa

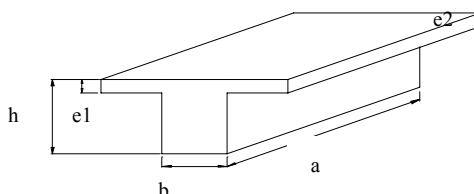


| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m³ | FORMAS m² |
|--|---------|---------|---------|---------|----------|----------|-----------------|-----------------|
| PAREDE NA ENTRADA DE CONDUITO | 5 | 50,0 | 400,0 | 472,3 | 100,0 | 0,0 | 47,23 | 178,92 |
| PAREDE JUSANTE DAS COMPORTAS | 5 | 50,0 | 400,0 | 643,0 | 100,0 | 50,0 | 64,30 | 237,20 |
| BALANÇO NAS GUIAS DAS COMPORTAS | 5 | 36,0 | 400,0 | 44,0 | 44,0 | 0,0 | 3,17 | 16,00 |
| VIGA CIRCULAR NO EIXO DAS BOMBAS- EL456,00 | 5 | 100,0 | 1193,8 | 100,0 | 50,0 | 50,0 | 59,69 | 119,38 |
| PAREDE JUSANTE | 5 | 50,0 | 400,0 | 850,0 | 50,0 | 850,0 | 85,00 | 170,00 |
| CHANFRO | 10 | 50,0 | 100,0 | 800,0 | 800,0 | 800,0 | 40,00 | 5,00 |
| PILARES CENTRAIS | 4 | 120,0 | 1890,0 | 850,0 | 50,0 | 170,0 | 771,12 | 1.209,60 |
| PILARES LATERAIS | 2 | 120,0 | 1890,0 | 850,0 | 170,0 | 0,0 | 385,56 | 623,70 |
| PLACA ANTI-VÓRTICE-1 | 5 | 50,0 | 363,0 | 100,0 | 50,0 | 0,0 | 9,08 | 36,30 |
| PLACA ANTI-VÓRTICE-2 | 5 | 50,0 | 363,0 | 86,0 | 50,0 | 0,0 | 7,80 | 31,22 |
| TOTAL | | | | | | | 1.472,95 | 2.627,32 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

11.5 VIGAS fck = 25Mpa



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m³ | FORMAS m² |
|--|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------|--------------|
| PLANTA PARCIAL EL. 468,73 A EL469,65(3,4) | | | | | | | | |
| V400 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 0,0 | 0,0 | 0,34 | 5,13 |
| V400 A,B,C,D | 4 | 20,0 | 410,5 | 55,0 | 0,0 | 0,0 | 1,81 | 21,35 |
| V401 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 0,0 | 0,0 | 0,34 | 5,13 |
| V402 | 1 | 15,0 | 2650,0 | 100,0 | 10,0 | 0,0 | 3,98 | 54,33 |
| V402-1 | 1 | 10,0 | 2650,0 | 40,0 | 10,0 | 0,0 | 1,06 | 21,20 |
| V402-2 | 1 | 40,0 | 2650,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 1,06 | 10,60 |
| V403 | 1 | 50,0 | 1100,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,50 | 27,50 |
| V404 | 1 | 50,0 | 1100,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,50 | 27,50 |
| V405 e V405A | 1 | 50,0 | 3150,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 15,75 | 78,75 |
| V406 | 1 | 50,0 | 3150,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 15,75 | 78,75 |
| PLANTA PARCIAL EL. 473,73(3,4) | | | | | | | | |
| V500 | 1 | 50,0 | 1100,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,50 | 27,50 |
| V501 | 1 | 50,0 | 1100,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,50 | 27,50 |
| V502 e V502A | 1 | 50,0 | 3400,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 17,00 | 85,00 |
| V503 e V503A | 1 | 50,0 | 3400,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 17,00 | 85,00 |
| V600 | 1 | 50,0 | 1200,0 | 167,0 | 0,0 | 0,0 | 10,02 | 46,08 |
| V601 | 1 | 50,0 | 1200,0 | 167,0 | 0,0 | 0,0 | 10,02 | 46,08 |
| V602 | 1 | 30,0 | 3400,0 | 167,0 | 10,0 | 0,0 | 17,03 | 120,36 |
| V602-1 | 1 | 40,0 | 3400,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 1,36 | 13,60 |
| V602-2 | 1 | 10,0 | 3400,0 | 50,0 | 10,0 | 0,0 | 1,70 | 34,00 |
| V603 | 1 | 30,0 | 3400,0 | 167,0 | 10,0 | 0,0 | 17,03 | 120,36 |
| V603-1 | 1 | 40,0 | 3400,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 1,36 | 13,60 |
| V603-2 | 1 | 10,0 | 3400,0 | 50,0 | 10,0 | 0,0 | 1,70 | 34,00 |

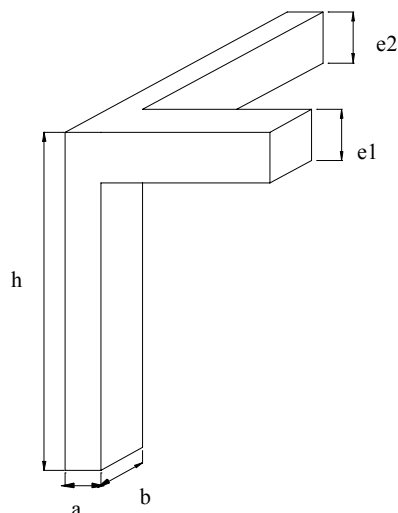


Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| PLANTA PARCIAL EL. 459,50(2,3) | | | | | | | | |
| V100 A,B,C,D | 4 | 20,0 | 410,5 | 55,0 | 15,0 | 15,0 | 1,81 | 16,42 |
| V100 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,52 |
| V101A | 1 | 15,0 | 515,5 | 55,0 | 15,0 | 15,0 | 0,43 | 4,90 |
| V101B | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,52 |
| V101B-1 | 1 | 35,0 | 410,5 | 15,0 | 15,0 | 0,0 | 0,22 | 2,05 |
| V102 | 1 | 15,0 | 2350,0 | 55,0 | 0,0 | 15,0 | 15,00 | 25,85 |
| V103 | 1 | 15,0 | 2350,0 | 55,0 | 0,0 | 15,0 | 1,94 | 25,85 |
| PLANTA PARCIAL EL 463,00(2,3) | | | | | | | | |
| V200 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,52 |
| V201 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,52 |
| V201-1 | 1 | 35,0 | 410,5 | 15,0 | 15,0 | 0,0 | 0,22 | 2,05 |
| V202 | 1 | 15,0 | 2350,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 1,94 | 25,85 |
| V203 | 1 | 50,0 | 2350,0 | 100,0 | 15,0 | 15,0 | 11,75 | 51,70 |
| V203-1 | 1 | 30,0 | 2350,0 | 15,0 | 15,0 | 0,0 | 1,06 | 10,58 |
| V203A | 1 | 50,0 | 800,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 4,00 | 20,00 |
| V204 e V204A | 1 | 50,0 | 3150,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 15,75 | 78,75 |
| V205 | 1 | 50,0 | 1100,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,50 | 27,50 |
| V206 | 1 | 50,0 | 1100,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 5,50 | 27,50 |
| PLANTA PARCIAL EL.466,50(2,3) | | | | | | | | |
| V300 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,52 |
| V300 A,B,C,D | 4 | 20,0 | 410,5 | 55,0 | 15,0 | 15,0 | 1,81 | 16,42 |
| V301 | 1 | 15,0 | 410,5 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 0,34 | 4,52 |
| V302 | 1 | 15,0 | 2350,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 1,94 | 25,85 |
| V303 | 1 | 15,0 | 2350,0 | 55,0 | 15,0 | 0,0 | 1,94 | 25,85 |
| | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | 229,12 | 1.397,52 |



11.6 PILARES $f_{ck} = 25\text{MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|---|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| EL 456,00 A EL 473,73 | 14 | 50,0 | 80,0 | 1773,0 | 100,0 | 100,0 | 99,29 | 608,97 |
| EL 473,73 A EL 476,43 | 14 | 30,0 | 50,0 | 270,0 | 100,0 | 100,0 | 5,67 | 38,08 |
| EL 456,00 A EL 467,98 (área de serviço) | 6 | 40,0 | 50,0 | 1198,0 | 50,0 | 50,0 | 14,38 | 123,98 |
| CONSOLO (ver notas) | 10 | 50,0 | 50,0 | 65,0 | 0,0 | 0,0 | 1,63 | 5,54 |
| TOTAL | | | | | | | 120,96 | 776,58 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

NOTAS:

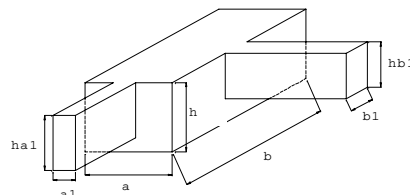
CONSOLO, formas = $(1,414 \times 0,50 + 0,40) \times 0,50 \times 10 = 5,54 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

11.7 Blocos de Ancoragem $f_{ck} = 25\text{MPa}$

NOTA :Os índices 2 indicados na tabela referem-se às faces opostas às indicadas no esquema



| PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | b1 cm | b2 cm | a1 cm | a2 cm | hb1 cm | hb2 cm | ha1 cm | ha2 cm | CONC. m ³ | FOR. m ² |
|--------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|------------------------|
| BL1 | 2 | 814,0 | 464,0 | 483,0 | 814,0 | 814,0 | 145,0 | | 483,0 | 483,0 | 483,00 | 0,00 | 364,85 | 75,64 |
| BL2 | 1 | 2.370,0 | 120,0 | 483,0 | 2.370,0 | 1.213,0 | 0,0 | 0,0 | 483,0 | 50,0 | 483,00 | 483,00 | 137,37 | 120,00 |
| BL3 | 1 | 315,0 | 150,0 | 483,0 | 315,0 | 315,0 | 150,0 | 150,0 | 483,0 | 50,0 | 50,00 | 50,00 | 22,82 | 26,63 |
| BL4 | 2 | 345,0 | 150,0 | 483,0 | 345,0 | 345,0 | 150,0 | 150,0 | 483,0 | 50,0 | 50,00 | 50,00 | 49,99 | 55,86 |
| BL5 | 1 | 50,0 | 145,0 | 483,0 | 50,0 | 50,0 | 145,0 | 145,0 | 20,0 | 483,0 | 483,00 | 483,00 | 3,50 | 2,32 |
| BL6 | 1 | 262,0 | 220,0 | 20,0 | | 262,0 | 220,0 | 220,0 | 0,0 | 20,0 | 20,00 | 20,00 | 1,15 | 0,52 |
| BL7 | 1 | 383,0 | 784,0 | 430,0 | | 383,0 | | | 0,0 | 430,0 | 0,00 | 0,00 | 129,12 | 83,89 |
| BL8 | 1 | 383,0 | 784,0 | 430,0 | | 383,0 | | | 0,0 | 430,0 | 0,00 | 0,00 | 129,12 | 83,89 |
| BL9(1) | | | | | | | | | | | | | -43,92 | 90,75 |
| BL10(2) | | | | | | | | | | | | | -69,43 | 190,66 |
| POÇO(3) | -2 | 275,0 | 305,0 | 483,0 | | | | | | | | | -81,02 | 60,03 |
| SUP. | 10 | 140,0 | 40,0 | 130 | | | | | | | | | 7,28 | 46,80 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | 650,83 | 836,99 |

NOTAS:

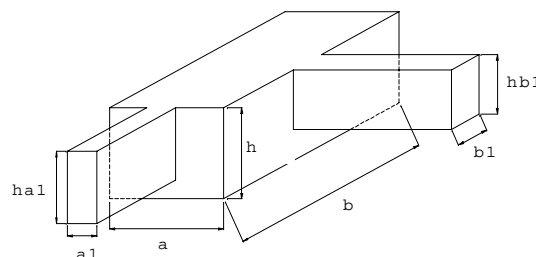
- (1) BL9-CONDUTO(\square 1,83 m) Volume = $0,7854 \times 1,83 \times 1,83 \times 8,35 \times 2 = 43,92 \text{ m}^3$
Formas = $2 \times 3,1416 \times 1,83 \times 8,35 - 0,7854 \times 1,83 \times 1,83 \times 2 = 90,75 \text{ m}^2$
- (2) BL10-CONDUTO(\square 1,40 m) Volume = $0,7854 \times 1,40 \times 1,40 \times 45,10 = 69,43 \text{ m}^3$
Formas = $3,1416 \times 1,40 \times 45,10 - 0,7854 \times 1,40 \times 1,40 \times 5 = 190,66 \text{ m}^2$
- (3) POÇO DE INSPEÇÃO Formas = $2 \times (3,05 \times 2 + 2,75) \times 4,83 - 2 \times 2,75 \times 4,63 = 60,03 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

11.8 Blocos de Ancoragem $f_{ck} = 25\text{MPa}$

NOTA: Os índices 2 indicados na tabela referem-se às faces opostas às indicadas no esquema



| PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | b1 cm | b2 cm | a1 cm | a2 cm | hb1 cm | hb2 cm | ha1 cm | ha2 cm | CONC. m ³ | FOR m ² |
|----------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|-----------------------|
| BL1 | 2 | 530,0 | 300,0 | 353,0 | | 530,0 | | 300,0 | | 100,0 | | 353,0 | 112,25 | 85,42 |
| BL2 | 2 | 530,0 | 305,0 | 400,0 | | 530,0 | 305,0 | 305,0 | | 100,0 | 400,0 | 400,0 | 129,32 | 74,20 |
| BL3 | 2 | 750,0 | 420,0 | 360,0 | | 750,0 | 330,0 | 490,0 | | 100,0 | 360,0 | 360,0 | 226,80 | 94,44 |
| BL4 | 2 | 330,0 | 550,0 | 330,0 | | 330,0 | 490,0 | 580,0 | | 100,0 | 330,0 | 330,0 | 119,79 | 38,94 |
| BL5 | 1 | 140,0 | 1210,0 | 330,0 | | | 1210,0 | 1210,0 | | | 330,0 | 330,0 | 55,90 | 9,24 |
| BL6 | 1 | 100,0 | 1220,0 | 289,0 | | | | | | | | | 35,26 | 76,30 |
| BL7-1 | 2 | 100,0 | 110,0 | 569,0 | | | 60,00 | 0,0 | | | 569,0 | 0,0 | 12,52 | 40,97 |
| BL7-2 | 2 | 90,0 | 70,0 | 569,0 | | | 70,00 | 0,0 | | | 569,0 | 0,0 | 7,17 | 28,45 |
| BL8 | 1 | 1500,0 | 300,0 | 100,0 | | | | | | | | | 45,00 | 0,00 |
| COND. | 1 | | | | | | | | | | | | -32,58 | 66,29 |
| SEÇ. RET. | 1 | | | | | | | | | | | | -33,60 | 74,05 |
| SEÇ. RET. VAR. | 1 | | | | | | | | | | | | -150,97 | 231,44 |
| TOT. | | | | | | | | | | | | | 526,86 | 819,73 |

FUNGENBAND 0-22 / JUNTA DE CONTRAÇÃO : COMPLIMENTO TOTAL=100,2 M



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

11.9 Caixas de Inspeção para Medidor de Vazão – EBV6

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q | b | a | h | CONCRETO | FORMAS |
|------------------------------|----|--------|-------|------|----------------|----------------|
| | un | cm | cm | cm | m ³ | m ² |
| P1(formas, ver nota-1) | 2 | 560,0 | 694,0 | 30,0 | 23,32 | 144,1 |
| P2(formas, ver nota-2) | 1 | 1078,0 | 694,0 | 30,0 | 22,44 | 146,4 |
| P3(formas, ver nota-3) | 2 | 284,0 | 694,0 | 30,0 | 11,83 | 78,8 |
| P4(formas, ver nota-4) | 2 | 376,0 | 694,0 | 30,0 | 15,66 | 96,1 |
| P5(formas, ver nota-5) | 1 | 450,0 | 694,0 | 30,0 | 9,37 | 58,3 |
| L6(formas, ver nota-6) | 2 | 284,0 | 460,0 | 30,0 | 7,84 | 0,9 |
| L7(formas, ver nota-7) | 1 | 510,0 | 154,0 | 30,0 | 2,36 | 0,0 |
| L8(formas, ver nota-8) | 4 | 284,0 | 30,0 | 30,0 | 1,02 | 3,4 |
| L9(formas, ver nota-9) | 2 | 284,0 | 100,0 | 30,0 | 1,70 | 0,0 |
| TAMPA-1 | 4 | 314,0 | 187,0 | 7,0 | 1,64 | 23,5 |
| TAMPA-2 | 1 | 1108,0 | 187,0 | 7,0 | 1,45 | 20,7 |
| VIGOTA(formas, ver nota-10) | 4 | 344,0 | 30,0 | 26,5 | 1,09 | 11,4 |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 99,72 | 583,6 |

NOTA-1 Formas = $4 \times 5,60 \times 6,94 - 4 \times 0,30 \times 6,94 - 2 \times 0,3 \times 5,00 = 144,13 \text{ m}^2$
 NOTA-2 Formas = $2 \times 10,78 \times 6,94 - 0,30 \times 10,78 = 146,39 \text{ m}^2$
 NOTA-3 Formas = $2 \times 2 \times 2,84 \times 6,94 = 78,84 \text{ m}^2$
 NOTA-4 Formas = $4 \times 3,76 \times 6,94 - 4 \times 0,30 \times 6,94 = 96,05 \text{ m}^2$
 NOTA-5 Formas = $2 \times 4,50 \times 6,94 - 2 \times 0,30 \times 6,94 = 58,29 \text{ m}^2$
 NOTA-6 Formas = $2 \times 0,30 \times 2,84 = 0,85 \text{ m}^2$
 NOTA-7 Formas = 0
 NOTA-8 Formas = $4 \times 0,30 \times 2,84 = 3,41 \text{ m}^2$
 NOTA-9 Formas = 0
 NOTA-10 Formas = $4 \times (0,30 + 2 \times 0,265) \times 3,44 = 11,42 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

ESTRUTURAS-MEMORIAIS DE CÁLCULO – PARTE 3B

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| 1 . AQUEDUTO-VAZÃO 28M3/S..... | 1 |
| 1.1 Pré-Moldado | 2 |
| 1.2 Laje de Fundo..... | 2 |
| 1.3 Paredes Laterais | 3 |
| 1.4 Peso D'água | 4 |
| 1.5 Armadura Típica do Pré-moldado | 5 |
| 1.6 Apoio do Pré-moldado sobre o pilar..... | 6 |
| 1.7 QUANTIDADES | 8 |
| 1.7.1 VOL. DE CONCRETO TRANSIÇÃO ENTRADA E SAIDA | 8 |
| 1.7.2 PASSARELA ENTRADA-SAIDA(2X) | 9 |
| 1.7.3 VIGAS DE BORDA | 9 |
| 1.7.4 VIGAS DE TRAVAMENTO..... | 9 |
| 1.7.5 SAPATA DO AQUEDUTO e TUBULÕES..... | 9 |
| 1.7.6 PILAR (ESPESSURA 2,00m)..... | 11 |
| 1.7.7 CÉLULA(COMPRIENTO= 30m)..... | 12 |
| 1.7.8 CONCRETO (B) E AÇO CA-50 ^A -RESUMO AQUEDUTO JACARÉ | 13 |
| 1.7.9 CONCRETO (B) E AÇO CA-50 ^A -RESUMO AQUEDUTO CAETITU | 13 |
| 1.7.10 FUGENBAND 0-22..... | 14 |
| 1.7.11 JUNTA JEENE JJ4050M..... | 14 |
| 1.7.12 NEOPRENE | 14 |
| 2 . AQUEDUTO-VAZÃO 18M3/S..... | 15 |
| 2.1 QUANTIDADES..... | 15 |
| 2.1.1 VOL. DE CONCRETO TRANSIÇÃO ENTRADA E SAIDA | 15 |
| 3 . ADUTORA MONTEIRO-POÇÕES..... | 22 |
| 3.1 TOMADA D'ÁGUA-LAJE DE FUNDO..... | 22 |
| 3.2 TOMADA DE MONTANTE-Parede lateral 1 | 22 |
| 3.3 TOMADA DE MONTANTE-Parede Central | 23 |
| 3.4 TOMADA DE MONTANTE-Parede P1 | 23 |
| 3.5 TOMADA DE MONTANTE-Parede P2 | 24 |
| 3.6 TOMADA DE MONTANTE-Parede P3 | 24 |
| 3.7 TOMADA DE MONTANTE-Parede 4 | 25 |
| 3.8 TOMADA DE MONTANTE-LAJE SUPERIOR DE TRANSIÇÃO | 25 |
| 3.9 TOMADA DE MONTANTE-Parede 4 | 25 |
| 3.10 REVESTIMENTO DA ADUTORA | 26 |
| 3.11 SAIDA DE JUSANTE-LAJE DE FUNDO..... | 26 |
| 3.12 SAIDA DE JUSANTE-PAREDES LATERAIS..... | 27 |
| 3.13 SAIDA DE JUSANTE-ESTRUTURA SUPERIOR | 27 |
| 3.14 DISSIPACÃO LAJE DE FUNDO | 28 |
| 3.15 DISSIPACÃO- PAREDES LATERAIS | 28 |
| 3.16 DISSIPACÃO – PAREDES LATERAIS | 29 |
| 3.17 DISSIPACÃO-VERTEDOURO..... | 29 |
| 3.18 DISSIPACÃO – VIGAS DE TRAVAMENTO | 30 |
| 3.19 RESUMO DOS VOLUMES DE CONCRETO | 30 |
| 3.20 OUTROS MATERIAIS | 30 |
| 3.20.1 Aço CA-50A | 31 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | |
|--|-----------|
| 3.20.2 Tela Soldada | 31 |
| 3.20.3 Vedajuntas | 31 |
| 3.20.4 Tubos de PVC | 31 |
| 4 . CÁLCULO DAS QUANTIDADES DA ESTRUTURA DE CONTROLE (Q=28M3/S) | 32 |
| 4.1 ESTRUTURA DE ENTRADA-LAJE DE FUNDO | 32 |
| 4.2 ESTRUTURA DE ENTRADA-PAREDES LATERAIS | 32 |
| 4.3 ESTRUTURA CENTRAL - LAJE DE FUNDO..... | 33 |
| 4.4 ESTRUTURA CENTRAL - PAREDES LATERAIS | 33 |
| 4.5 ESTRUTURA CENTRAL - PAREDES CENTRAL | 34 |
| 4.6 ESTRUTURA DE SAIDA | 34 |
| 4.7 PASSARELAS SOBRE A TOMADA | 35 |
| 4.8 TRANSIÇÃO DE ENTRADA..... | 35 |
| 4.9 SOMATÓRIA | 35 |
| 4.10 RESUMO | 36 |
| 4.10.1 VOLUME DE CONCRETO CLASSE B..... | 36 |
| 4.10.2 MASSA DE AÇO CA 50A..... | 36 |
| 4.10.3 VEDAJUNTA FUGENBAND 0-22..... | 36 |
| 5 . CÁLCULO DAS QUANTIDADES DA ESTRUTURA DE CONTROLE (Q=18M3/S) | 37 |
| 5.1 ESTRUTURA DE ENTRADA-LAJE DE FUNDO | 37 |
| 5.2 ESTRUTURA DE ENTRADA-PAREDES LATERAIS | 37 |
| 5.3 ESTRUTURA CENTRAL - LAJE DE FUNDO..... | 38 |
| 5.4 ESTRUTURA CENTRAL - PAREDES LATERAIS | 38 |
| 5.5 ESTRUTURA CENTRAL - PAREDES CENTRAL | 40 |
| 5.6 ESTRUTURA DE SAIDA | 40 |
| 5.7 PASSARELAS SOBRE A TOMADA | 41 |
| 5.8 TRANSIÇÃO DE ENTRADA..... | 41 |
| 5.9 SOMATÓRIA | 42 |
| 5.10 RESUMO | 43 |
| 5.10.1 VOLUME DE CONCRETO CLASSE B..... | 43 |
| 5.10.2 MASSA DE AÇO CA 50A..... | 43 |
| 5.10.3 VEDAJUNTA FUGENBAND 0-22..... | 43 |
| 6 . QUANTIDADES DA ESTRUTURA DE CONTROLE Q=8M3/S | 44 |
| 6.1 ESTRUTURA DE ENTRADA-LAJE DE FUNDO | 44 |
| 6.2 ESTRUTURA DE ENTRADA-PAREDES LATERAIS | 44 |
| 6.3 ESTRUTURA CENTRAL - LAJE DE FUNDO..... | 45 |
| 6.4 ESTRUTURA CENTRAL - PAREDES CENTRAL | 46 |
| 6.5 ESTRUTURA DE SAIDA | 46 |
| 6.6 PASSARELAS SOBRE A TOMADA | 48 |
| 6.7 TRANSIÇÃO DE ENTRADA..... | 48 |
| 6.8 SOMATÓRIA | 48 |
| 6.9 RESUMO | 49 |
| 6.9.1 VOLUME DE CONCRETO CLASSE B..... | 49 |
| 6.9.2 MASSA DE AÇO CA 50A..... | 49 |
| 6.9.3 VEDAJUNTA FUGENBAND 0-22..... | 49 |
| 7 . TOMADA D' ÁGUA DE USO DIFUSO PARA 0,1 M³/S..... | 50 |
| 7.1 Resumo..... | 50 |
| 7.2 LAJE fck=25MPa | 50 |
| 7.3 Paredes fck=25MPa..... | 51 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | |
|--|----|
| 8 . TOMADA D' ÁGUA DE USO DIFUSO PARA $Q = 0,2 \text{ M}^3/\text{S}$ | 52 |
| 8.1 Resumo..... | 52 |
| 8.2 LAJE $f_{ck}=25\text{MPa}$ | 52 |
| 8.3 Paredes $f_{ck}=25\text{MPa}$ | 53 |
| 9 . TOMADA D' ÁGUA DE USO DIFUSO PARA $0,5 \text{ M}^3/\text{S}$ | 54 |
| 9.1 RESUMO | 54 |
| 9.2 LAJE $f_{ck}=25\text{MPa}$ | 54 |
| 9.3 Paredes $f_{ck}=25\text{MPa}$ | 55 |
| 10 . TOMADA DE ÁGUA EM CANAL EM ATERRO | 56 |
| 10.1 RESUMO | 56 |
| 10.2 LAJE $f_{ck}=25\text{MPa}$ | 56 |
| 10.3 Paredes $f_{ck}=25\text{MPa}$ | 57 |
| 11 . PONTE TIPO 1 A – 1 VÃO (EM ATERRO) TB 45(CLASSE II)..... | 59 |
| 11.1 RESUMO | 60 |
| 11.2 LAJES $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ | 61 |
| 11.3 BLOCOS $f_{ck} = 25\text{MPa}$ | 61 |
| 11.4 VIGAS $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ | 62 |
| 12 . PONTE TIPO 1B – 1 VÃO(EM CORTE) TB 45 (CLASSE II) | 63 |
| 12.1 RESUMO | 63 |
| 12.2 LAJES $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ | 64 |
| 12.3 VIGAS $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ | 65 |
| 13 . PONTE TIPO 1C – 1 VÃO(CORTE E ATERRO) TB 36..... | 66 |
| 13.1 RESUMO | 66 |
| 13.2 LAJES $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ | 67 |
| 13.3 BLOCOS $f_{ck} = 25\text{MPa}$ | 67 |
| 13.4 VIGAS $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ | 68 |
| 14 . PONTE – 2 VÃOS TB-45 CLASSE IV | 69 |
| 14.1 Resumo..... | 69 |
| 14.2 LAJES $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ | 70 |
| 14.3 VIGAS $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ | 71 |
| 14.4 FUNDAÇÃO $f_{ck} = 20\text{MPa}$ | 72 |
| 15 . PONTE – N VÃOS($N>2$) TB 45 – CLASSE IV | 73 |
| 15.1 BRANCO: $N=3$ VÃOS - Resumo..... | 73 |
| 15.2 BARREIRO: $N=5$ VÃOS | 73 |
| 15.3 LAJES $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ | 73 |
| 15.4 VIGAS $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ | 75 |
| 15.5 Fundação $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ | 76 |
| 16 . PASSARELA SOBRE O CANAL EM ATERRO | 77 |
| 16.1 Resumo..... | 77 |
| 16.2 LAJES $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$ | 77 |
| 16.3 VIGAS $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$ | 78 |
| 16.4 BLOCOS $f_{ck} = 15\text{MPa}$ | 78 |
| 17 . PASSARELA SOBRE O CANAL EM CORTE..... | 79 |



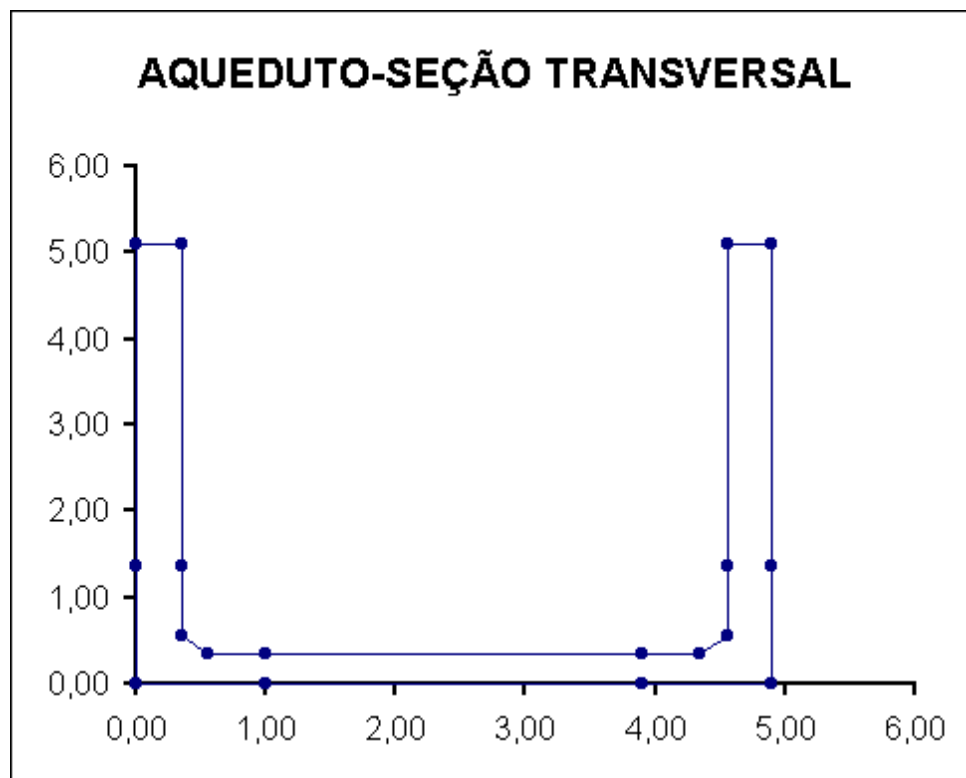
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | |
|-------------------------------|----|
| 17.1 Resumo..... | 79 |
| 17.2 LAJES fck = 15 MPa | 79 |
| 17.3 VIGAS fck = 15 MPa | 80 |
| 17.4 BLOCOS fck = 15MPa | 80 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

1. AQUEDUTO-VAZÃO 28M³/S



| PONTO | X _k | Y _k | X _k +X _{k+1} | Y _k +Y _{k+1} | X _k . Y _{k+1} | X _{k+1} . Y _k | A |
|-------|----------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|
| 1 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 0,00 | 4,90 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 3,90 | 0,00 | 8,80 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 4,90 | 0,00 | 9,80 | 1,35 | 6,62 | 0,00 | 3,31 |
| 5 | 4,90 | 1,35 | 9,80 | 6,45 | 24,99 | 6,62 | 9,19 |
| 6 | 4,90 | 5,10 | 9,45 | 10,20 | 24,99 | 23,21 | 0,89 |
| 7 | 4,55 | 5,10 | 9,10 | 6,45 | 6,14 | 23,21 | -8,53 |
| 8 | 4,55 | 1,35 | 9,10 | 1,90 | 2,50 | 6,14 | -1,82 |
| 9 | 4,55 | 0,55 | 8,90 | 0,90 | 1,59 | 2,39 | -0,40 |
| 10 | 4,35 | 0,35 | 8,25 | 0,70 | 1,52 | 1,37 | 0,08 |
| 11 | 3,90 | 0,35 | 4,90 | 0,70 | 1,37 | 0,35 | 0,51 |
| 12 | 1,00 | 0,35 | 1,55 | 0,70 | 0,35 | 0,19 | 0,08 |
| 13 | 0,55 | 0,35 | 0,90 | 0,90 | 0,30 | 0,12 | 0,09 |
| 14 | 0,35 | 0,55 | 0,70 | 1,90 | 0,47 | 0,19 | 0,14 |
| 15 | 0,35 | 1,35 | 0,70 | 6,45 | 1,79 | 0,47 | 0,66 |
| 16 | 0,35 | 5,10 | 0,35 | 10,20 | 1,79 | 0,00 | 0,89 |
| 17 | 0,00 | 5,10 | 0,00 | 6,45 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 18 | 0,00 | 1,35 | 0,00 | 1,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |



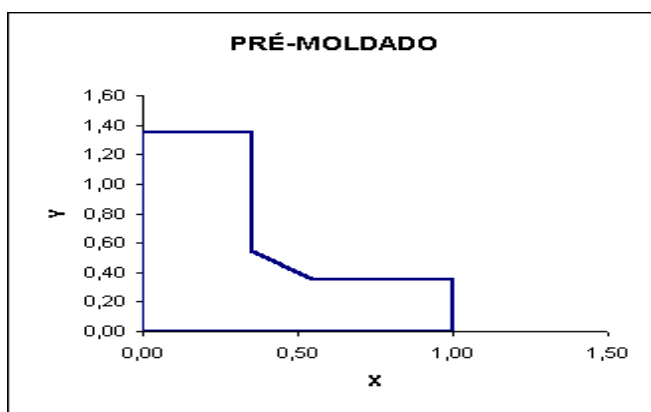
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

A = 5,08 m²

L = 29,00 m

V = 147,32 m³

1.1 Pré-Moldado



| | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 0,00 | 2,00 | 0,35 | 0,35 | 0,00 | 0,18 |
| 3 | 1,00 | 0,35 | 1,55 | 0,70 | 0,35 | 0,19 | 0,08 |
| 4 | 0,55 | 0,35 | 0,90 | 0,90 | 0,30 | 0,12 | 0,09 |
| 5 | 0,35 | 0,55 | 0,70 | 1,90 | 0,47 | 0,19 | 0,14 |
| 6 | 0,35 | 1,35 | 0,35 | 2,70 | 0,47 | 0,00 | 0,24 |
| 7 | 0,00 | 1,35 | 0,00 | 1,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 8 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

0,72

A = 0,72 m²

gamac = 2,50 tf/m³

p1 = 1,80 tf/m

L = 29,00 m

M1 = $pL^2/8$

P1 = 26,10 tf

M1 = 189,23 tfm

Sf1 = $k6 \cdot M/H$

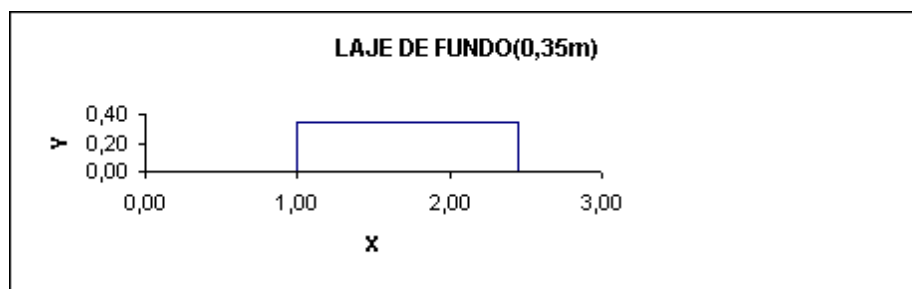
H = 120,00

Sf1 = 55,19 cm²

1.2 Laje de Fundo



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico



| PONTO | X _k | Y _k | X _k +X _{k+1} | Y _k +Y _{k+1} | X _k . Y _{k+1} | X _{k+1} . Y _k | A |
|-------|----------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|
| 1 | 1,00 | 0,00 | 3,45 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 2,45 | 0,00 | 4,90 | 0,35 | 0,86 | 0,00 | 0,43 |
| 3 | 2,45 | 0,35 | 3,45 | 0,70 | 0,86 | 0,35 | 0,25 |
| 4 | 1,00 | 0,35 | 2,00 | 0,35 | 0,00 | 0,35 | -0,18 |
| 5 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

0,51

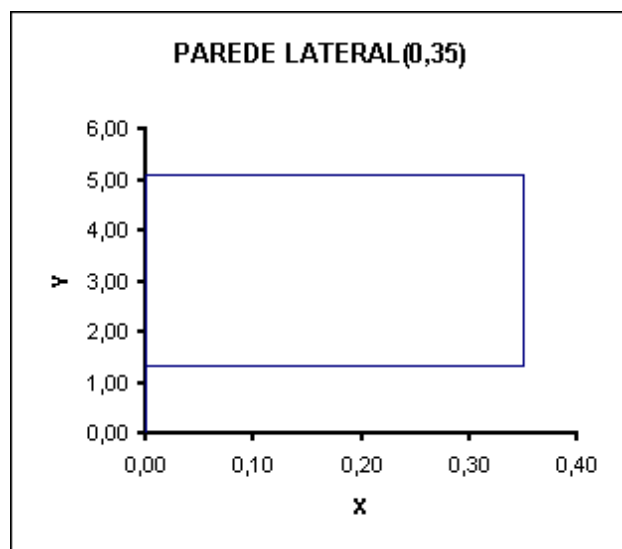
A= 0,51 m²

gamac= 2,50 tf/m³

p21= 1,27 tf/m

L= 29,00 m

1.3 Paredes Laterais





Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| PONTO | X _k | Y _k | X _k +X _{k+1} | Y _k +Y _{k+1} | X _k . Y _{k+1} | X _{k+1} . Y _k | A |
|-------|----------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|
| 1 | 0,00 | 1,35 | 0,35 | 2,70 | 0,00 | 0,47 | -0,24 |
| 2 | 0,35 | 1,35 | 0,70 | 6,45 | 1,79 | 0,47 | 0,66 |
| 3 | 0,35 | 5,10 | 0,35 | 10,20 | 1,79 | 0,00 | 0,89 |
| 4 | 0,00 | 5,10 | 0,00 | 5,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

1,31

A= 1,31 m² gamac= 2,50 tf/m³

p₂₂= 3,28 tf/m L= 29,00 m

p= p₂₁+p₂₂= 4,55 tf/m

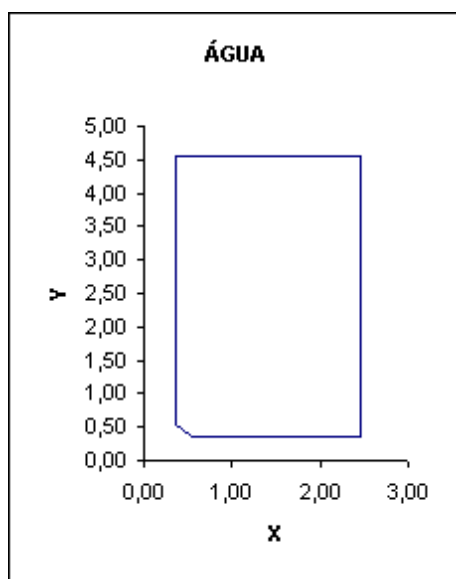
M₂= pL²/8 P₂= 65,98 tf

M₂= 478,32 tfm

Sf₂= k₆*M/H H= 490,00

Sf₂= 34,17 cm²

1.4 Peso D'água





Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| PONTO | X _k | Y _k | X _k +X _{k+1} | Y _k +Y _{k+1} | X _k . Y _{k+1} | X _{k+1} . Y _k | A |
|-------|----------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|
| 1 | 0,55 | 0,35 | 3,00 | 0,70 | 0,19 | 0,86 | -0,33 |
| 2 | 2,45 | 0,35 | 4,90 | 4,90 | 11,15 | 0,86 | 5,15 |
| 3 | 2,45 | 4,55 | 2,80 | 9,10 | 11,15 | 1,59 | 4,78 |
| 4 | 0,35 | 4,55 | 0,70 | 5,10 | 0,19 | 1,59 | -0,70 |
| 5 | 0,35 | 0,55 | 0,90 | 0,90 | 0,12 | 0,30 | -0,09 |
| 6 | 0,55 | 0,35 | 0,55 | 0,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

8,80

A= 8,80 m² gamac= 1,00 tf/m³
 p₃= 8,80 tf/m L= 29,00 m
 p₃= 8,80 tf/m
 M₃= $pL^2/8$ P₃= 127,60 tf

M₃= 925,10 tfm

Sf₃= $k_6 \cdot M/H$ H= 490,00

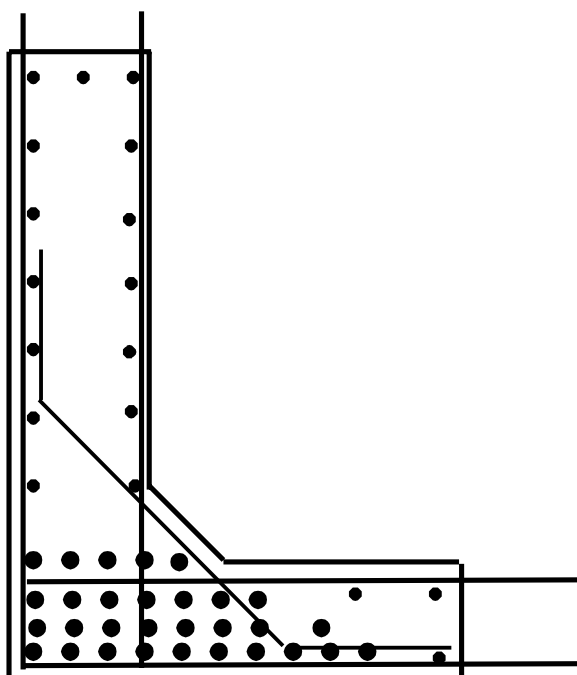
Sf₃= 66,08 cm²

RESUMO:

Sf= Sf₁+Sf₂+Sf₃

Sf= 155,43 cm² (32 barras de 5cm²)

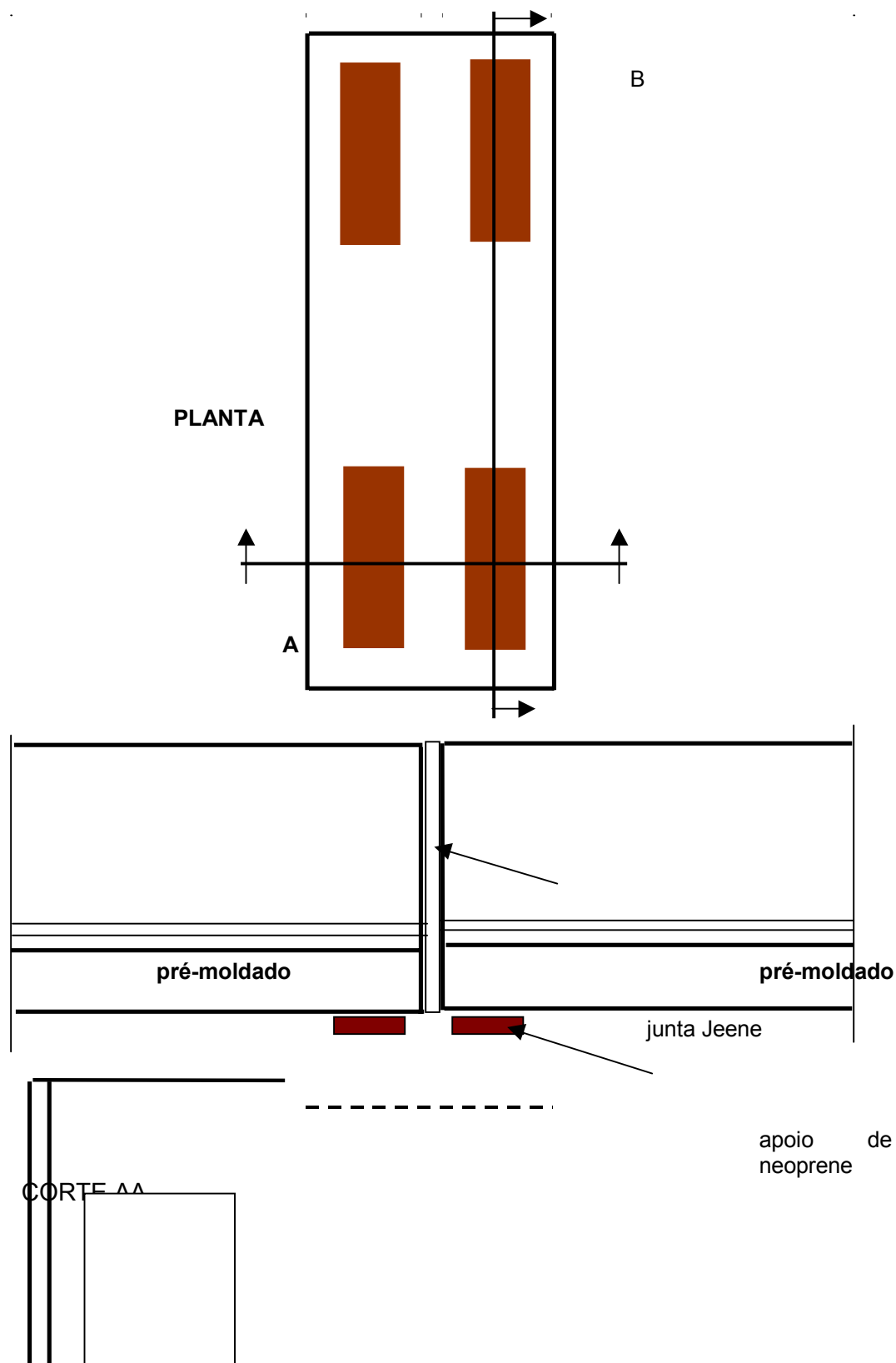
1.5 Armadura Típica do Pré-moldado





Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

1.6 Apoio do Pré-moldado sobre o pilar





Technical drawing of a U-shaped wall section, showing dimensions and material specifications.

Dimensions:

- Top horizontal distance: 3,10
- Left vertical distance: 1,00
- Right vertical distance: 1,00
- Inner vertical distance: 0,80
- Inner horizontal distance: 0,80
- Bottom horizontal distance: 5,10
- Bottom vertical distance: 2,20
- Right vertical distance (bottom): 1,50
- Right vertical distance (top): 1,35
- Left vertical distance (top): 0,35
- Right vertical distance (top): 0,35
- Bottom horizontal distance (left): 0,40
- Bottom horizontal distance (right): 0,40

Material Specifications:

- Top horizontal section: tirante 0,40x0,40
- Bottom horizontal section: 0,20X0,20

7



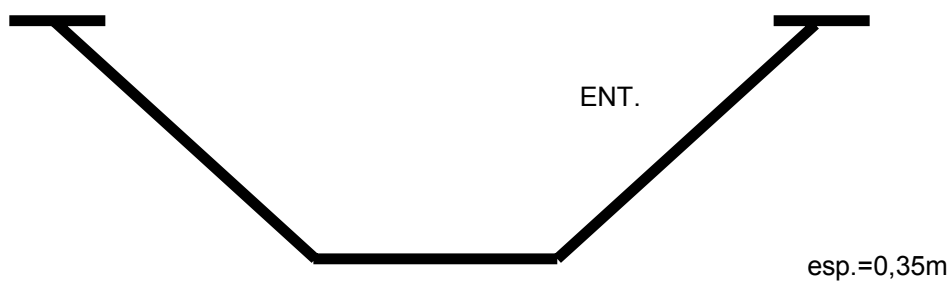
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

1.7 QUANTIDADES

1.7.1 VOL. DE CONCRETO TRANSIÇÃO ENTRADA E SAIDA

Comprimento L= 20,00 m

Área 1: 6,96m²



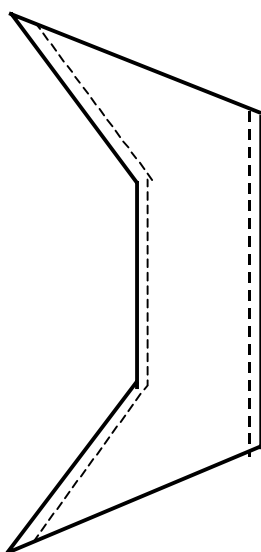
v1= 243,80m² (2X)



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

1.7.2 PASSARELA ENTRADA-SAIDA(2X)

VOLUMES DE CONCRETO



$$\text{AREA} = \frac{42,}{84\text{m}^2}$$

$$\text{esp.} = \frac{0,2}{0\text{m}}$$

$$\text{v2} = \frac{17,}{14\text{m}^3}$$

1.7.3 VIGAS DE BORDA

VOLUMES DE CONCRETO

$$b = 0,30\text{m}$$

$$h = 0,30\text{m}$$

$$l = 35,74\text{m}$$

$$\text{v3} = 6,43\text{m}^3 \quad (2\text{X})$$

1.7.4 VIGAS DE TRAVAMENTO

$$b = 0,40\text{m}$$

$$h = 0,40\text{m}$$

$$l = 3,75\text{m}$$

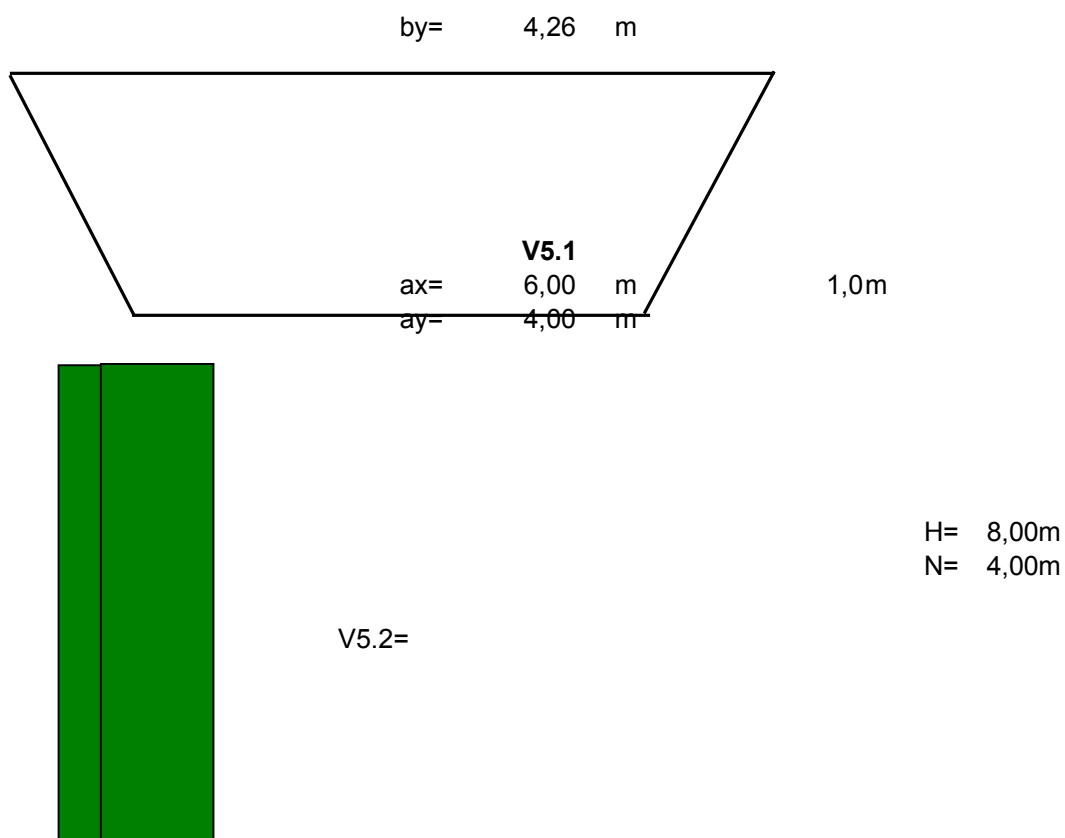
$$\text{v4} = 1,20\text{m}^3 \quad (2\text{X})$$

1.7.5 SAPATA DO AQUEDUTO e TUBULÕES

$$\text{bx} = 6,26 \text{ M}$$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico



Asup= 26,67 m²
Ainf= 24,00 m²

Amed=25,33 m²

V5.1=25,33 m³

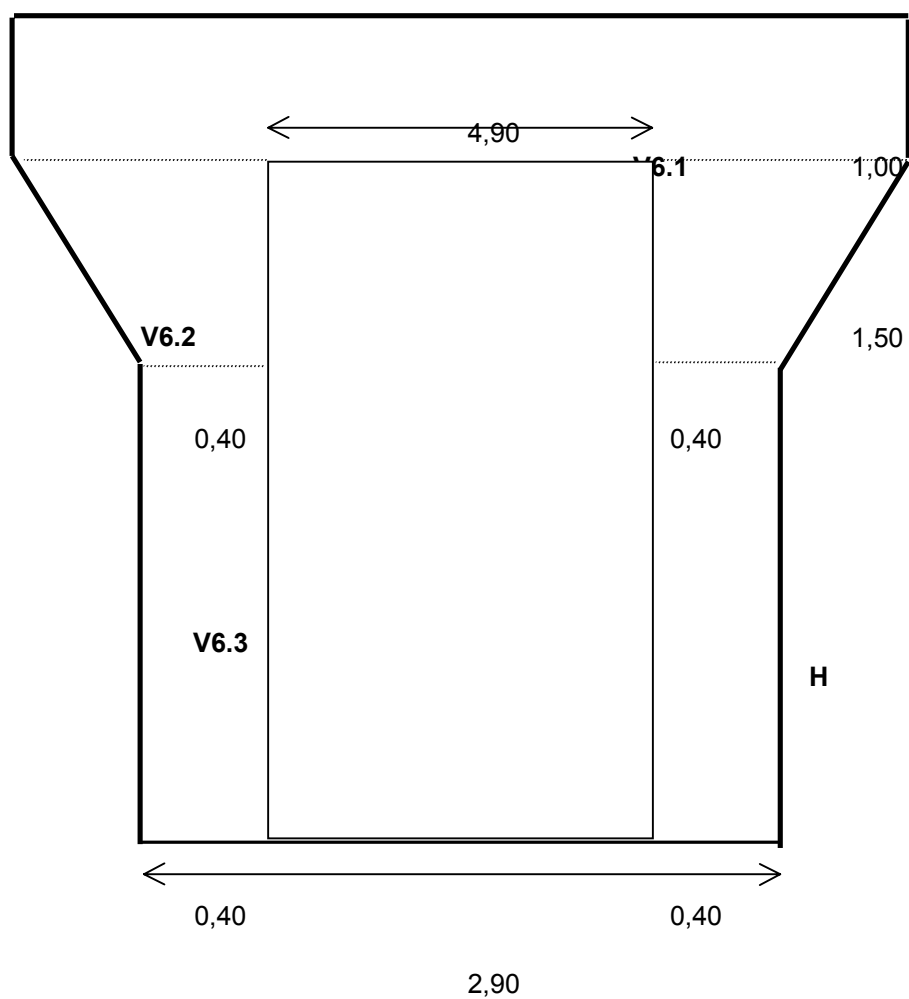
Tubulões V5.2=25,20 m³

V5 = 50,53 m³



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

1.7.6 PILAR (ESPESSURA 2,00m)



V6.1= 9,80 m3

V6.2= 8,82 m3

V6.3=

| AQUED. | H | V6.3 |
|---------|-------|-------|
| | (m) | (m3) |
| JACARE | 16,80 | 65,18 |
| CAETITU | 15,80 | 61,30 |



V6=

1.7.7 CÉLULA(COMPRIENTO= 30m)





Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | |
|------------|---------------|-----------|
| V7.1= | 4,70 | m3 |
| V7.2= | 76,65 | m3 |
| V7.3= | 43,20 | m3 |
| V7.4= | 30,45 | m3 |
| V7.5= | 8,10 | m3 |
| V7= | 163,10 | m3 |

1.7.8 CONCRETO (B) E AÇO CA-50^A-RESUMO AQUEDUTO JACARÉ

NUMERO DE VÃOS **N= 4,00**

$$V= V1+V2+V3+V4+N*(V5+V6+V7)$$

| | | |
|-----|--------|----|
| V1= | 243,80 | m3 |
| V2= | 17,14 | m3 |
| V3= | 6,43 | m3 |
| V4= | 1,20 | m3 |
| V5= | 50,53 | m3 |
| V6= | 83,80 | m3 |
| V7= | 163,10 | m3 |

V= 1458,34 m3

AÇO= 175,00 t

1.7.9 CONCRETO (B) E AÇO CA-50^A-RESUMO AQUEDUTO CAETITU

NUMERO DE VÃOS **N= 4,00**

$$V= V1+V2+V3+V4+N*(V5+V6+V7)$$

| | | |
|-----|--------|----|
| V1= | 243,80 | m3 |
| V2= | 17,14 | m3 |
| V3= | 6,43 | m3 |
| V4= | 1,20 | m3 |
| V5= | 50,53 | m3 |
| V6= | 79,92 | m3 |
| V7= | 163,10 | m3 |

V= 1442,82 m3

AÇO= 173,14 t



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

1.7.10 FUGENBAND 0-22

Lo= 30,00 m
NL= 2,00

| AQUED. | N | L |
|---------|------|--------|
| | | m |
| JACARE | 4,00 | 240,00 |
| CAETITU | 4,00 | 240,00 |

1.7.11 JUNTA JEENE JJ4050M

B= 3,80
H= 4,07

| AQUED. | NJ | L |
|---------|------|-------|
| | | m |
| JACARE | 5,00 | 59,70 |
| CAETITU | 5,00 | 59,70 |

1.7.12 NEOPRENE

A= 0,55
B= 0,80

| AQUED. | NP | A |
|---------|------|------|
| | | m2 |
| JACAÉ | 5,00 | 8,80 |
| CAETITU | 5,00 | 8,80 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

2 . AQUEDUTO-VAZÃO 18M³/S

2.1 QUANTIDADES

2.1.1 VOL. DE CONCRETO TRANSIÇÃO ENTRADA E SAIDA

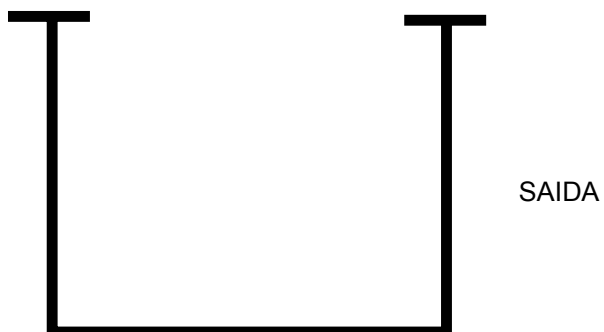
Comprimento L= 15,00 m

Área 1: 4,99m²



esp.=0,30m

Área 2: 4,00m²

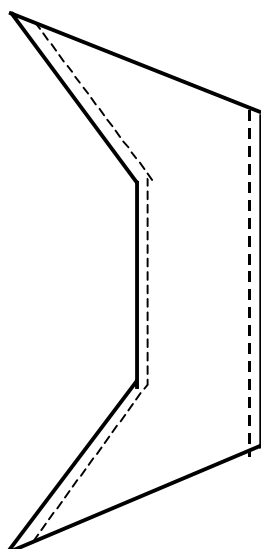




Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

v1= 134,85m² (2X)

2-PASSARELA ENTRADA-SAIDA(2X)



AREA= 44,33m²

esp.= 0,20m

v2= 17,73m³

3.VIGAS DE BORDA:

b= 0,30m

h= 0,30m

l= 22,76m

v3= 4,10m³ (2X)

4.VIGAS DE TRAVAMENTO:

b= 0,40m

h= 0,40m

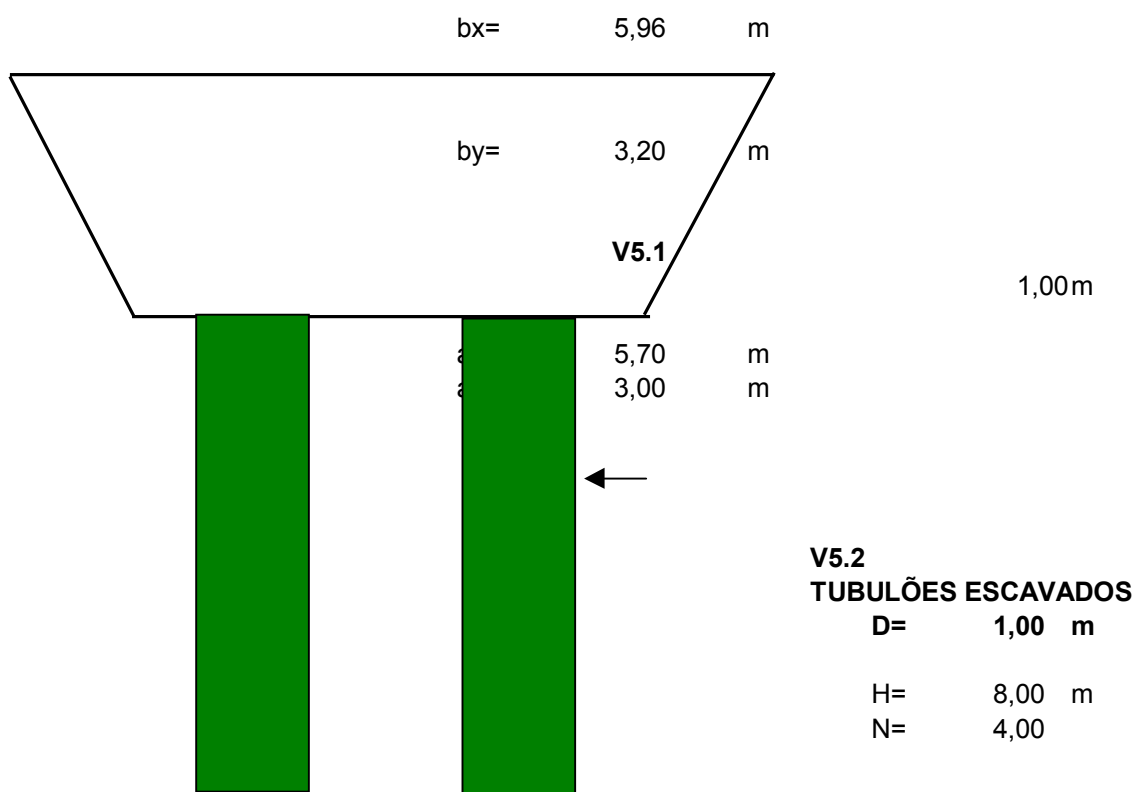
l= 3,75m



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

v4= 1,20m³ (2X)

5. Sapata do aqueduto



Asup= 19,07m²

Ainf= 17,10m²

Amed= 18,09m²

V5.1= 18,09 m³

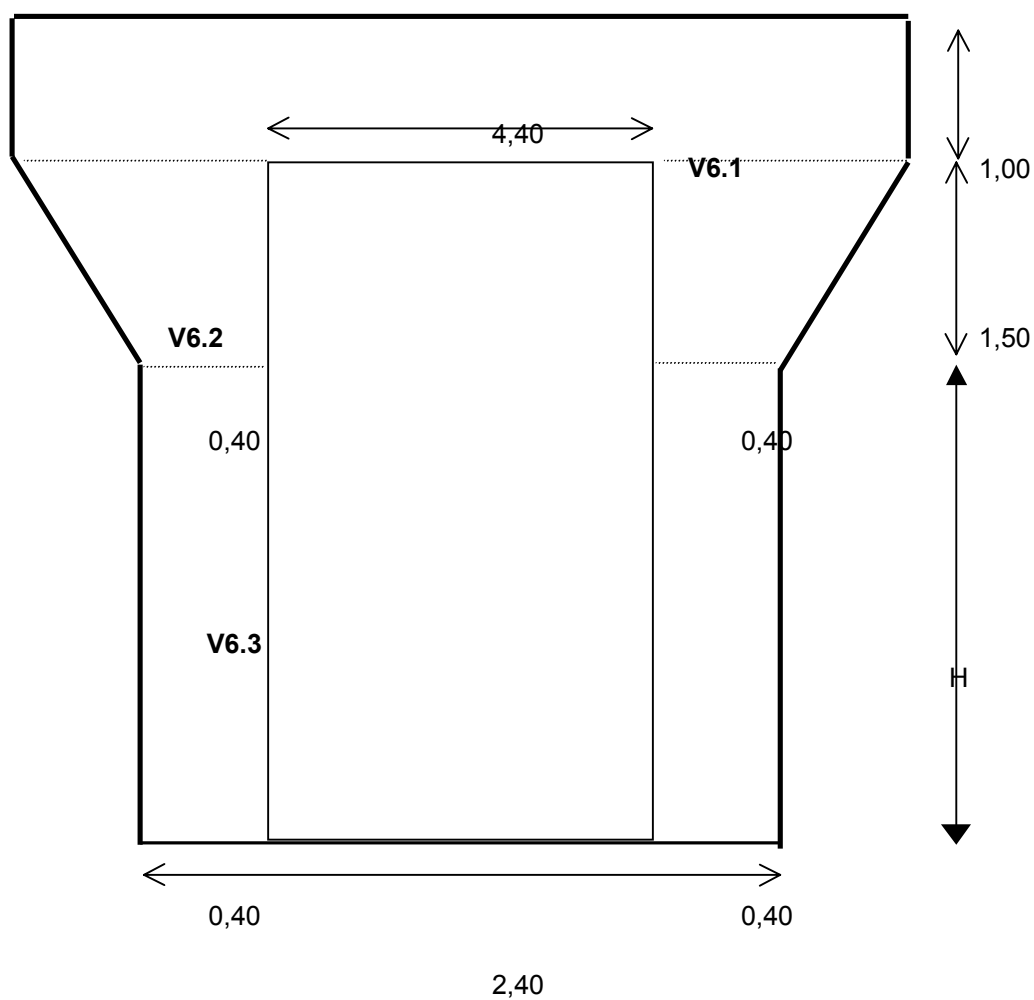


Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

V5.2= 25,20 m3

V5= 43,29 m3

6.Pilar esp.: 2,00



V6.1= 8,80 m3

V6.2= 7,32 m3

V6.3=

| | | |
|--------|---|------|
| AQUED. | H | V6.3 |
|--------|---|------|

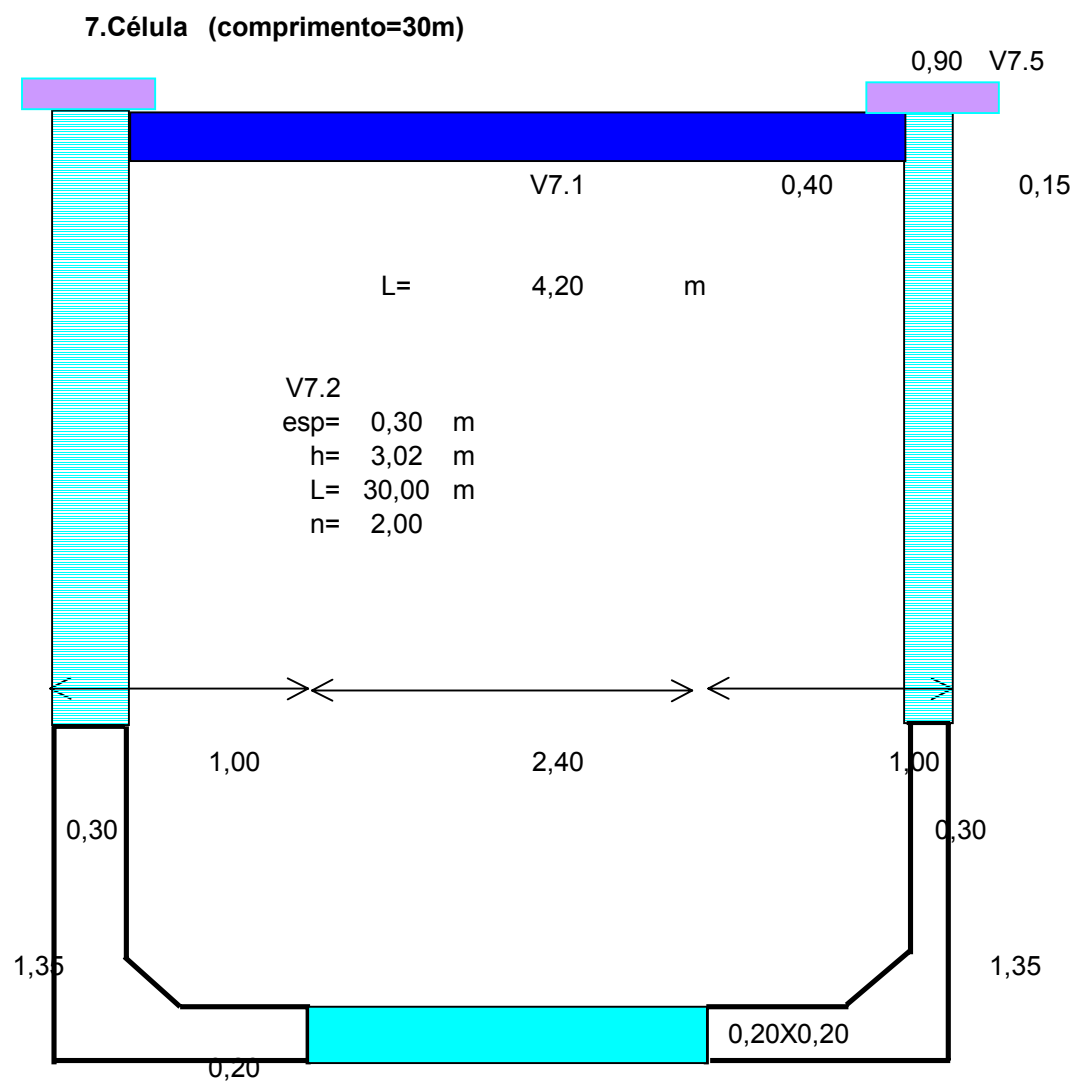


Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | (m) | (m ³) |
|----------|-------|-------------------|
| BRANCO | 17,50 | 50,40 |
| BARREIRO | 16,90 | 48,67 |

V6=

| AQUED. | H | V6 |
|----------|-------|-------------------|
| | (m) | (m ³) |
| BRANCO | 17,50 | 66,52 |
| BARREIRO | 16,90 | 64,79 |





Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | | |
|------------|---------------|-----------|------|--|------|
| | 0,30 | | | | V7.3 |
| | | V7.4 | 0,30 | | |
| V7.1= | 4,70 | m3 | | | |
| V7.2= | 54,36 | m3 | | | |
| V7.3= | 38,10 | m3 | | | |
| V7.4= | 21,60 | m3 | | | |
| V7.5= | 8,10 | m3 | | | |
| V7= | 126,86 | m3 | | | |

8.FUGENBAND 0-22

| | | |
|-----|-------|---|
| Lo= | 30,00 | m |
| NL= | 2,00 | |

| AQUED. | N | L |
|---------|------|--------|
| | | m |
| JACARE | 5,00 | 300,00 |
| CAETITU | 7,00 | 420,00 |

9. JUNTA JEENE JJ4050M

| | |
|----|------|
| B= | 3,80 |
| H= | 4,07 |

| AQUED. | NJ | L |
|----------|------|-------|
| | | m |
| BRANCO | 6,00 | 84,84 |
| BARREIRO | 8,00 | 95,52 |

10. NEOPRENE

| | |
|----|------|
| A= | 0,55 |
| B= | 0,80 |

| AQUED. | NP | A |
|----------|------|-------|
| | | m2 |
| BRANCO | 6,00 | 10,56 |
| BARREIRO | 8,00 | 14,08 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

11. CONCRETO(B) E AÇO CA-50A - RESUMO AQUEDUTO BRANCO

NUMERO DE VÃOS **N= 5,00**

$$V = V1 + V2 + V3 + V4 + N * (V5 + V6 + V7)$$

| | | |
|-----|--------|----|
| V1= | 134,85 | m3 |
| V2= | 17,73 | m3 |
| V3= | 4,10 | m3 |
| V4= | 1,20 | m3 |
| V5= | 43,29 | m3 |
| V6= | 66,52 | m3 |
| V7= | 126,86 | m3 |

V= 1341,23 m3

AÇO= 160,95 t

12. CONCRETO(B) E AÇO CA-50A - RESUMO AQUEDUTO BARREIRO

NUMERO DE VÃOS **N= 7,00**

$$V = V1 + V2 + V3 + V4 + N * (V5 + V6 + V7)$$

| | | |
|-----|--------|----|
| V1= | 134,85 | m3 |
| V2= | 17,73 | m3 |
| V3= | 4,10 | m3 |
| V4= | 1,20 | m3 |
| V5= | 43,29 | m3 |
| V6= | 64,79 | m3 |
| V7= | 126,86 | m3 |

V= 1802,47 m3

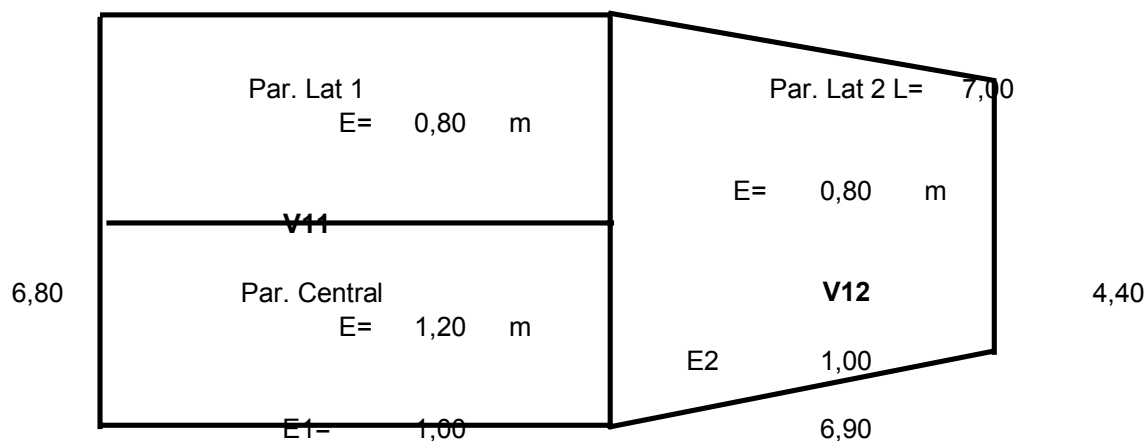
AÇO= 216,30 t



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

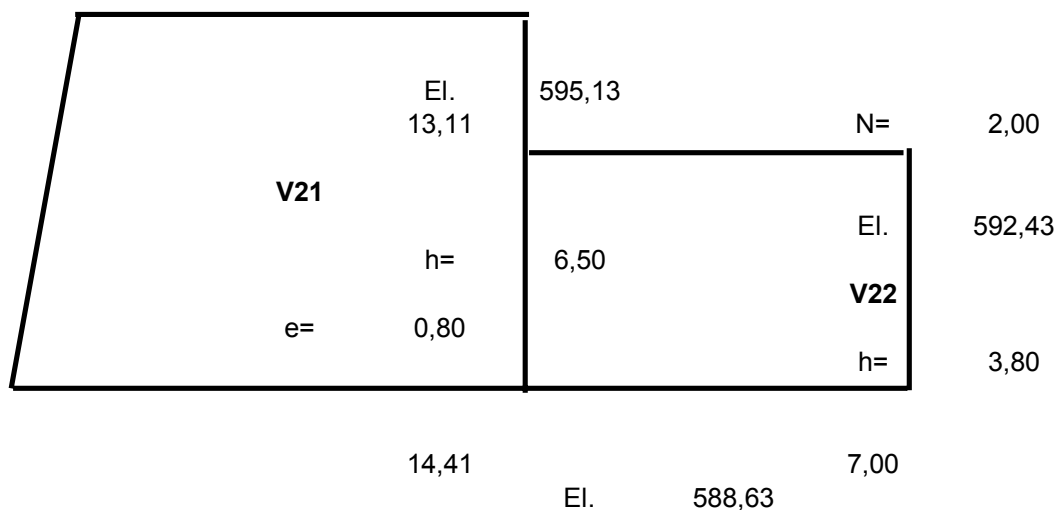
3 . ADUTORA MONTEIRO-POÇÕES

3.1 TOMADA D'ÁGUA-LAJE DE FUNDO



| | | | | | |
|------------|---------------|-----------|-----|-------|----|
| L1= | 14,41 | m | L2= | 6,90 | m |
| B1= | 6,80 | m | B2= | 5,60 | m |
| E1= | 1,00 | m | E2= | 1,00 | m |
| V11 | 97,99 | m3 | V12 | 38,64 | m3 |
| V1= | 136,63 | m3 | | | |

3.2 TOMADA DE MONTANTE-Parede lateral 1

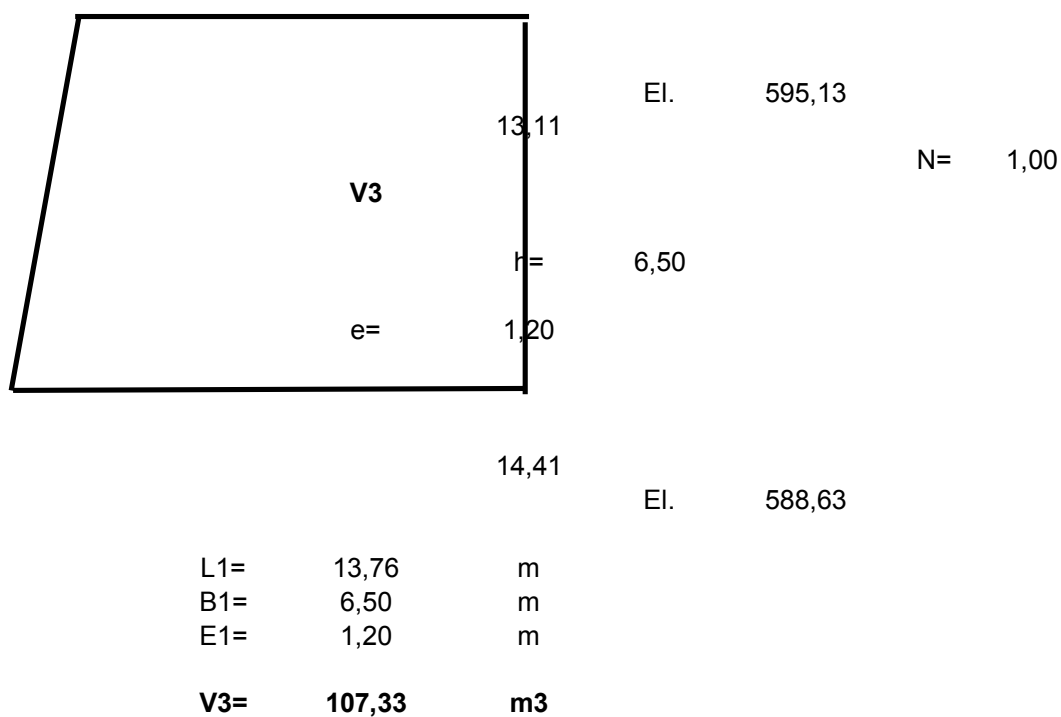




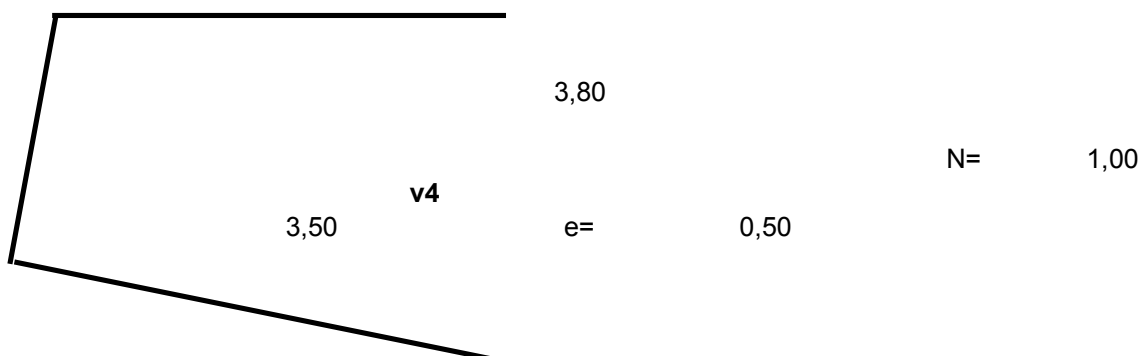
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | | |
|------------|---------------|-----------|-----|-------|----|
| L1= | 13,76 | m | L2= | 7,00 | m |
| B1= | 6,50 | m | B2= | 3,80 | m |
| E1= | 0,80 | m | E2= | 0,80 | m |
| V21 | 71,55 | m3 | V22 | 21,28 | m3 |
| V2= | 185,66 | m3 | | | |

3.3 TOMADA DE MONTANTE-Parede Central



3.4 TOMADA DE MONTANTE-Parede P1





Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

4,50 desenvolvido

| | | |
|-----------|--------------|-----------|
| L= | 11,80 | m |
| B= | 4,00 | m |
| E1= | 0,50 | m |
| V4 | 23,60 | m3 |

3.5 TOMADA DE MONTANTE-Parede P2



1,00

N= 1,00

2,70

e= 0,50 m

1,00

| | | |
|-----------|-------------|-----------|
| L= | 4,70 | m |
| B= | 4,00 | m |
| E1= | 0,50 | m |
| V5 | 9,40 | m3 |

3.6 TOMADA DE MONTANTE-Parede P3



0,50

N= 1,00



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

2,70 e= 0,30 m

1,00

| | | |
|-----------|-------------|-----------|
| L= | 4,20 | m |
| B= | 4,00 | m |
| E1= | 0,30 | m |
| V6 | 5,04 | m3 |

3.7 TOMADA DE MONTANTE-Parede 4



N= 1,00

2,70 e= 0,50 m

| | | |
|-----------|-------------|-----------|
| L= | 2,70 | m |
| B= | 4,00 | m |
| E1= | 0,50 | m |
| V7 | 5,40 | m3 |

3.8 TOMADA DE MONTANTE-LAJE SUPERIOR DE TRANSIÇÃO

7,55
e= 1,00

| | | |
|-----------|--------------|-----------|
| L= | 7,55 | m |
| B= | 4,00 | m |
| E1= | 1,00 | m |
| V8 | 30,20 | m3 |

3.9 TOMADA DE MONTANTE-Parede 4



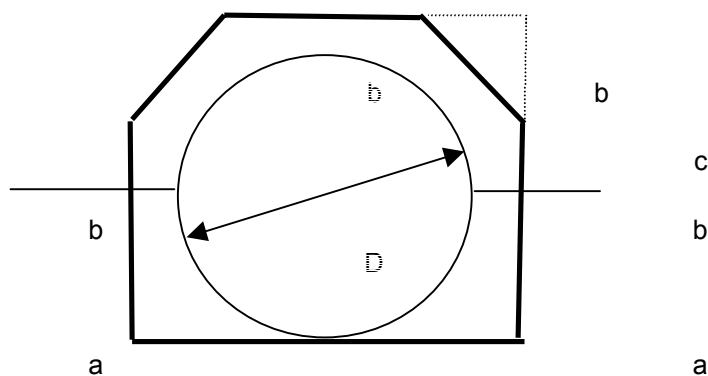
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

BERÇO DE REGULARIZAÇÃO DA ADUTORA

| | | | | | |
|-----|---------|----|----|----------|---|
| B= | 3,10 | m | L= | 12000,00 | m |
| E= | 0,15 | m | | | |
| V9= | 5580,00 | m3 | | | |

3.10 REVESTIMENTO DA ADUTORA

| | | | | | |
|----|------|---|----|----------|---|
| D= | 2,80 | m | L= | 12000,00 | m |
|----|------|---|----|----------|---|



3,10

| | | |
|-----|------|---|
| a= | 1,40 | m |
| b= | 0,64 | m |
| c= | 0,91 | m |
| At= | 2,15 | m |

| | | |
|------|----------|----|
| V10= | 25758,43 | m3 |
|------|----------|----|

3.11 SAIDA DE JUSANTE-LAJE DE FUNDO





Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

V11

4,10

E= 0,50 m

4,50 m

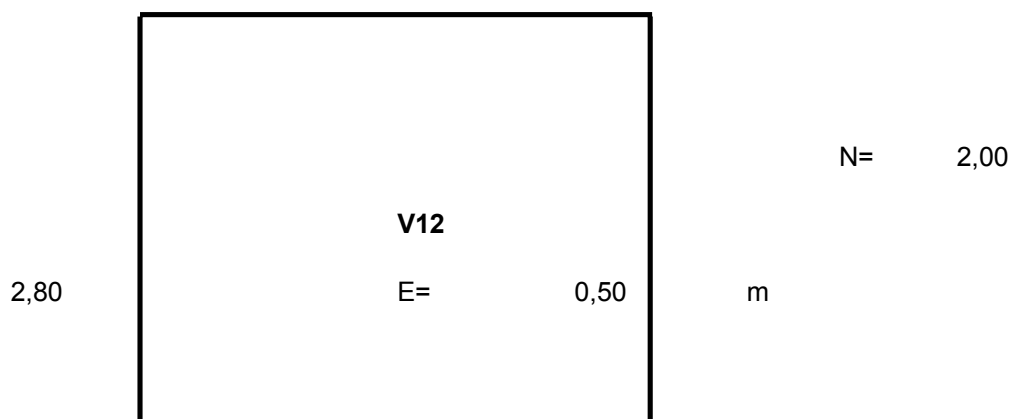
L1= 4,50 m

B1= 4,10 m

E1= 0,50 m

V11 9,23 m3

3.12 SAIDA DE JUSANTE-PAREDES LATERAIS



4,50 m

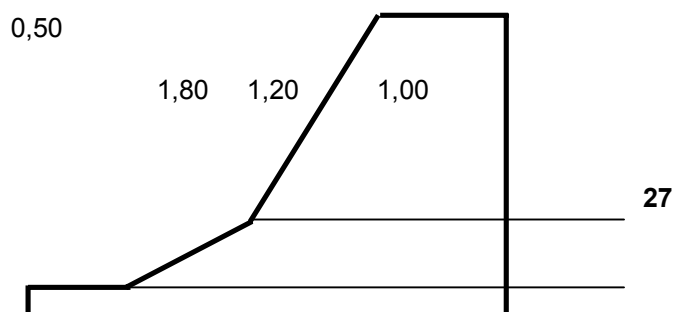
L1= 4,50 m

B1= 2,80 m

E1= 0,50 m

V12 12,60 m3

3.13 SAIDA DE JUSANTE-ESTRUTURA SUPERIOR





Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

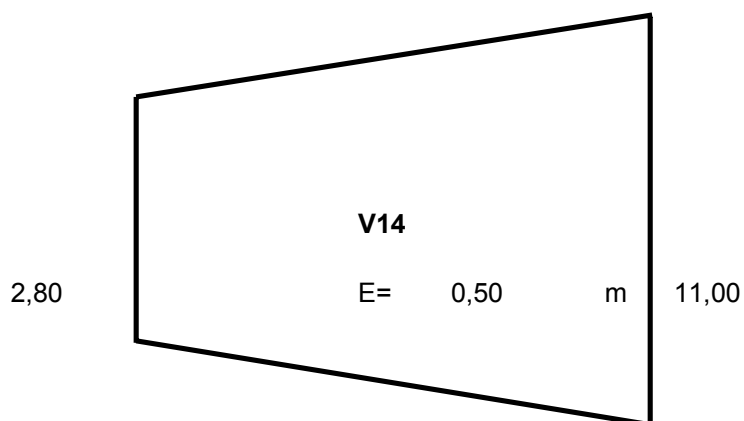
2,40

e= 4,10 1,00

0,50

V13= 37,68 m³

3.14 DISSIPACÃO LAJE DE FUNDO



L1= 20,10 m

B1= 6,90 m

E1= 0,50 m

V14 69,35 m³

3.15 DISSIPACÃO- PAREDES LATERAIS

N= 2,00





Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

6,30 E= 0,50 m 7,30

20,10 m

L1= 20,10 m

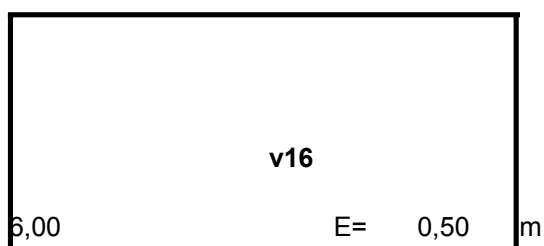
B1= 6,80 m

E1= 0,50 m

v15= 136,68 m³

3.16 DISSIPAÇÃO – PAREDES LATERAIS

N= 2,00



6,34 m

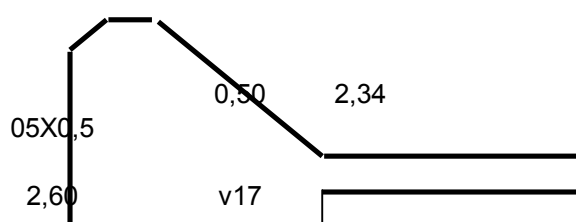
L1= 6,34 m

B1= 6,15 m

E1= 0,50 m

V16 38,99 m³

3.17 DISSIPAÇÃO-VERTEDEURO





Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

$$E = 11,00 \text{ m} \quad 1,00$$

$$3,34 \text{ m} \quad 3,00 \text{ m}$$

$$V17 = 131,36 \text{ m}^3$$

3.18 DISSIPAÇÃO – VIGAS DE TRAVAMENTO

$$B = 0,30 \quad N = 7,00$$

$$H = 0,60$$

$$L = 6,90$$

$$V18 = 8,69 \text{ m}^3$$

3.19 RESUMO DOS VOLUMES DE CONCRETO

| | | |
|------|--------|----------|
| V2= | 185,66 | 0,00 |
| V3= | 107,33 | 0,00 |
| V4= | 23,60 | 0,00 |
| V5= | 9,40 | 0,00 |
| V6= | 5,04 | 0,00 |
| V7= | 5,40 | 0,00 |
| V8= | 30,20 | 0,00 |
| V9= | 0,00 | 5580,00 |
| V10= | 0,00 | 25758,43 |
| V11= | 9,23 | 0,00 |
| V12= | 12,60 | 0,00 |
| V13= | 37,68 | 0,00 |
| V14= | 69,35 | 0,00 |
| V15= | 136,68 | 0,00 |
| V16= | 38,99 | 0,00 |
| V17= | 131,36 | 0,00 |
| V18= | 8,69 | 0,00 |
| V19= | 947,84 | 31338,43 |

m3

3.20 OUTROS MATERIAIS



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

3.20.1 Aço CA-50A

| | | |
|---------------|-----------------|-----------|
| D=6mm | 3000,00 | kg |
| D=8mm | 33600,00 | kg |
| D=16mm | 19200,00 | kg |

3.20.2 Tela Soldada

| | | |
|-------------|-----------------|-----------|
| Q315 | 52920,00 | m2 |
|-------------|-----------------|-----------|

3.20.3 Vedajuntas

| | | |
|-------------|--------------|----------|
| O-22 | 50,00 | m |
|-------------|--------------|----------|

3.20.4 Tubos de PVC

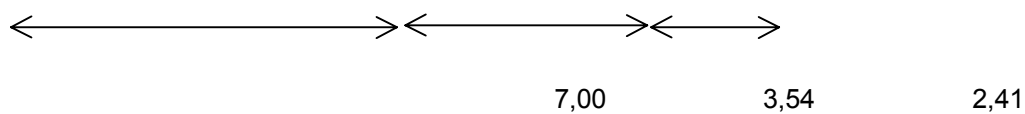
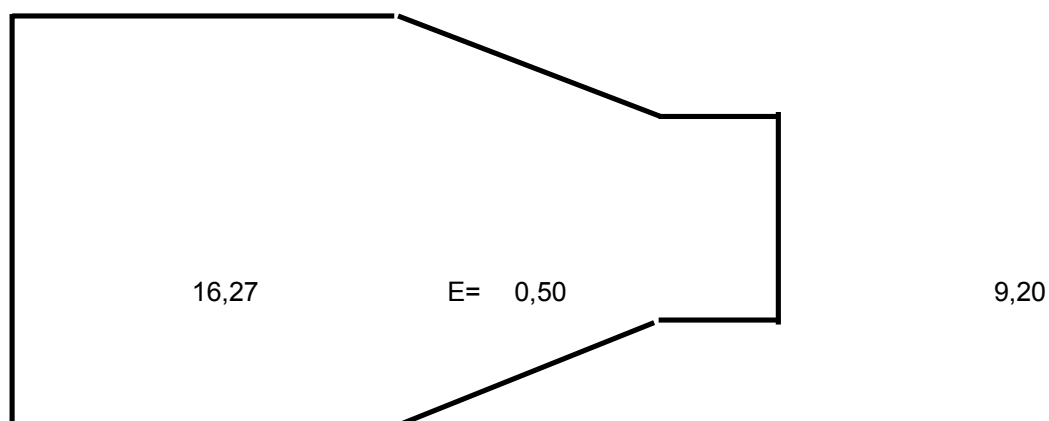
| | | |
|----------------|-------------|----------|
| D=300mm | 3,00 | m |
|----------------|-------------|----------|



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

4 . CÁLCULO DAS QUANTIDADES DA ESTRUTURA DE CONTROLE (Q=28M3/S)

4.1 ESTRUTURA DE ENTRADA-LAJE DE FUNDO



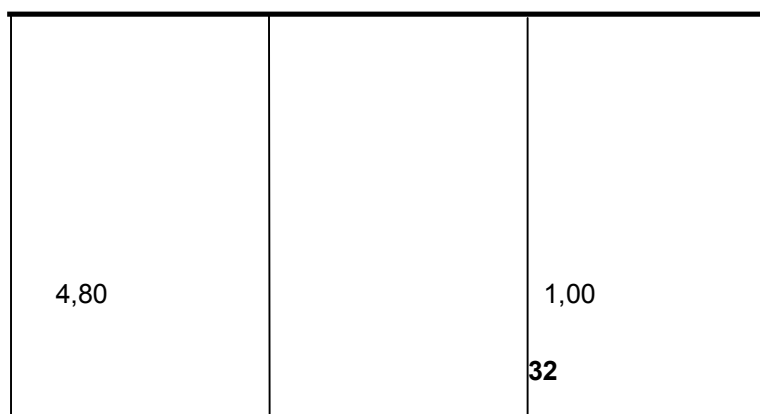
| | | | |
|----|--------|----|--------|
| L= | 7,00m | L= | 3,54m |
| B= | 16,27m | B= | 12,74m |
| E= | 0,50m | E= | 0,50m |

| | |
|-------|---------------------|
| V1.1= | 56,95m ³ |
| V1.2= | 22,51m ³ |
| V1.3= | 11,07m ³ |

V1= 90,53m³

4.2 ESTRUTURA DE ENTRADA-PAREDES LATERAIS

N= 2,00



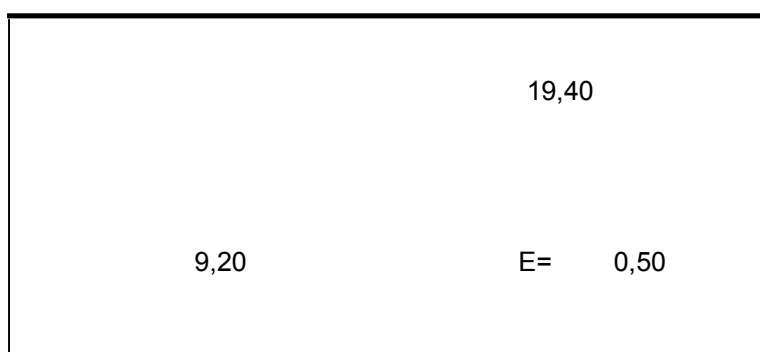


Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

7,00 5,00 2,41

V2= 138,31m3

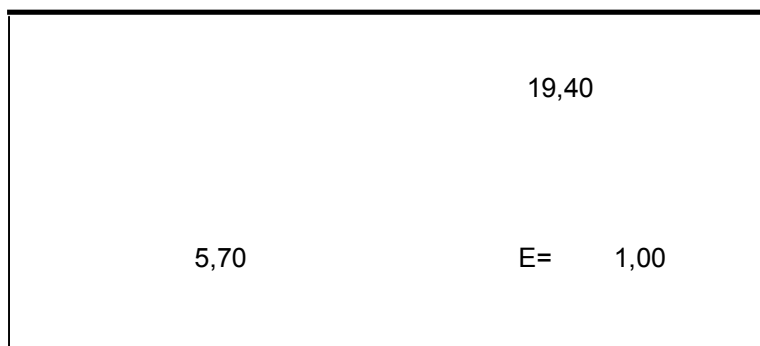
4.3 ESTRUTURA CENTRAL - LAJE DE FUNDO



V3= 89,24m3

4.4 ESTRUTURA CENTRAL - PAREDES LATERAIS

N= 2,00

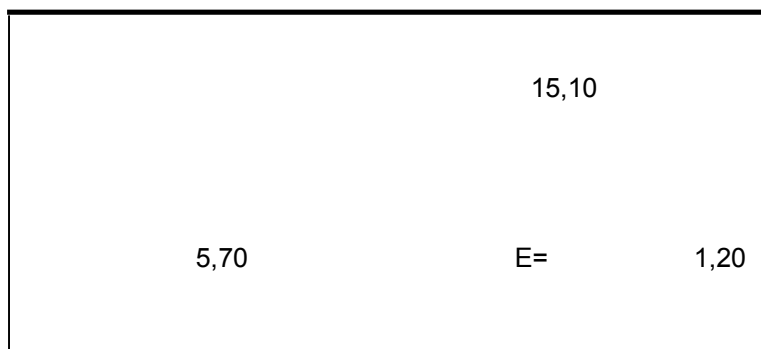


V4= 221,16m3



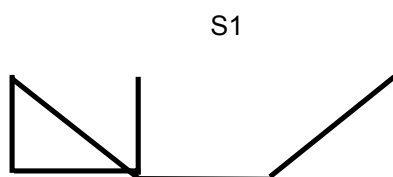
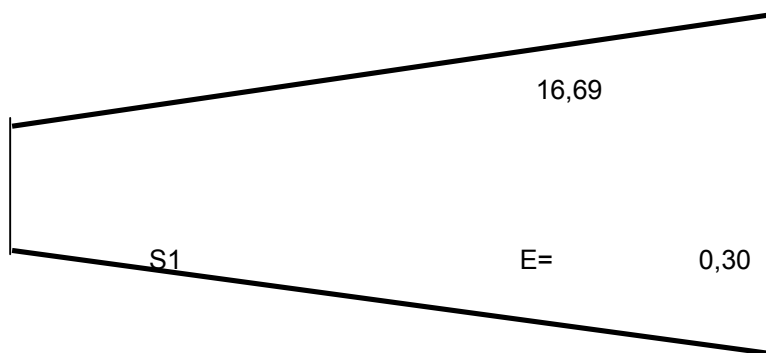
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

4.5 ESTRUTURA CENTRAL - PAREDES CENTRAL



$$V5 = 103,28 \text{ m}^3$$

4.6 ESTRUTURA DE SAIDA



4,85

8,20

$$S1 = 5,37 \text{ m}^2$$

S2

4,00 5,32 4,00

3,50 4,00 3,50

$$S2 = 4,39 \text{ m}^2$$



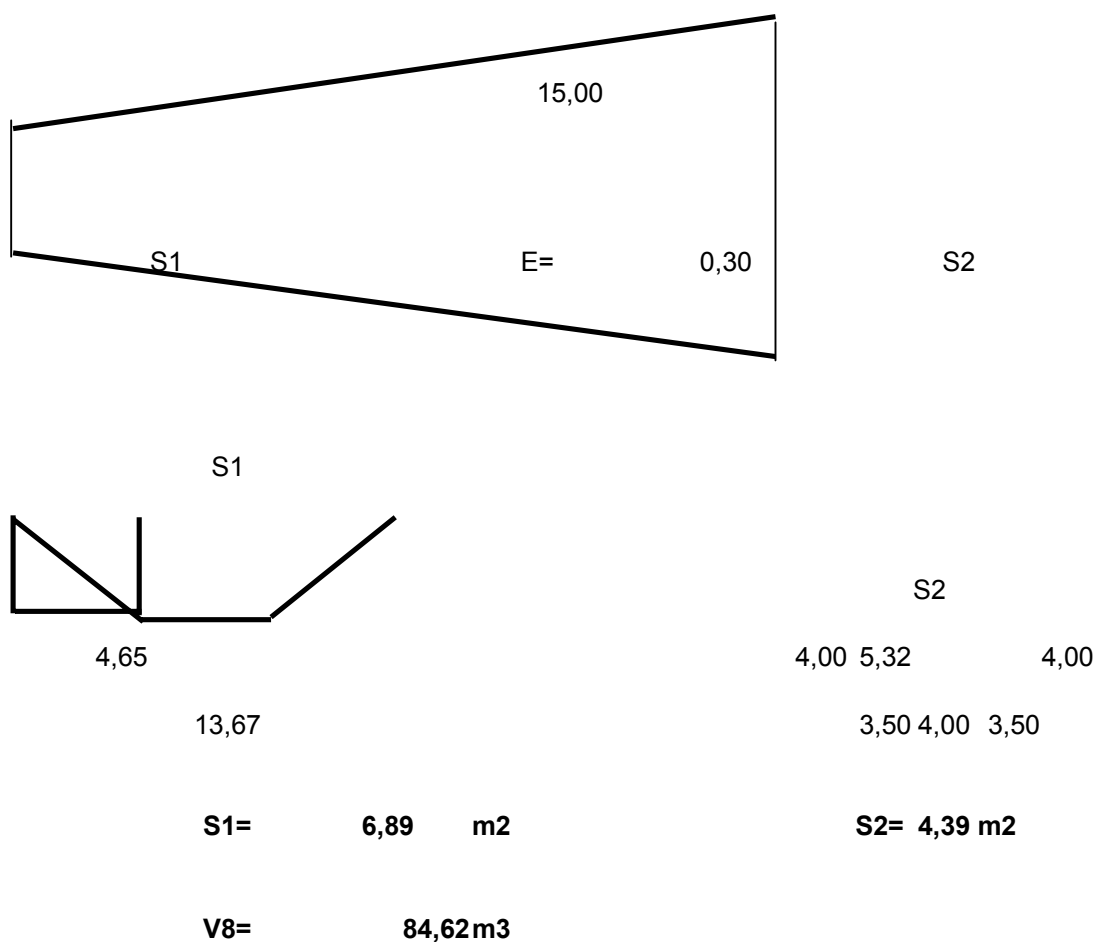
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

V6= 81,45m³

4.7 PASSARELAS SOBRE A TOMADA

| | | | |
|-----|-------|----------------|------|
| | | N= | 2,00 |
| L= | 9,20 | m | |
| B= | 4,15 | m | |
| E= | 0,50 | m | |
| V7= | 38,18 | m ³ | |

4.8 TRANSIÇÃO DE ENTRADA



4.9 SOMATÓRIA

VOL.= 846,78m³



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

4.10 RESUMO

4.10.1 VOLUME DE CONCRETO CLASSE B

| RESERVATÓRIO | CONCRETO(m3) |
|--------------|--------------|
| AREIAS | 846,78 |
| BAGRES | 846,78 |
| BRAUNAS | 846,78 |
| MUQUÉM | 846,78 |
| SALGUEIRO | 846,78 |

4.10.2 MASSA DE AÇO CA 50A

| RESERVATÓRIO | AÇO(t) |
|--------------|----------|
| AREIAS | 59,27 |
| BAGRES | 59,27 |
| BRAUNAS | 59,27 |
| MUQUÉM | 59,27 |
| SALGUEIRO | 59,27 |

4.10.3 VEDAJUNTA FUGENBAND 0-22

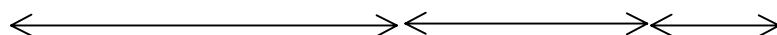
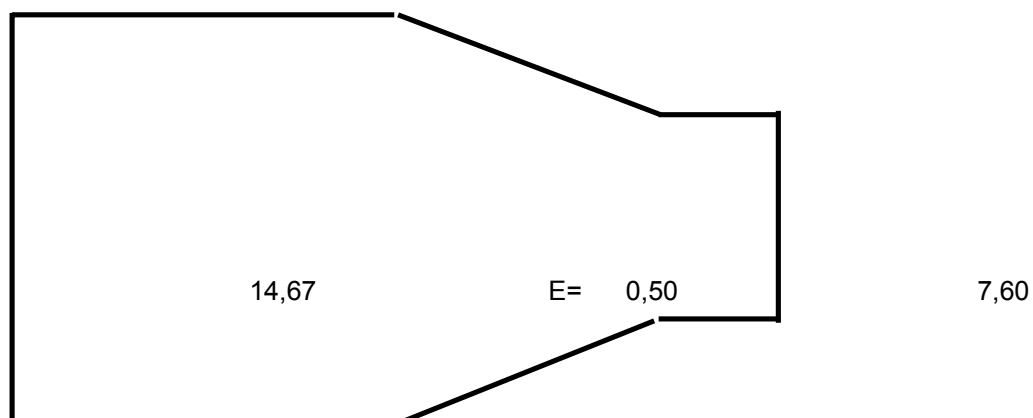
| RESERVATÓRIO | 0-22(m) |
|--------------|---------|
| AREIAS | 53,70 |
| BAGRES | 53,70 |
| BRAUNAS | 53,70 |
| MUQUÉM | 53,70 |
| SALGUEIRO | 53,70 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

5 . CÁLCULO DAS QUANTIDADES DA ESTRUTURA DE CONTROLE (Q=18M3/S)

5.1 ESTRUTURA DE ENTRADA-LAJE DE FUNDO



7,00

3,54

1,41

L= 7,00m

L= 3,54m

B= 14,67m

B= 11,14m

E= 0,50m

E= 0,50m

V1.1= 51,35m³

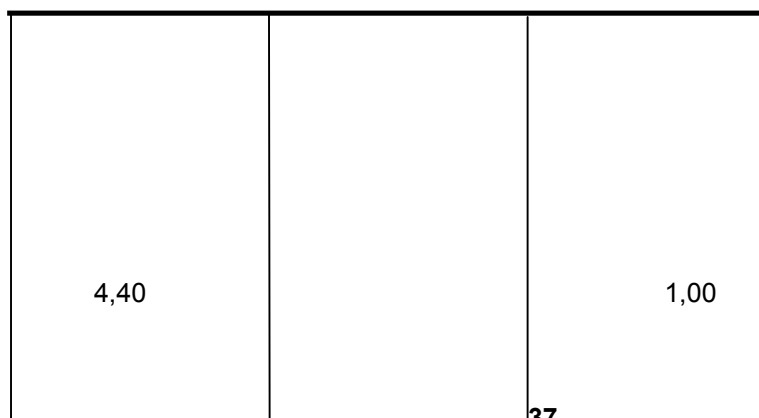
V1.2= 19,68m³

V1.3= 5,35m³

V1= 76,38m³

5.2 ESTRUTURA DE ENTRADA-PAREDES LATERAIS

N= 2,00



3,7

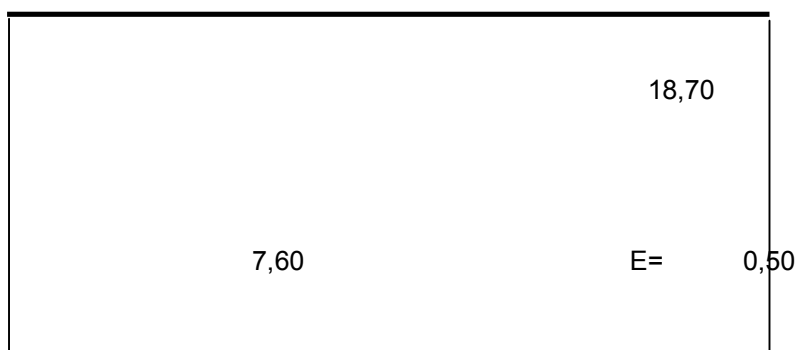


Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

7,00 5,00 1,41

V2= 117,98m³

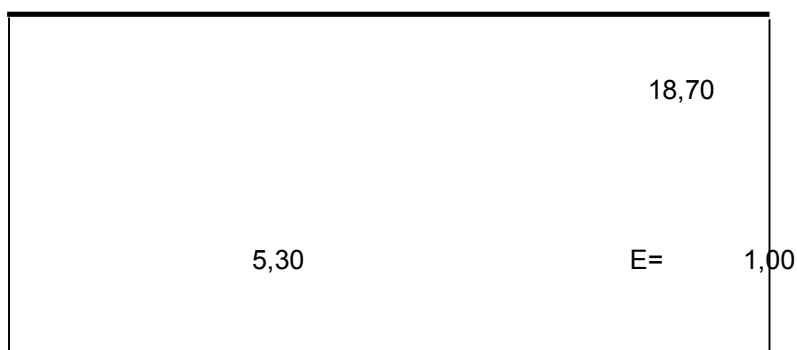
5.3 ESTRUTURA CENTRAL - LAJE DE FUNDO



V3= 71,06m³

5.4 ESTRUTURA CENTRAL - PAREDES LATERAIS

N= 2,00





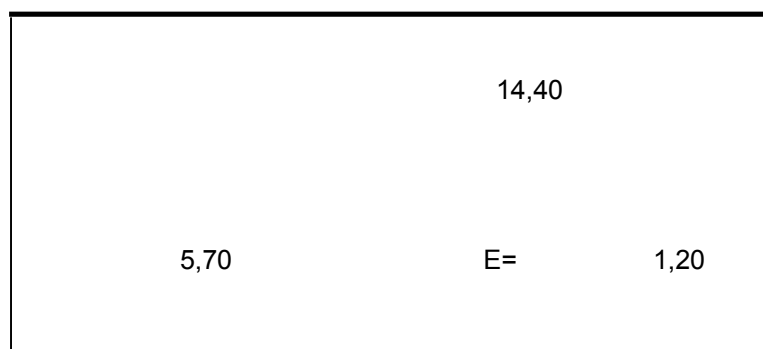
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

V4= 198,22m3



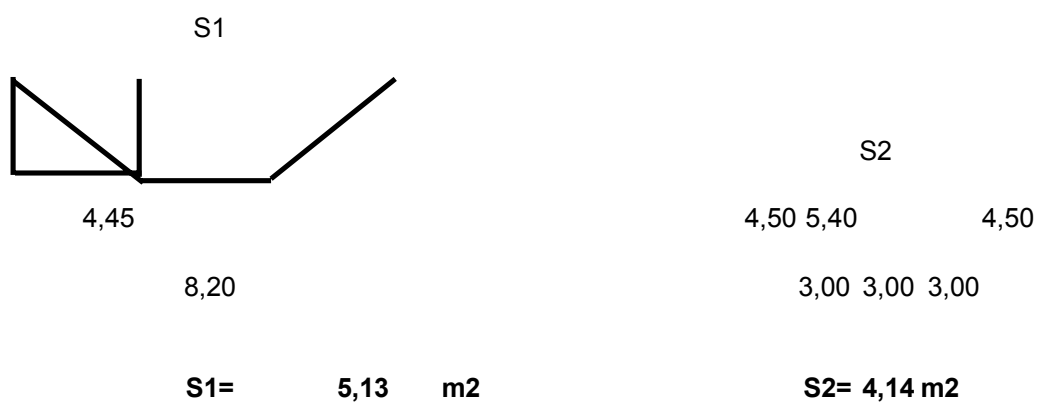
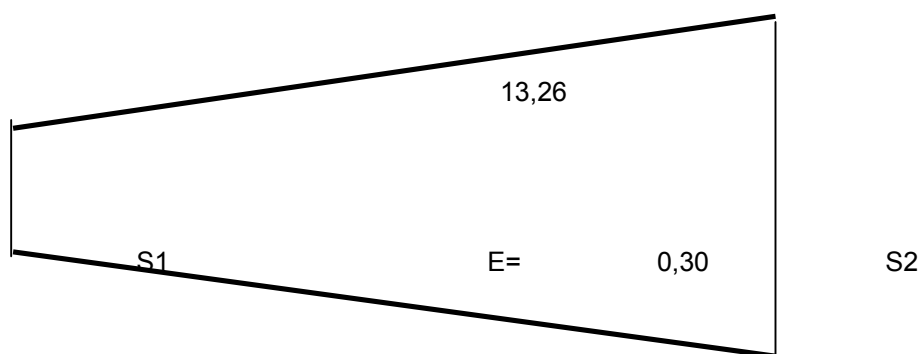
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

5.5 ESTRUTURA CENTRAL - PAREDES CENTRAL



V5= 98,50m³

5.6 ESTRUTURA DE SAIDA





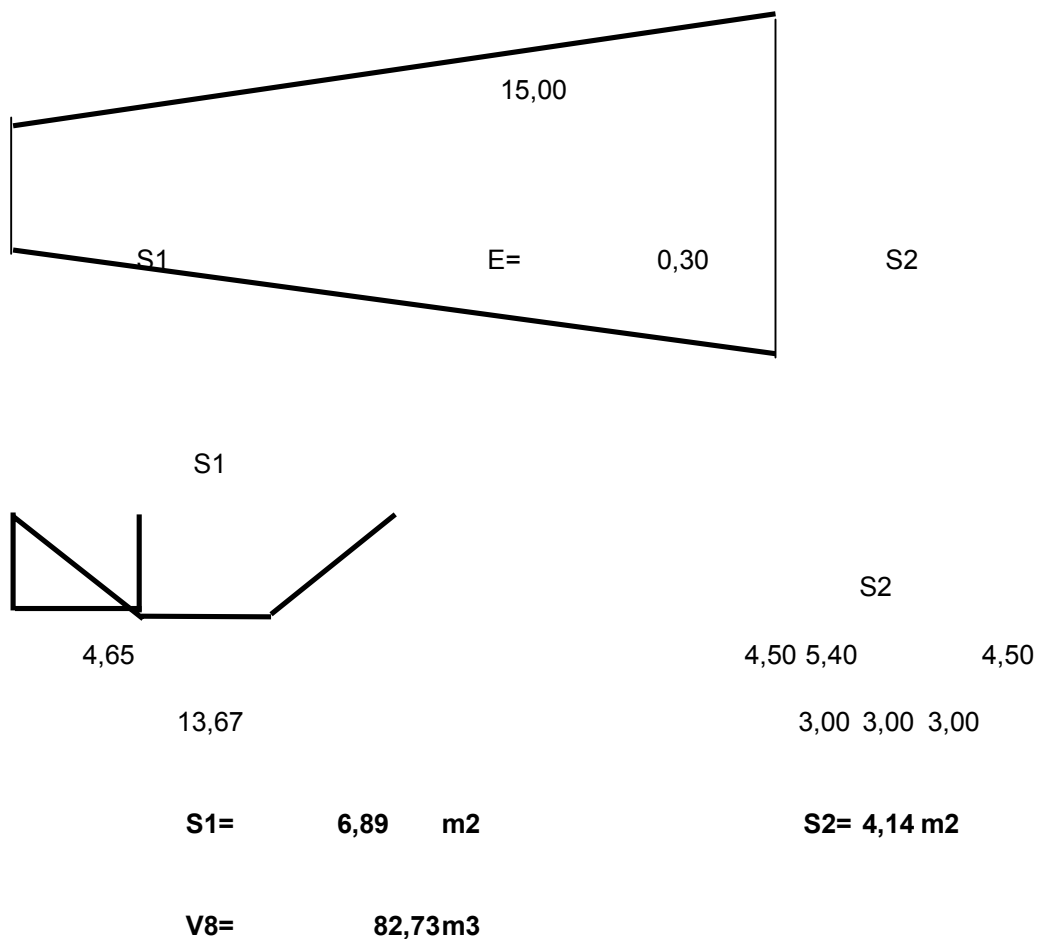
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

V6= 61,46m³

5.7 PASSARELAS SOBRE A TOMADA

N= 2,00
L= 7,60 m
B= 4,15 m
E= 0,50 m
V7= 31,54 m³

5.8 TRANSIÇÃO DE ENTRADA





Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

5.9 SOMATÓRIA

VOL.= 737,87m3



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

5.10 RESUMO

5.10.1 VOLUME DE CONCRETO CLASSE B

| RESERVATÓRIO | CONCRETO(m3) |
|--------------|--------------|
| | |
| BARREIROS | 737,87 |
| | |
| CAMPOS | 737,87 |
| | |
| COPITI | 737,87 |

5.10.2 MASSA DE AÇO CA 50A

| RESERVATÓRIO | AÇO(t) |
|--------------|----------|
| | |
| BARREIROS | 51,65 |
| | |
| CAMPOS | 51,65 |
| | |
| COPITI | 51,65 |

5.10.3 VEDA JUNTA FUGENBAND 0-22

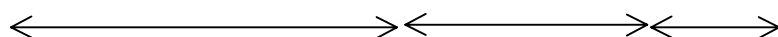
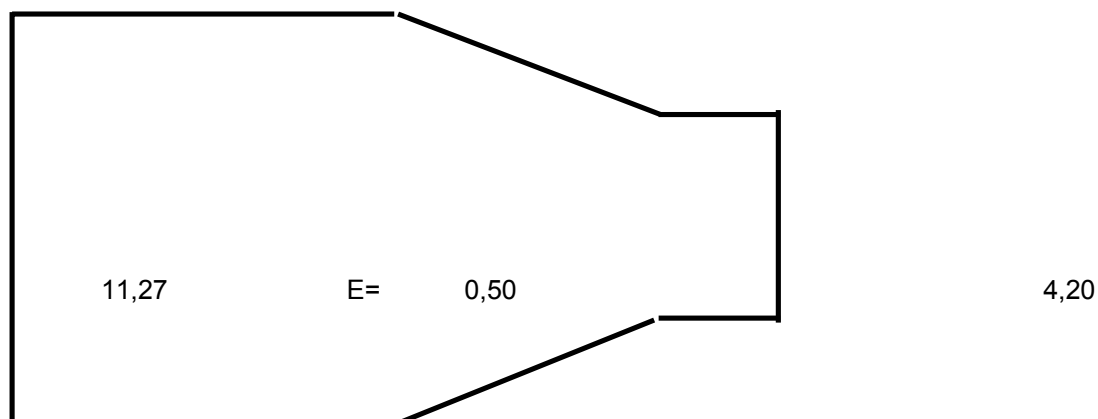
| RESERVATÓRIO | 0-22(m) |
|--------------|---------|
| | |
| BARREIROS | 51,30 |
| | |
| CAMPOS | 51,30 |
| | |
| COPITI | 51,30 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

6 . QUANTIDADES DA ESTRUTURA DE CONTROLE Q=8M3/S

6.1 ESTRUTURA DE ENTRADA-LAJE DE FUNDO



6,60

4,20

1,41

L= 6,60m
B= 11,27m
E= 0,50m

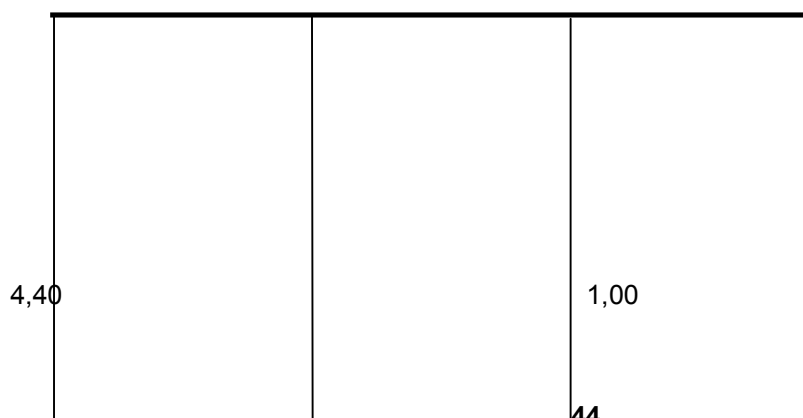
L= 4,20m
B= 7,74m
E= 0,50m

V1.1= 37,19m³
V1.2= 16,24m³
V1.3= 2,95m³

V1= 56,39m³

6.2 ESTRUTURA DE ENTRADA-PAREDES LATERAIS

N= 2,00





Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

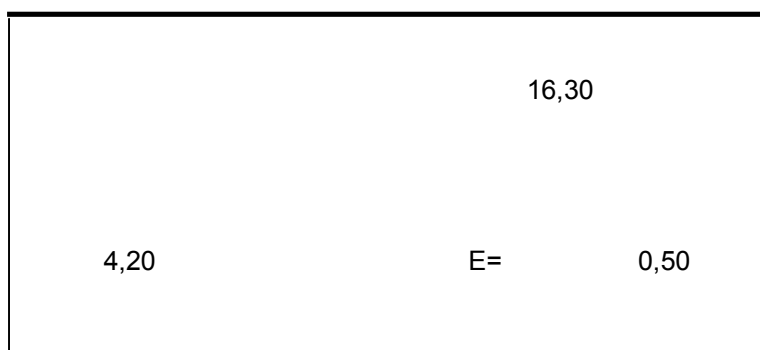
6,60

6,00

1,41

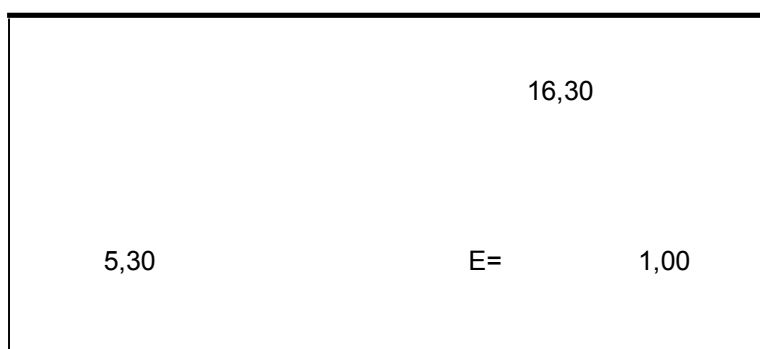
V2= 123,26m³

6.3 ESTRUTURA CENTRAL - LAJE DE FUNDO



V3= 34,23m³

4. ESTRUTURA CENTRAL - PAREDES LATERAIS N= 2,00

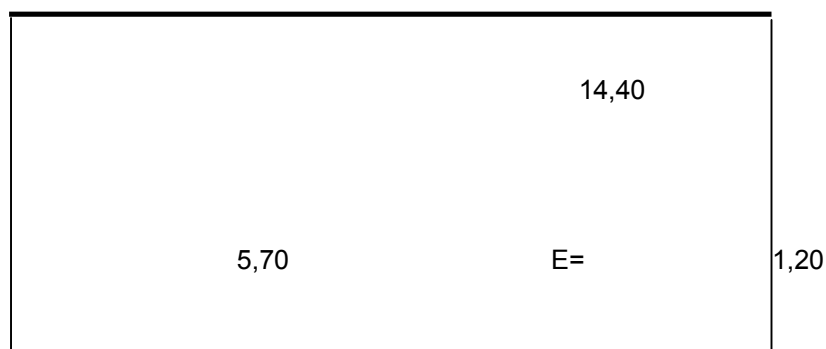


V4= 172,78m³



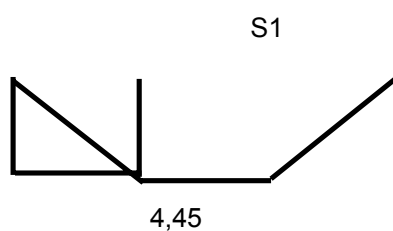
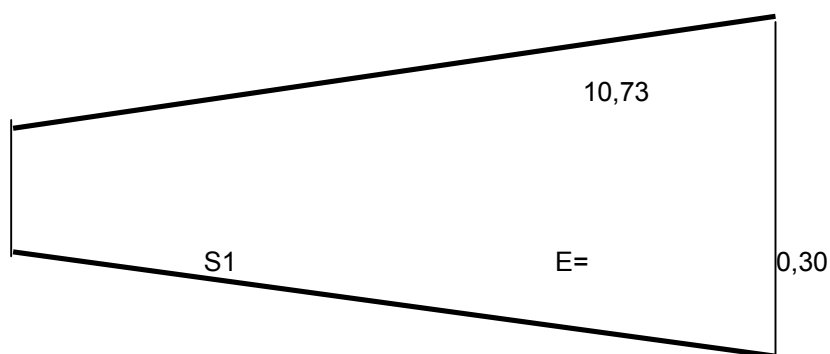
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

6.4 ESTRUTURA CENTRAL - PAREDES CENTRAL



V5= 98,50m³

6.5 ESTRUTURA DE SAIDA



S1= 5,13 m²

S2

S2

4,50 5,40 4,50
3,00 3,00 3,00

S2= 4,14 m²



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

V6= 49,73m3

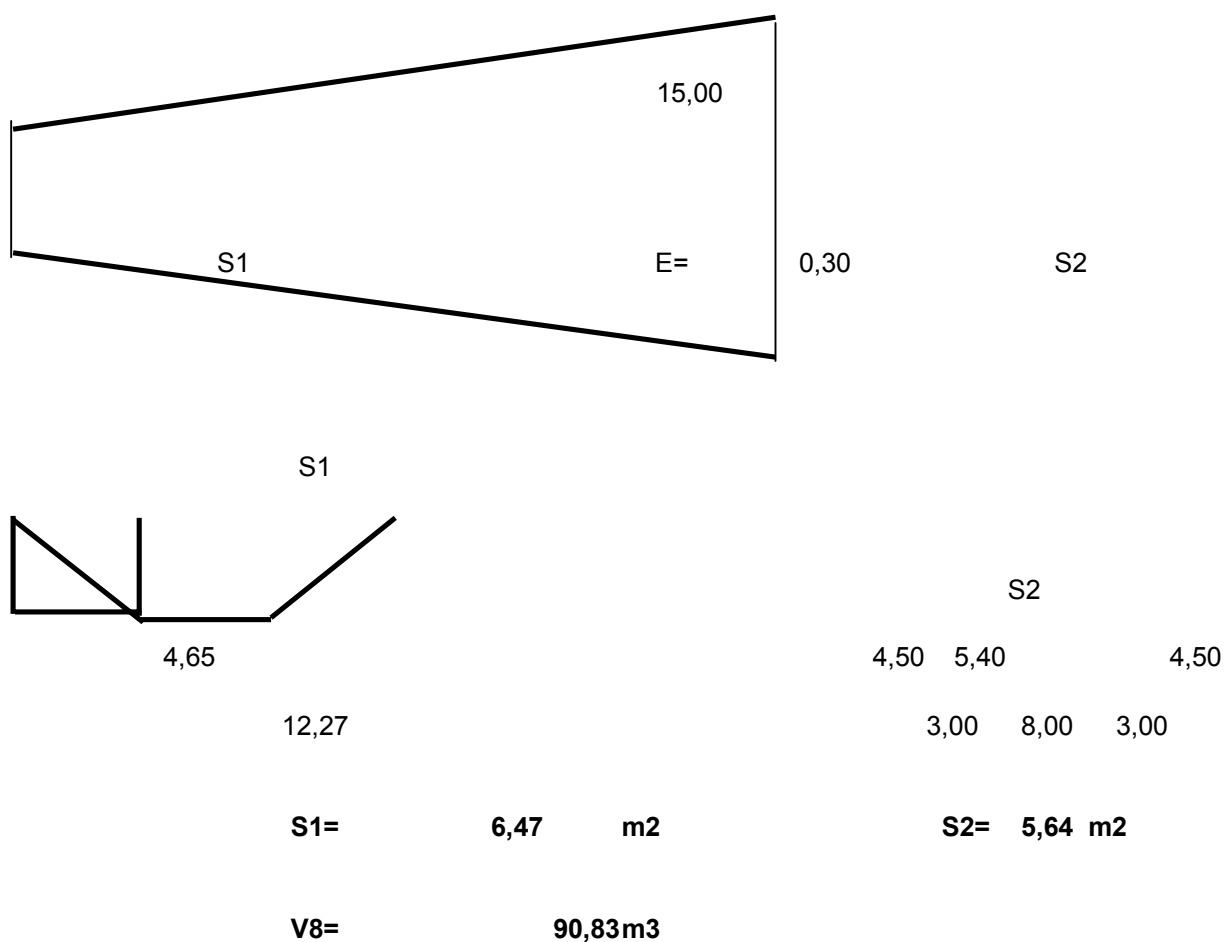


Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

6.6 PASSARELAS SOBRE A TOMADA

| | | |
|-----|--------------|-----------|
| L= | 5,20 | m |
| B= | 4,15 | m |
| E= | 0,50 | m |
| V7= | 21,58 | m3 |

6.7 TRANSIÇÃO DE ENTRADA



6.8 SOMATÓRIA

| | | |
|-------|---------------|-----------|
| VOL.= | 647,30 | m3 |
|-------|---------------|-----------|



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

6.9 RESUMO

6.9.1 VOLUME DE CONCRETO CLASSE B

| DERIVAÇÃO | CONCRETO(m3) | |
|-----------|--------------|--------|
| | | |
| CAMPOS | | 647,30 |

6.9.2 MASSA DE AÇO CA 50A

| RESERVATÓRIO | AÇO(t) | |
|--------------|----------|-------|
| | | |
| CAMPOS | | 45,31 |
| | | |

6.9.3 VEDA JUNTA FUGENBAND 0-22

| RESERVATÓRIO | 0-22(m) | |
|--------------|---------|-------|
| | | |
| CAMPOS | | 51,30 |
| | | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

7 . TOMADA D´ ÁGUA DE USO DIFUSO PARA 0,1 M³/S

7.1 Resumo

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 15 MPa m ³ | CONCRETO 25 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | | 14,19 | 47,30 |
| BLOCOS | | 90,95 | 473,20 |
| | | | |
| TOTAL | | 105,14 | 520,50 |

7.2 LAJE fck=25MPa

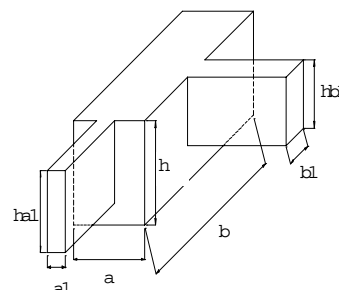
| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| LAJE SUP. INCLINADA | 1 | 200,0 | 340,0 | 30,0 | 2,04 | 6,80 |
| LAJE INCLINADA-ENTRADA | 1 | 200,0 | 180,0 | 30,0 | 1,08 | 3,60 |
| LAJE NO TOPO DO CONDUTO - LT2 | 1 | 200,0 | 780,0 | 30,0 | 4,68 | 15,60 |
| LAJE NA CAMARA-LT3 | 1 | 215,0 | 435,0 | 30,0 | 2,81 | 9,35 |
| LAJE NA CAMARA-LT4 e LT5 | 2 | 380,0 | 200,0 | 30,0 | 4,56 | 15,20 |
| FUROS NA LAJE - LT4 e LT5 | -2 | 127,6 | 127,6 | 30,0 | -0,98 | -3,26 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 14,19 | 47,30 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

7.3 Paredes fck=25MPa

NOTA: Os índices 2 indicados na tabela referem-se às faces opostas às indicadas no esquema



| PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | b1 cm | b2 cm | a1 cm | a2 cm | hb1 cm | hb2 cm | ha1 cm | ha2 cm | C m³ | F m² |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|---------------|
| LF1 | | 1200,0 | 330,0 | 30,0 | 200,0 | 200,0 | 330,0 | 330,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 1,98 | 0,00 |
| LF2 | | 1200,0 | 1.390,0 | 30,0 | 200,0 | 200,0 | 1.390,0 | 1.390,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 8,34 | 0,00 |
| LF.3 | | 1570,0 | 435,0 | 30,0 | 570,0 | 570,0 | 435,0 | 435,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 7,44 | 0,00 |
| PAR1 | | 230,0 | 200,0 | 596,0 | 30,0 | 30,0 | 200,0 | | 596,0 | 596,0 | 60,0 | | 7,15 | 45,28 |
| PAR1-A | | 230,0 | 200,0 | 316,0 | 30,0 | 30,0 | 200,0 | | 316,0 | 316,0 | - | 30,0 | 3,79 | 26,48 |
| PAR 2-1 e PAR 3-1 | | 230,0 | 250,0 | 310,0 | | 30,0 | 250,0 | 250,0 | 310,0 | 310,0 | 0,00 | 60,00 | 4,65 | 29,86 |
| PAR 2-2 e PAR 3-2 | | 230,0 | 880,0 | 310,0 | 30,0 | 30,0 | 880,0 | 880,0 | 310,0 | 310,0 | 0,00 | 60,00 | 16,37 | 98,56 |
| PAR.3-3 | | 130,0 | 495,0 | 596,0 | 30,0 | | | 495,0 | 60,0 | | | 60,00 | 8,85 | 59,43 |
| PAR. 4 | | 130,0 | 600,0 | 596,0 | | | 600,0 | 600,0 | | | 30,0 | 30,00 | 10,73 | 71,50 |
| PAR. 5 | | 135,0 | 570,0 | 316,0 | | | 111,0 | 111,0 | | | 316,00 | 316,00 | 6,30 | 31,22 |
| PAR. 6 | | 130,0 | 770,0 | 596,0 | 30,0 | 30,0 | 916,0 | | 596,0 | 596,0 | 30,0 | | 13,77 | 89,04 |
| B1 | | 2220,0 | 15,0 | 240,0 | | | | 15,0 | | | | 240,00 | 1,58 | 21,84 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | 90,95 | 473,20 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

8 . TOMADA D' ÁGUA DE USO DIFUSO PARA Q= 0,2 M³/S

8.1 Resumo

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 15 MPa m ³ | CONCRETO 25 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | | 17,50 | 58,32 |
| BLOCOS | | 105,83 | 556,29 |
| | | | |
| TOTAL | | 123,33 | 614,61 |

8.2 LAJE fck=25MPa

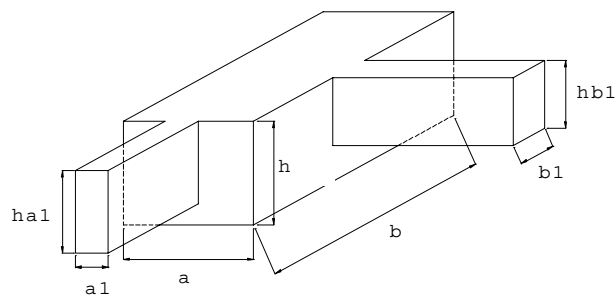
| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| LAJE SUP. INCLINADA | 1 | 200,0 | 340,0 | 30,0 | 2,04 | 6,80 |
| LAJE INCLINADA-ENTRADA | 1 | 200,0 | 180,0 | 30,0 | 1,08 | 3,60 |
| LAJE NO TOPO DO CONDUTO - LT2 | 1 | 200,0 | 780,0 | 30,0 | 4,68 | 15,60 |
| LAJE NA CAMARA-LT3 | 1 | 215,0 | 670,0 | 30,0 | 4,32 | 14,41 |
| LAJE NA CAMARA-LT4, LT5 e LT 6 | 3 | 380,0 | 200,0 | 30,0 | 6,84 | 22,80 |
| FUROS NA LAJE - LT4, LT5 e LT 6 | -3 | 127,6 | 127,6 | 30,0 | -1,47 | -4,88 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 17,50 | 58,32 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

8.3 Paredes $f_{ck}=25\text{MPa}$

NOTA : Os índices 2 indicados na tabela referem-se às faces opostas às indicadas no esquema



| PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | b1 cm | b2 cm | a1 cm | a2 cm | hb1 cm | hb2 cm | ha1 cm | ha2 cm | C m³ | F m² |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| LF1 | 1 | 200,0 | 330,0 | 30,0 | 200,0 | 200,0 | 330,0 | 330,0 | 30,0 | 30,0 | 30,00 | 30,00 | 1,98 | 0,00 |
| LF2 | 1 | 200,0 | 1.390,0 | 30,0 | 200,0 | 200,0 | 1.390,0 | 1.390,0 | 30,0 | 30,0 | 30,00 | 30,00 | 8,34 | 0,00 |
| LF.3 | 1 | 570,0 | 435,0 | 30,0 | 570,0 | 570,0 | 435,0 | 435,0 | 30,0 | 30,0 | 30,00 | 30,00 | 7,44 | 0,00 |
| PAR1 | 3 | 30,0 | 200,0 | 596,0 | 30,0 | 30,0 | 200,0 | | 596,0 | 596,0 | 60,00 | | 10,73 | 67,92 |
| PAR1-A | 3 | 30,0 | 200,0 | 566,0 | 30,0 | 30,0 | | | 566,0 | 566,0 | | | 10,19 | 67,92 |
| PAR 2-1 e PAR 3-1 | 2 | 30,0 | 250,0 | 310,0 | | 30,0 | 250,0 | 250,0 | 310,0 | 310,0 | 0,00 | 60,00 | 4,65 | 29,86 |
| PAR 2-2 e PAR 3-2 | 2 | 30,0 | 850,0 | 310,0 | 30,0 | 30,0 | 850,0 | 850,0 | 310,0 | 310,0 | 0,00 | 60,00 | 15,81 | 95,20 |
| PAR.3-3 | 1 | 30,0 | 730,0 | 596,0 | 60,0 | | | 730,0 | 60,0 | | | 60,00 | 13,05 | 85,85 |
| PAR. 4 | 1 | 30,0 | 600,0 | 316,0 | | | 600,0 | 600,0 | | | 30,00 | 30,00 | 5,69 | 36,22 |
| PAR. 5 e 6 | 2 | 35,0 | 570,0 | 316,0 | | | 111,0 | 111,0 | | | 316,00 | 316,00 | 12,61 | 62,44 |
| PAR. 7 | 1 | 30,0 | 770,0 | 596,0 | 30,0 | 30,0 | 916,0 | | 596,0 | 596,0 | 30,00 | | 13,77 | 89,04 |
| B1 | 2 | 220,0 | 15,0 | 240,0 | | | | 15,0 | | | | 240,00 | 1,58 | 21,84 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | 105,83 | 556,29 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

9 . TOMADA D' ÁGUA DE USO DIFUSO PARA 0,5 M³/S

9.1 RESUMO

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 15 MPa m ³ | CONCRETO 25 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | | 23,59 | 78,62 |
| BLOCOS | | 161,52 | 820,09 |
| | | | |
| TOTAL | | 185,11 | 898,71 |

9.2 LAJE fck=25MPa

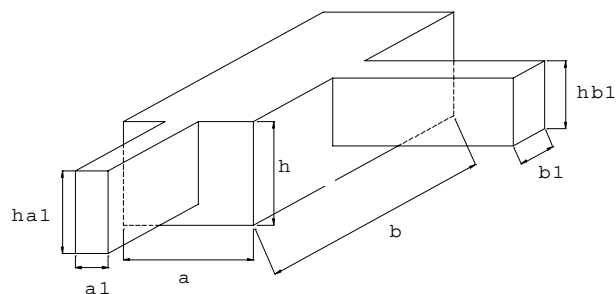
| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|---|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| LAJE INCLINADA SUP. | 1 | 200,0 | 340,0 | 30,0 | 2,04 | 6,80 |
| LAJE INCLINADA NA ENTRADA | 1 | 200,0 | 180,0 | 30,0 | 1,08 | 3,60 |
| LAJE NO TOPO DO CONDUTO - LT2 | 1 | 200,0 | 780,0 | 30,0 | 4,68 | 15,60 |
| LAJE NA CAMARA-LT3 | 1 | 230,0 | 730,0 | 30,0 | 5,04 | 16,79 |
| LAJE NA CAMARA-LT4, LT5, LT.6, LT.7, LT.8 e LT.9 | 6 | 380,0 | 200,0 | 30,0 | 13,68 | 45,60 |
| FUROS NA LAJE - LT4 , LT5,LT.6, LT.7, LT.8 e LT.9 | -6 | 127,6 | 127,6 | 30,0 | -2,93 | -9,77 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 23,59 | 78,62 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

9.3 Paredes $f_{ck}=25\text{MPa}$

NOTA: Os índices 2 indicados na tabela referem-se às faces opostas às indicadas no esquema



| PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | b1 cm | b2 cm | a1 cm | a2 cm | hb1 cm | hb2 cm | ha1 cm | ha2 cm | C m ³ | F m ² |
|-------------------|---------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|---------------------|
| LF1 | | 1200,0 | 330,0 | 30,0 | 200,0 | 200,0 | 330,0 | 330,0 | 30,0 | 30,0 | 30,00 | 30,00 | 1,98 | 0,00 |
| LF2 | | 1200,0 | 980,0 | 30,0 | 200,0 | 200,0 | 980,0 | 980,0 | 30,0 | 30,0 | 30,00 | 30,00 | 5,88 | 0,00 |
| LF.3 | | 11.340,0 | 670,0 | 30,0 | 1.340,0 | 1.340,0 | 670,0 | 670,0 | 30,0 | 30,0 | 30,00 | 30,00 | 26,93 | 0,00 |
| PAR1 e PAR.4 | 6 | 30,0 | 200,0 | 596,0 | 30,0 | 30,0 | 200,0 | | 596,0 | 596,0 | 60,00 | | 21,46 | 135,84 |
| PAR1-A e PAR.1-B | 6 | 30,0 | 200,0 | 316,0 | 30,0 | 30,0 | 200,0 | | 316,0 | 316,0 | 30,00 | - | 11,38 | 79,44 |
| PAR 2-1 e PAR 3-1 | 2 | 30,0 | 250,0 | 310,0 | | 30,0 | 250,0 | 250,0 | 310,0 | 310,0 | 0,00 | 60,00 | 4,65 | 29,86 |
| PAR 2-2 e PAR 3-2 | 2 | 30,0 | 880,0 | 310,0 | 30,0 | 30,0 | 880,0 | 880,0 | 310,0 | 310,0 | 0,00 | 60,00 | 16,37 | 98,56 |
| PAR. 5 e 10 | 4 | 30,0 | 600,0 | 596,0 | | | 600,0 | 600,0 | | | 30,00 | 30,00 | 42,91 | 285,98 |
| PAR. 6,7,8,9 | 4 | 35,0 | 570,0 | 316,0 | | | 111,0 | 111,0 | | | 316,0 | 316,00 | 25,22 | 124,88 |
| B1 | 6 | 220,0 | 15,0 | 240,0 | | | | 15,0 | | | | 240,00 | 4,75 | 65,52 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | 161,52 | 820,09 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

10 . TOMADA DE ÁGUA EM CANAL EM ATERRO

10.1 RESUMO

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 15 MPa m ³ | CONCRETO 25 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | | 4,47 | 16,15 |
| BLOCOS | | 27,23 | 134,76 |
| | | | |
| TOTAL | | 31,70 | 150,91 |

10.2 LAJE fck=25MPa

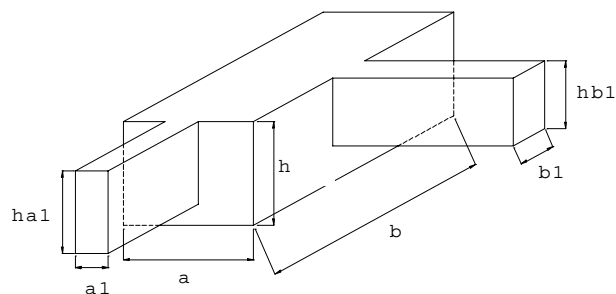
| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| LAJE SUP.INCLINADA SUP. | 1 | 200,0 | 290,0 | 30,0 | 1,74 | 5,80 |
| LAJE NO TOPO DA TOMADA | 1 | 200,0 | 480,0 | 30,0 | 2,88 | 9,60 |
| LAJE NO TOPO - FUROS | -1 | 70,9 | 70,9 | 30,0 | -0,15 | 0,75 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 4,47 | 16,15 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

10.3 Paredes $f_{ck}=25\text{MPa}$

NOTA: Os índices 2 indicados na tabela referem-se às faces opostas às indicadas no esquema



| PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | b1 cm | b2 cm | a1 cm | a2 cm | hb1 cm | hb2 cm | ha1 cm | ha2 cm | C m³ | F m² |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|---------------|
| LF1 | 1 | 200,0 | 90,0 | 30,0 | | 200,0 | 90,0 | 90,0 | | 30,0 | 30,00 | 30,00 | 0,54 | 0,60 |
| LF2 | 1 | 200,0 | 900,0 | 30,0 | 200,0 | | 900,0 | 900,0 | 30,0 | 30,0 | 30,00 | 30,00 | 5,40 | 0,60 |
| PAREDE SUP. | 1 | 260,0 | 30,0 | 220,0 | 60,0 | | | | 220,0 | | | | 1,72 | 11,44 |
| PAREDE INF. | 1 | 260,0 | 60,0 | 120,0 | 60,0 | | | | 120,0 | | | | 1,87 | 6,96 |
| FOROS | -1 | 70,9 | 70,9 | 60,0 | | | | | | | | | -0,30 | 0,50 |
| PAREDE LATERAL - 1 | 2 | 30,0 | 300,0 | 400,0 | | 30,0 | 300,0 | | | 400,0 | 79,00 | | 7,20 | 45,66 |
| PAREDE LATERAL - 2 | 2 | 30,0 | 450,0 | 400,0 | 30,0 | | 450,0 | | 400,0 | | 60,00 | | 10,80 | 69,00 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | 27,23 | 134,76 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

RESUMO

TRECHO 5 - QUANTIDADES DE PONTES E PASSARELAS

| PONTE | LOTE 1 | LOTE 2 |
|-----------------------|--------|--------|
| PONTE TIPO 1A | 1 | 1 |
| PONTE TIPO 1B | 1 | 4 |
| PONTE TIPO 1A | 6 | 7 |
| PONTE TIPO 2 (2 VÃOS) | 1 | 1 |
| PONTE TIPO 3 (3 VÃOS) | - | 1 |
| PONTE TIPO 3 (5 VÃOS) | - | 1 |
| PASSARELAS | 18 | 27 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

11 . PONTE TIPO 1 A – 1 VÃO (EM ATERRO) TB 45(CLASSE II)



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

11.1 RESUMO

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 10 MPa m ³ | CONCRETO 25 MPa m ³ | CONCRETO 30 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | | | 155,22 | 317,53 |
| VIGAS | | | 232,83 | 1302,44 |
| BLOCOS | | 115,45 | | |
| | | | | |
| TOTAL1 | | 115,45 | 388,05 | 1619,97 |

| QUANTIDADE DE ARMADURA | |
|------------------------|---------|
| CA-50A | 78,04 t |
| CP-190 | 5,28 t |

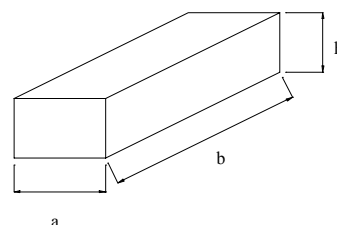


Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

11.2 LAJES $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m^3 | FORMAS m^2 |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|------------------------|
| PLACA PRE-MOLDADA | 3 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | 10,29 | 147,0 |
| LAJE | 1 | 3000,0 | 910,0 | 20,0 | 54,60 | 12,0 |
| LAJE(DESCONTOS) | -3 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | -10,29 | 0,0 |
| CAPEAMENTO | 1 | 3000,0 | 760,0 | 8,8 | 20,06 | 0,0 |
| PASSAGEM PEDESTRE | 2 | 3000,0 | 75,0 | 20,0 | 9,00 | 24,0 |
| MURINHO DE PROTEÇÃO | 2 | 3000,0 | 15,0 | 15,0 | 1,35 | 18,0 |
| LAJE DE APROXIMAÇÃO | 2 | 870,0 | 380,0 | 20,0 | 13,22 | 0,0 |
| TOTAL | | | | | 98,24 | 200,97 |
| TOTAL CORRIGIDO FATOR K=1,58 | | | | | 155,22 | 317,53 |

11.3 BLOCOS $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

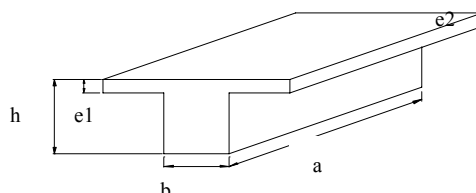


| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m^3 |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|
| TUBULÃO - SEÇÃO TÍPICA | 4 | 980,0 | 124,0 | 124,0 | 60,27 |
| TUBULÃO - CÔNICO | 4 | 95,0 | 180,0 | 180,0 | 12,31 |
| TUBULÃO - BASE | 4 | 25,0 | 22,0 | 222,0 | 0,49 |
| TOTAL | | | | | 73,07 |
| | | | | | 115,45 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

11.4 VIGAS $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| VIGA DE APOIO | 2 | 140,0 | 910,0 | 140,0 | 20,0 | 39,1 | 35,67 | 65,7 |
| VIGA DE APOIO-MURO-1 | 2 | 20,0 | 910,0 | 195,0 | 20,0 | 55,4 | 7,10 | 60,9 |
| VIGA DE APOIO-MURO-CONSOLO | 2 | 25,0 | 870,0 | 30,0 | 30,0 | 0,0 | 1,31 | 9,6 |
| VIGA DE APOIO-MURO-LATERAL | 4 | 20,0 | 195,0 | 140,0 | 0,0 | 0,0 | 2,18 | 23,4 |
| ALA(formas, ver nota-1) | 4 | 20,0 | 330,0 | 214,0 | 0,0 | 0,0 | 5,65 | 60,5 |
| VIGA CENTRAL DE SEÇÃO CHEIA | 2 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 18,93 | 74,9 |
| VIGA LATERAL DE SEÇÃO CHEIA | 2 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 18,93 | 76,3 |
| VIGA DE SEÇÃO REDUZIDA | 4 | 38,2 | 2120,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 53,45 | 417,0 |
| VIGA DE LIGAÇÃO TRANSVERSAL | 6 | 25,0 | 203,3 | 135,7 | 0,0 | 0,0 | 4,14 | 36,2 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | 147,36 | 824,33 |
| TOTAL CORRIGIDO FATOR K=1,58 | | | | | | | 232,83 | 1302,44 |

NOTA-1 Formas = $2 \times 2,14 \times 3,30 \times 4 + 0,2 \times (0,50 + 3,995 + 0,50) \times 4 = 60,48 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

12 . PONTE TIPO 1B – 1 VÃO(EM CORTE) TB 45 (CLASSE II)

12.1 RESUMO

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO | CONCRETO | CONCRETO | FORMAS |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|
| | 10 MPa m ³ | 25 MPa m ³ | 30 MPa m ³ | m ² |
| LAJES | | 155,22 | | 317,53 |
| VIGAS | | | 232,83 | 1302,44 |
| TOTAL | | 155,22 | 232,83 | 1619,97 |

| QUANTIDADE DE ARMADURA | |
|------------------------|---------|
| CA-50A | 78,03 t |
| CP-190 | 5,28 t |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

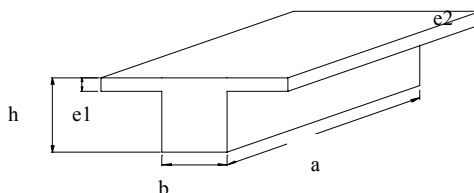
12.2 LAJES $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m^3 | FORMAS m^2 |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|------------------------|
| PLACA PRE-MOLDADA | 3 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | 10,29 | 147,0 |
| LAJE | 1 | 3000,0 | 910,0 | 20,0 | 54,60 | 12,0 |
| LAJE (DESCONTOS) | -3 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | -10,29 | 0,0 |
| CAPEAMENTO | 1 | 3000,0 | 760,0 | 8,8 | 20,06 | 0,0 |
| PASSAGEM PEDESTRE | 2 | 3000,0 | 75,0 | 20,0 | 9,00 | 24,0 |
| MURINHO DE PROTEÇÃO | 2 | 3000,0 | 15,0 | 15,0 | 1,35 | 18,0 |
| LAJE DE APROXIMAÇÃO | 2 | 870,0 | 380,0 | 20,0 | 13,22 | 0,0 |
| TOTAL | | | | | 98,24 | 200,97 |
| TOTAL CORRIGIDO K=1,58 | | | | | 155,22 | 317,53 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

12.3 VIGAS $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| VIGA DE APOIO | 2 | 140,0 | 910,0 | 140,0 | 20,0 | 39,1 | 35,67 | 65,7 |
| VIGA DE APOIO-MURO-1 | 2 | 20,0 | 910,0 | 195,0 | 20,0 | 55,4 | 7,10 | 60,9 |
| VIGA DE APOIO-MURO-CONSOLO | 2 | 25,0 | 870,0 | 30,0 | 30,0 | 0,0 | 1,31 | 9,6 |
| VIGA DE APOIO-MURO-LATERAL | 4 | 20,0 | 195,0 | 140,0 | 0,0 | 0,0 | 2,18 | 23,4 |
| ALA(formas, ver nota-1) | 4 | 20,0 | 330,0 | 214,0 | 0,0 | 0,0 | 5,65 | 60,5 |
| VIGA CENTRAL DE SEÇÃO CHEIA | 2 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 18,93 | 74,9 |
| VIGA LATERAL DE SEÇÃO CHEIA | 2 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 18,93 | 76,3 |
| VIGA DE SEÇÃO REDUZIDA | 4 | 38,2 | 2120,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 53,45 | 417,0 |
| VIGA DE LIGAÇÃO TRANSVERSAL | 6 | 25,0 | 203,3 | 135,7 | 0,0 | 0,0 | 4,14 | 36,2 |
| TOTAL | | | | | | | 147,36 | 824,33 |
| TOTAL CORRIGIDO K=1,58 | | | | | | | 232,83 | 1302,44 |

NOTA-1 Formas = $2 \times 2,14 \times 3,30 \times 4 + 0,2 \times (0,50 + 3,995 + 0,50) \times 4 = 60,48 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

13 . PONTE TIPO 1C – 1 VÃO(CORTE E ATERRO) TB 36

PONTES QUE CRUZAM O CANAL ATRAVÉS DE ESTRADAS VICINAIS

13.1 RESUMO

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 10 MPa m ³ | CONCRETO 25 MPa m ³ | CONCRETO 30 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | | 73,68 | | 150,73 |
| VIGAS | | | 110,52 | 618,25 |
| BLOCOS | | 54,80 | | |
| | | | | |
| TOTAL | | 128,48 | 110,52 | 768,98 |

| | |
|-------------------------------------|---------|
| 13.1.1.1.1.1 QUANTIDADE DE ARMADURA | |
| CA-50A | 37,04 t |
| CP-190 | 2,51 t |

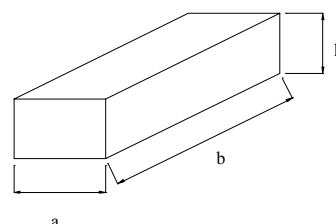


Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

13.2 LAJES $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m^3 | FORMAS m^2 |
|--|---------|---------|---------|---------|--------------------------|------------------------|
| PLACA PRE-MOLDADA | 3 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | 10,29 | 147,0 |
| LAJE | 1 | 3000,0 | 910,0 | 20,0 | 54,60 | 12,0 |
| LAJE(DESCONTOS) | -3 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | -10,29 | 0,0 |
| CAPEAMENTO | 1 | 3000,0 | 760,0 | 8,8 | 20,06 | 0,0 |
| PASSAGEM PEDESTRE | 2 | 3000,0 | 75,0 | 20,0 | 9,00 | 24,0 |
| MURINHO DE PROTEÇÃO | 2 | 3000,0 | 15,0 | 15,0 | 1,35 | 18,0 |
| LAJE DE APROXIMAÇÃO | 2 | 870,0 | 380,0 | 20,0 | 13,22 | 0,0 |
| TOTAL | | | | | 98,24 | 200,97 |
| TOTAL CORRIGIDO $K=0,75$ | | | | | 73,68 | 150,73 |

13.3 BLOCOS $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

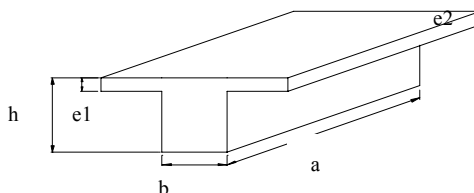


| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m^3 |
|--|---------|---------|---------|---------|--------------------------|
| TUBULÃO - SEÇÃO TÍPICA | 4 | 980,0 | 124,0 | 124,0 | 60,27 |
| TUBULÃO - CÔNICO | 4 | 95,0 | 180,0 | 180,0 | 12,31 |
| TUBULÃO - BASE | 4 | 25,0 | 22,0 | 222,0 | 0,49 |
| TOTAL | | | | | 73.07 |
| TOTAL CORRIGIDO $K=0,75$ | | | | | 54,80 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

13.4 VIGAS $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| VIGA DE APOIO | 2 | 140,0 | 910,0 | 140,0 | 20,0 | 39,1 | 35,67 | 65,7 |
| VIGA DE APOIO-MURO-1 | 2 | 20,0 | 910,0 | 195,0 | 20,0 | 55,4 | 7,10 | 60,9 |
| VIGA DE APOIO-MURO-CONSOLO | 2 | 25,0 | 870,0 | 30,0 | 30,0 | 0,0 | 1,31 | 9,6 |
| VIGA DE APOIO-MURO-LATERAL | 4 | 20,0 | 195,0 | 140,0 | 0,0 | 0,0 | 2,18 | 23,4 |
| ALA(formas, ver nota-1) | 4 | 20,0 | 330,0 | 214,0 | 0,0 | 0,0 | 5,65 | 60,5 |
| VIGA CENTRAL DE SEÇÃO CHEIA | 2 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 18,93 | 74,9 |
| VIGA LATERAL DE SEÇÃO CHEIA | 2 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 18,93 | 76,3 |
| VIGA DE SEÇÃO REDUZIDA | 4 | 38,2 | 2120,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 53,45 | 417,0 |
| VIGA DE LIGAÇÃO TRANSVERSAL | 6 | 25,0 | 203,3 | 135,7 | 0,0 | 0,0 | 4,14 | 36,2 |
| | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | 147,36 | 824,33 |
| TOTAL CORRIGIDO K=0,75 | | | | | | | 110,52 | 618,25 |

NOTA-1 Formas = $2 \times 2,14 \times 3,30 \times 4 + 0,2 \times (0,50 + 3,995 + 0,50) \times 4 = 60,48 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

14 . PONTE – 2 VÃOS TB-45 CLASSE IV

AO LADO DOS AQUEDUTOS JACARÉ E CAETITU

14.1 Resumo

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 10 MPa m ³ | CONCRETO 25 MPa m ³ | CONCRETO 30 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | | 229,06 | | 502,38 |
| VIGAS | | | 325,60 | 1846,38 |
| BLOCOS | | 174,78 | | 66,00 |
| | | | | |
| TOTAL | | 403,84 | 325,60 | 2414,76 |

QUANTIDADE DE ARMADURA

| | |
|--------|----------|
| CA-50A | 113,06 t |
| CP-190 | 8,35 t |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

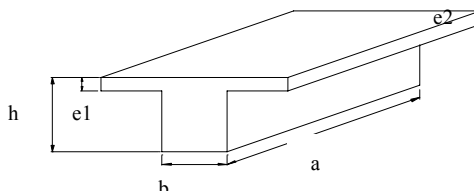
14.2 LAJES $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m^3 | FORMAS m^2 |
|--|---------|---------|---------|---------|--------------------------|------------------------|
| PLACA PRE-MOLDADA | 6 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | 20,58 | 293,9 |
| LAJE | 2 | 3000,0 | 910,0 | 20,0 | 109,20 | 24,0 |
| LAJE(DESCONTOS) | -6 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | -20,58 | 0,0 |
| CAPEAMENTO | 2 | 3000,0 | 760,0 | 8,8 | 40,13 | 0,0 |
| PASSAGEM PEDESTRE | 4 | 3000,0 | 75,0 | 20,0 | 18,00 | 48,0 |
| MURINHO DE PROTEÇÃO | 4 | 3000,0 | 15,0 | 15,0 | 2,70 | 36,0 |
| LAJE DE APROXIMAÇÃO | 2 | 870,0 | 380,0 | 20,0 | 13,22 | 0,0 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 183,25 | 401,9 |
| TOTAL CORRIGIDO $K=1,25$ | | | | | 229,06 | 502,38 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

14.3 VIGAS $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| VIGA DE APOIO | 2 | 140,0 | 910,0 | 140,0 | 20,0 | 39,1 | 35,67 | 65,7 |
| VIGA DE APOIO INTERNA -1 | 1 | 90,0 | 910,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 8,19 | 26,4 |
| VIGA DE APOIO INTERNA -2 | 1 | 160,0 | 910,0 | 65,0 | 0,0 | 0,0 | 9,46 | 22,1 |
| VIGA DE APOIO-MURO-1 | 2 | 20,0 | 910,0 | 195,0 | 20,0 | 55,4 | 7,10 | 60,9 |
| VIGA DE APOIO-MURO-CONSOLO | 2 | 25,0 | 870,0 | 30,0 | 30,0 | 0,0 | 1,31 | 9,6 |
| VIGA DE APOIO-MURO-LATERAL | 4 | 20,0 | 195,0 | 140,0 | 0,0 | 0,0 | 2,18 | 23,4 |
| ALA(formas, ver nota-1) | 4 | 20,0 | 330,0 | 214,0 | 0,0 | 0,0 | 5,65 | 60,5 |
| VIGA CENTRAL DE SEÇÃO CHEIA | 4 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 37,87 | 149,7 |
| VIGA LATERAL DE SEÇÃO CHEIA | 4 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 37,87 | 152,5 |
| VIGA DE SEÇÃO REDUZIDA | 8 | 38,2 | 2120,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 106,90 | 834,1 |
| VIGA DE LIGAÇÃO TRANSVERSAL | 12 | 25,0 | 203,3 | 135,7 | 0,0 | 0,0 | 8,28 | 72,3 |
| TOTAL | | | | | | | 260,47 | 1477,1 |
| TOTAL CORRIGIDO K=1,25 | | | | | | | 325,60 | 1846,38 |

NOTA-1 Formas = $2 \times 2,14 \times 3,30 \times 4 + 0,2 \times (0,50 + 3,995 + 0,50) \times 4 = 60,48 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

14.4 FUNDAÇÃO $f_{ck} = 20\text{MPa}$

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m^3 | FORMAS m^2 |
|---|---------|---------|---------|---------|--------------------------|------------------------|
| TUBULÃO INTERNO SUP. | 2 | 100,0 | 61,0 | 61,0 | 0,74 | |
| TUBULÃO TÍPICO(Dia.1,40m) - EXTERNO | 4 | 980,0 | 124,0 | 124,0 | 60,27 | |
| TUBULÃO TÍPICO(Dia.1,40m) - INTERNO(formas, ver NOTA-1) | 2 | 860,0 | 124,0 | 124,0 | 26,45 | 52,8 |
| TUBULÃO CÔNICO INTERNO | 2 | 195,0 | 266,0 | 266,0 | 27,59 | |
| TUBULÃO BASE INTERNO | 2 | 30,0 | 354,0 | 354,0 | 7,52 | |
| TUBULÃO CÔNICO EXTERNO | 4 | 95,0 | 180,0 | 180,0 | 12,31 | |
| TUBULÃO BASE EXTERNO | 4 | 25,0 | 222,0 | 222,0 | 4,93 | |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 139,82 | 52,8 |
| TOTAL CORRIGIDO K=1,25 | | | | | 174,78 | 66,0 |

NOTA-1 , formas = $3,1416 \times 1,40 \times 6,0 \times 2 = 52,78 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

15 . PONTE – N VÃOS(N>2) TB 45 – CLASSE IV

LOCALIZAÇÃO: AO LADOS DOS AQUEDUTOS

15.1 BRANCO: N=3 VÃOS - Resumo

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO | CONCRETO | CONCRETO | FORMAS |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|
| | 10 MPa m ³ | 25 MPa m ³ | 30 MPa m ³ | m ² |
| LAJES | | 335,34 | | 723,63 |
| VIGAS | | | 467,00 | 2662,45 |
| BLOCOS | | 143,33 | | 165,0 |
| TOTAL | | 478,67 | 467,00 | 3551,08 |

QUANTIDADE DE ARMADURA

CA-50A 146,58 t
CP-190 12,53 t

15.2 BARREIRO: N=5 VÃOS

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO | CONCRETO | CONCRETO | FORMAS |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|
| | 10 MPa m ³ | 25 MPa m ³ | 30 MPa m ³ | m ² |
| LAJES | | 558,90 | | 1206,05 |
| VIGAS | | | 778,33 | 4437,42 |
| BLOCOS | | 238,88 | | 275,00 |
| TOTAL | | 797,78 | 778,33 | 5918,47 |

QUANTIDADE DE ARMADURA

CA-50A 244,30 t
CP-190 20,88 t

15.3 LAJES fck = 25 MPa



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

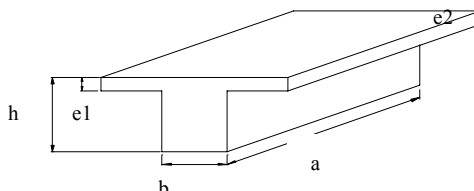
| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| PLACA PRE-MOLDADA | 9 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | 30,86 | 440,9 |
| LAJE | 3 | 3000,0 | 910,0 | 20,0 | 163,80 | 12,0 |
| LAJE(DESCONTOS) | -9 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | -30,86 | 0,0 |
| CAPEAMENTO | 3 | 3000,0 | 760,0 | 8,8 | 60,19 | 0,0 |
| PASSAGEM PEDESTRE | 6 | 3000,0 | 75,0 | 20,0 | 27,00 | 72,0 |
| MURINHO DE PROTEÇÃO | 6 | 3000,0 | 15,0 | 15,0 | 4,05 | 54,0 |
| LAJE DE APROXIMAÇÃO | 2 | 870,0 | 380,0 | 20,0 | 13,22 | 0,0 |
| TOTAL | | | | | 268,27 | 578,9 |
| TOTAL CORRIGIDO K=1,25 | | | | | 335,34 | 723,63 |

NOTA-1 TABELA CALCULADA PARA N=3



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

15.4 VIGAS $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| VIGA DE APOIO | 2 | 140,0 | 910,0 | 140,0 | 20,0 | 39,1 | 35,67 | 65,7 |
| VIGA DE APOIO INTERNA-1 | 2 | 90,0 | 910,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 16,38 | 52,8 |
| VIGA DE APOIO INTERNA-1 | 2 | 160,0 | 910,0 | 65,0 | 0,0 | 0,0 | 18,93 | 44,2 |
| VIGA DE APOIO-MURO-1 | 2 | 20,0 | 910,0 | 195,0 | 20,0 | 55,4 | 7,10 | 60,9 |
| VIGA DE APOIO-MURO-CONSOLO | 2 | 25,0 | 870,0 | 30,0 | 30,0 | 0,0 | 1,31 | 9,6 |
| VIGA DE APOIO-MURO-LATERAL | 4 | 20,0 | 195,0 | 140,0 | 0,0 | 0,0 | 2,18 | 23,4 |
| ALA(formas, ver nota-2) | 4 | 20,0 | 330,0 | 214,0 | 0,0 | 0,0 | 5,65 | 60,5 |
| VIGA CENTRAL DE SEÇÃO CHEIA | 6 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 56,80 | 224,6 |
| VIGA LATERAL DE SEÇÃO CHEIA | 6 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 56,80 | 228,8 |
| VIGA DE SEÇÃO REDUZIDA | 12 | 38,2 | 2120,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 160,35 | 1251,1 |
| VIGA DE LIGAÇÃO TRANSVERSAL | 18 | 25,0 | 203,3 | 135,7 | 0,0 | 0,0 | 12,41 | 108,5 |
| | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | 373,58 | 2129,96 |
| TOTAL CORRIGIDO K=1,25 | | | | | | | 467,00 | 2662,45 |

NOTA-1 TABELA CALCULADA PARA N=3

NOTA-2 Formas = $2 \times 2,14 \times 3,30 \times 4 + 0,2 \times (0,50 + 3,995 + 0,50) \times 4 = 60,48 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

15.5 Fundação $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m^3 | FORMAS m^2 |
|--|---------|---------|---------|---------|--------------------------|------------------------|
| TUBULÃO INTERNO SUP. | 4 | 100,0 | 61,0 | 61,0 | 1,49 | |
| TUBULÃO TÍPICO(Dia.1,40m) - EXTERNO | 4 | 980,0 | 124,0 | 124,0 | 60,27 | |
| TUBULÃO TÍPICO(Dia.1,40m) - INTERNO (formas, ver NOTA-2) | 4 | 860,0 | 124,0 | 124,0 | 52,89 | 132,0 |
| TUBULÃO CÔNICO INTERNO | 4 | 195,0 | 266,0 | 266,0 | 55,19 | |
| TUBULÃO BASE INTERNO | 4 | 30,0 | 354,0 | 354,0 | 15,04 | |
| TUBULÃO CÔNICO EXTERNO | 4 | 95,0 | 180,0 | 180,0 | 12,31 | |
| TUBULÃO BASE EXTERNO | 4 | 25,0 | 222,0 | 222,0 | 4,93 | |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 114,66 | 132,0 |
| TOTAL CORRIGIDO $K=1,25$ | | | | | 143,33 | 165,0 |

NOTA-1 TABELA CALCULADA PARA $N=3$

NOTA-2 Formas = $3,1416 \times 1,40 \times 7,5 \times 4 = 131,95 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

16 . PASSARELA SOBRE O CANAL EM ATERRO

16.1 Resumo

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 10 MPa m ³ | CONCRETO 15 MPa m ³ | CONCRETO 30 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | | 6,78 | | 22,60 |
| VIGAS | | 15,49 | | 123,31 |
| BLOCOS | | 18,90 | | 37,80 |
| | | | | |
| TOTAL | | 41,17 | | 183,71 |

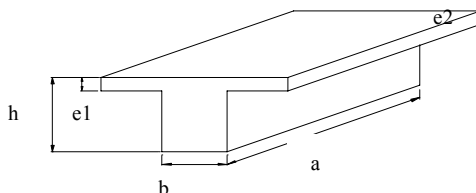
16.2 LAJES fck = 15 MPa

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| LAJE | 1 | 1614 | 140 | 30 | 6,78 | 22,6 |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 6,78 | 22,6 |



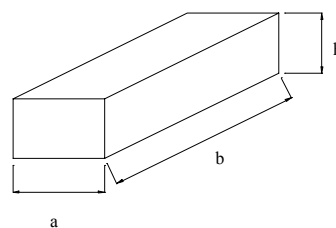
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

16.3 VIGAS $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRET O m ³ | FORMAS m ² |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|--------------------------------|--------------------------|
| VIGA PRE - MOLDADA - 1 | 2 | 20 | 1614 | 150 | 29 | 29 | 9,68 | 84,6 |
| VIGA PRE - MOLDADA - 2 | 4 | 30 | 1614 | 30 | 30 | 0 | 5,81 | 38,74 |
| | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | 15,49 | 123,3 |

16.4 BLOCOS $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| BL1 | 4 | 350 | 200 | 30 | 8,40 | 13,2 |
| BL2 | 4 | 350 | 75 | 100 | 10,50 | 24,6 |

TOTAL **18,90** **37,8**



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

17 . PASSARELA SOBRE O CANAL EM CORTE

17.1 Resumo

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 10 MPa m ³ | CONCRETO 15 MPa m ³ | CONCRETO 30 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | | 7,20 | | 24,00 |
| VIGAS | | 15,49 | | 123,31 |
| BLOCOS | | 24,75 | | 41,50 |
| | | | | |
| TOTAL | | 47,44 | | 188,81 |

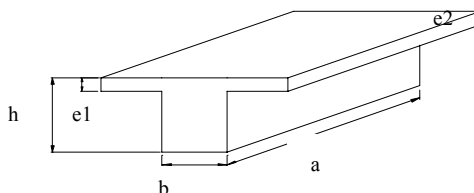
17.2 LAJES fck = 15 MPa

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| LAJE | 1 | 1714 | 140 | 30 | 7,20 | 24,0 |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 7,20 | 24,0 |



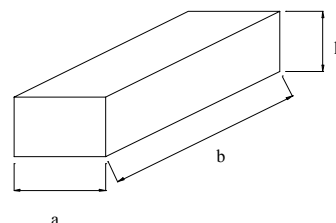
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

17.3 VIGAS $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| VIGA PRE - MOLDADA - 1 | 2 | 20 | 1614 | 150 | 29 | 29 | 9,68 | 84,6 |
| VIGA PRE - MOLDADA - 2 | 4 | 30 | 1614 | 30 | 30 | 0 | 5,81 | 38,74 |
| | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | 15,49 | 123,3 |

17.4 BLOCOS $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| BL1 | 4 | 900 | 138 | 50 | 24,75 | 41,5 |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 24,75 | 41,5 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

ESTRUTURAS-MEMORIAIS DE CÁLCULO – PARTE 3C

ÍNDICE

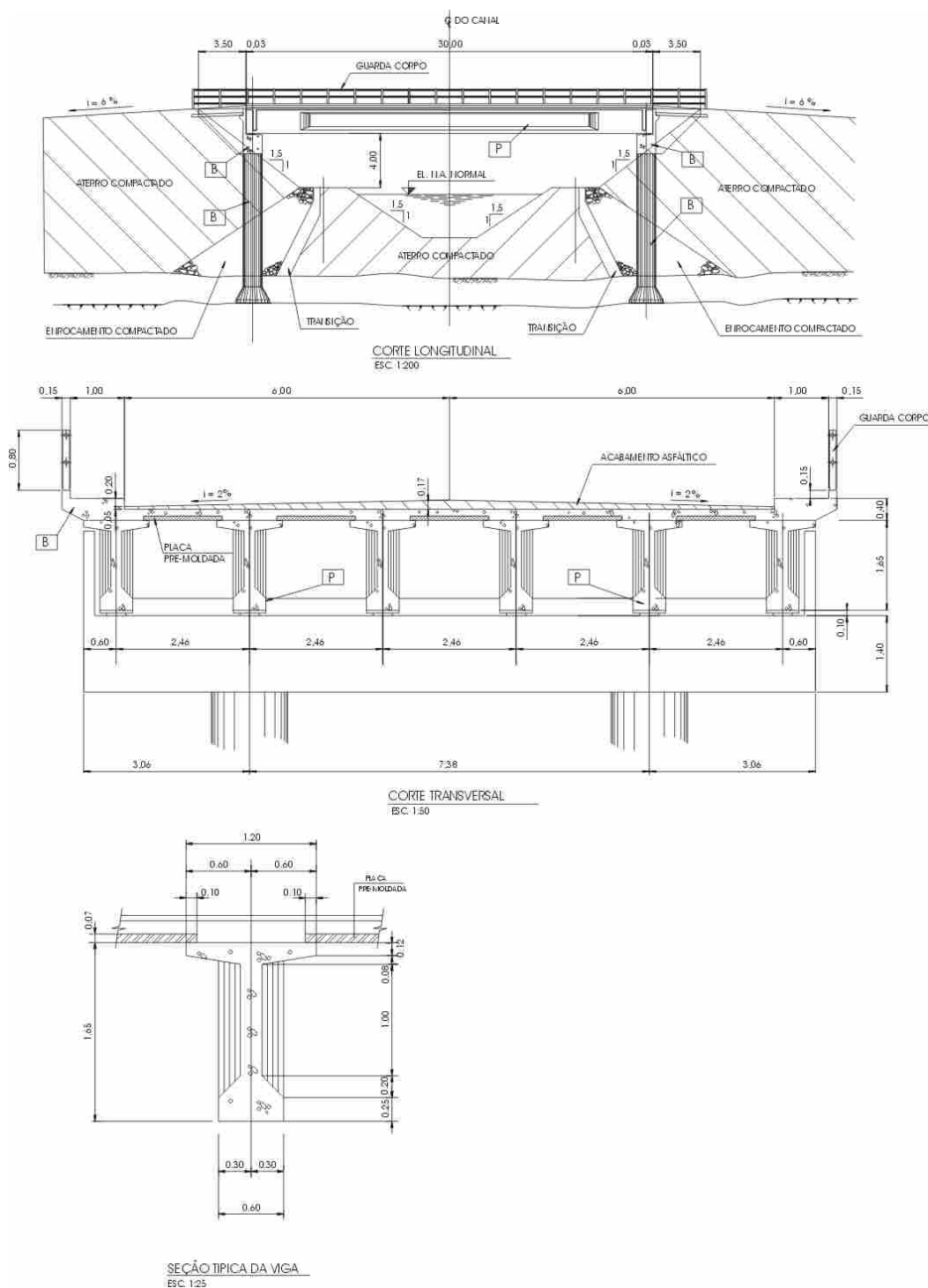
| | |
|--|----|
| 1 . PONTE TIPO 1 A – 1 VÃO (EM ATERRO) TB 45(CLASSE II)..... | 1 |
| 1.1 RESUMO | 2 |
| 1.2 LAJES fck = 30 MPa | 3 |
| 1.3 BLOCOS fck = 25MPa | 3 |
| 1.4 VIGAS fck = 30 MPa | 4 |
| 2 . PONTE TIPO 1B – 1 VÃO(EM CORTE) TB 45 (CLASSE II) | 5 |
| 2.1 RESUMO | 5 |
| 2.2 LAJES fck = 25 MPa | 6 |
| 2.3 VIGAS fck = 30 MPa | 7 |
| 3 . PONTE TIPO 1C – 1 VÃO(CORTE E ATERRO) TB 36..... | 8 |
| 3.1 RESUMO | 9 |
| 3.2 LAJES fck = 25 MPa | 10 |
| 3.3 BLOCOS fck = 25MPa | 10 |
| 3.4 VIGAS fck = 30 MPa | 11 |
| 4 . PONTE – 2 VÃOS TB-45 CLASSE IV | 12 |
| 4.1 Resumo..... | 13 |
| 4.2 LAJES fck = 25 MPa | 14 |
| 4.3 VIGAS fck = 30 MPa | 15 |
| 4.4 FUNDAÇÃO fck = 20MPa | 16 |
| 5 . PONTE – N VÃOS(N>2) TB 45 – CLASSE IV | 17 |
| 5.1 BRANCO: N=3 VÃOS - Resumo | 17 |
| 5.2 BARREIRO: N=5 VÃOS | 17 |
| 5.3 LAJES fck = 25 MPa | 18 |
| 5.4 VIGAS fck = 30 MPa | 19 |
| 5.5 Fundação fck = 25 MPa..... | 20 |
| 6 . PASSARELA SOBRE O CANAL EM ATERRO | 21 |
| 6.1 Resumo..... | 22 |
| 6.2 LAJES fck = 15 MPa | 22 |
| 6.3 VIGAS fck = 15 MPa | 23 |
| 6.4 BLOCOS fck = 15MPa | 23 |
| 7 . PASSARELA SOBRE O CANAL EM CORTE..... | 24 |
| 7.1 Resumo..... | 25 |
| 7.2 LAJES fck = 15 MPa | 25 |
| 7.3 VIGAS fck = 15 MPa | 26 |
| 7.4 BLOCOS fck = 15MPa | 26 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

1. PONTE TIPO 1 A – 1 VÃO (EM ATERRO) TB 45(CLASSE II)

1.1 Geometria





Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

1.2 RESUMO

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 10 MPa m ³ | CONCRETO 25 MPa m ³ | CONCRETO 30 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | | | 155,22 | 317,53 |
| VIGAS | | | 232,83 | 1302,44 |
| BLOCOS | | 115,45 | | |
| | | | | |
| TOTAL1 | | 115,45 | 388,05 | 1619,97 |

| QUANTIDADE DE ARMADURA | |
|------------------------|---------|
| CA-50A | 78,04 t |
| CP-190 | 5,28 t |

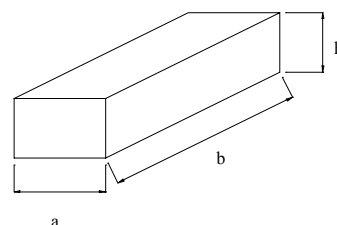


Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

1.3 LAJES $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m^3 | FORMAS m^2 |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|------------------------|
| PLACA PRE-MOLDADA | 3 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | 10,29 | 147,0 |
| LAJE | 1 | 3000,0 | 910,0 | 20,0 | 54,60 | 12,0 |
| LAJE(DESCONTOS) | -3 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | -10,29 | 0,0 |
| CAPEAMENTO | 1 | 3000,0 | 760,0 | 8,8 | 20,06 | 0,0 |
| PASSAGEM PEDESTRE | 2 | 3000,0 | 75,0 | 20,0 | 9,00 | 24,0 |
| MURINHO DE PROTEÇÃO | 2 | 3000,0 | 15,0 | 15,0 | 1,35 | 18,0 |
| LAJE DE APROXIMAÇÃO | 2 | 870,0 | 380,0 | 20,0 | 13,22 | 0,0 |
| TOTAL | | | | | 98,24 | 200,97 |
| TOTAL CORRIGIDO FATOR K=1,58 | | | | | 155,22 | 317,53 |

1.4 BLOCOS $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

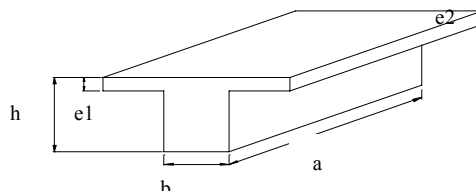


| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m^3 |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|
| TUBULÃO - SEÇÃO TÍPICA | 4 | 980,0 | 124,0 | 124,0 | 60,27 |
| TUBULÃO - CÔNICO | 4 | 95,0 | 180,0 | 180,0 | 12,31 |
| TUBULÃO - BASE | 4 | 25,0 | 22,0 | 222,0 | 0,49 |
| TOTAL | | | | | 73,07 |
| | | | | | 115,45 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

1.5 VIGAS $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| VIGA DE APOIO | 2 | 140,0 | 910,0 | 140,0 | 20,0 | 39,1 | 35,67 | 65,7 |
| VIGA DE APOIO-MURO-1 | 2 | 20,0 | 910,0 | 195,0 | 20,0 | 55,4 | 7,10 | 60,9 |
| VIGA DE APOIO-MURO-CONSOLO | 2 | 25,0 | 870,0 | 30,0 | 30,0 | 0,0 | 1,31 | 9,6 |
| VIGA DE APOIO-MURO-LATERAL | 4 | 20,0 | 195,0 | 140,0 | 0,0 | 0,0 | 2,18 | 23,4 |
| ALA(formas, ver nota-1) | 4 | 20,0 | 330,0 | 214,0 | 0,0 | 0,0 | 5,65 | 60,5 |
| VIGA CENTRAL DE SEÇÃO CHEIA | 2 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 18,93 | 74,9 |
| VIGA LATERAL DE SEÇÃO CHEIA | 2 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 18,93 | 76,3 |
| VIGA DE SEÇÃO REDUZIDA | 4 | 38,2 | 2120,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 53,45 | 417,0 |
| VIGA DE LIGAÇÃO TRANSVERSAL | 6 | 25,0 | 203,3 | 135,7 | 0,0 | 0,0 | 4,14 | 36,2 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | 147,36 | 824,33 |
| TOTAL CORRIGIDO FATOR K=1,58 | | | | | | | 232,83 | 1302,44 |

NOTA-1 Formas = $2 \times 2,14 \times 3,30 \times 4 + 0,2 \times (0,50 + 3,995 + 0,50) \times 4 = 60,48 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

2 . PONTE TIPO 1B – 1 VÃO(EM CORTE) TB 45 (CLASSE II)

2.1 RESUMO

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 10 MPa m ³ | CONCRETO 25 MPa m ³ | CONCRETO 30 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | | 155,22 | | 317,53 |
| VIGAS | | | 232,83 | 1302,44 |
| TOTAL | | 155,22 | 232,83 | 1619,97 |

| QUANTIDADE DE ARMADURA | |
|------------------------|---------|
| CA-50A | 78,03 t |
| CP-190 | 5,28 t |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

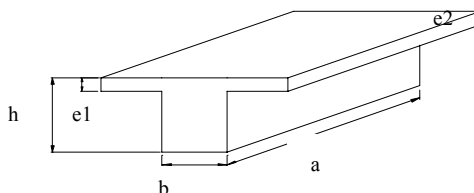
2.2 LAJES $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m^3 | FORMAS m^2 |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|------------------------|
| PLACA PRE-MOLDADA | 3 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | 10,29 | 147,0 |
| LAJE | 1 | 3000,0 | 910,0 | 20,0 | 54,60 | 12,0 |
| LAJE(DESCONTOS) | -3 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | -10,29 | 0,0 |
| CAPEAMENTO | 1 | 3000,0 | 760,0 | 8,8 | 20,06 | 0,0 |
| PASSAGEM PEDESTRE | 2 | 3000,0 | 75,0 | 20,0 | 9,00 | 24,0 |
| MURINHO DE PROTEÇÃO | 2 | 3000,0 | 15,0 | 15,0 | 1,35 | 18,0 |
| LAJE DE APROXIMAÇÃO | 2 | 870,0 | 380,0 | 20,0 | 13,22 | 0,0 |
| TOTAL | | | | | 98,24 | 200,97 |
| TOTAL CORRIGIDO K=1,58 | | | | | 155,22 | 317,53 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

2.3 VIGAS $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| VIGA DE APOIO | 2 | 140,0 | 910,0 | 140,0 | 20,0 | 39,1 | 35,67 | 65,7 |
| VIGA DE APOIO-MURO-1 | 2 | 20,0 | 910,0 | 195,0 | 20,0 | 55,4 | 7,10 | 60,9 |
| VIGA DE APOIO-MURO-CONSOLO | 2 | 25,0 | 870,0 | 30,0 | 30,0 | 0,0 | 1,31 | 9,6 |
| VIGA DE APOIO-MURO-LATERAL | 4 | 20,0 | 195,0 | 140,0 | 0,0 | 0,0 | 2,18 | 23,4 |
| ALA(formas, ver nota-1) | 4 | 20,0 | 330,0 | 214,0 | 0,0 | 0,0 | 5,65 | 60,5 |
| VIGA CENTRAL DE SEÇÃO CHEIA | 2 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 18,93 | 74,9 |
| VIGA LATERAL DE SEÇÃO CHEIA | 2 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 18,93 | 76,3 |
| VIGA DE SEÇÃO REDUZIDA | 4 | 38,2 | 2120,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 53,45 | 417,0 |
| VIGA DE LIGAÇÃO TRANSVERSAL | 6 | 25,0 | 203,3 | 135,7 | 0,0 | 0,0 | 4,14 | 36,2 |
| TOTAL | | | | | | | 147,36 | 824,33 |
| TOTAL CORRIGIDO K=1,58 | | | | | | | 232,83 | 1302,44 |

NOTA-1 Formas = $2 \times 2,14 \times 3,30 \times 4 + 0,2 \times (0,50 + 3,995 + 0,50) \times 4 = 60,48 \text{ m}^2$

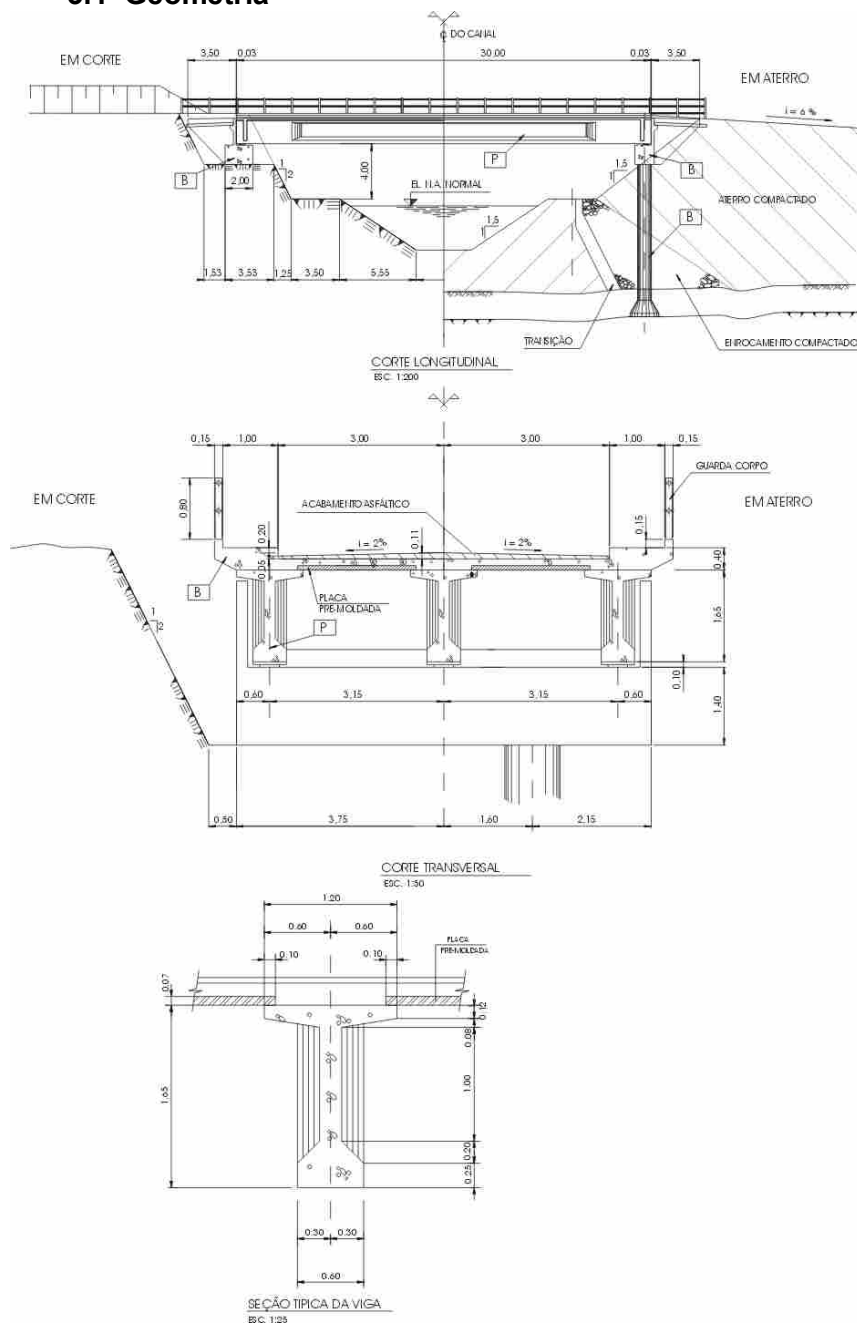


Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

3. PONTE TIPO 1C – 1 VÃO(CORTE E ATERRO) TB 36

PONTES QUE CRUZAM O CANAL ATRAVÉS DE ESTRADAS VICINAIS

3.1 Geometria





Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

3.2 RESUMO

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 10 MPa m ³ | CONCRETO 25 MPa m ³ | CONCRETO 30 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | | 73,68 | | 150,73 |
| VIGAS | | | 110,52 | 618,25 |
| BLOCOS | | 54,80 | | |
| | | | | |
| TOTAL | | 128,48 | 110,52 | 768,98 |

| | |
|--------------------------------------|---------|
| 3.2.1.1.1.1.1 QUANTIDADE DE ARMADURA | |
| CA-50A | 37,04 t |
| CP-190 | 2,51 t |

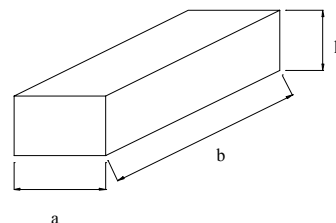


Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

3.3 LAJES $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m^3 | FORMAS m^2 |
|--|---------|---------|---------|---------|--------------------------|------------------------|
| PLACA PRE-MOLDADA | 3 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | 10,29 | 147,0 |
| LAJE | 1 | 3000,0 | 910,0 | 20,0 | 54,60 | 12,0 |
| LAJE(DESCONTOS) | -3 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | -10,29 | 0,0 |
| CAPEAMENTO | 1 | 3000,0 | 760,0 | 8,8 | 20,06 | 0,0 |
| PASSAGEM PEDESTRE | 2 | 3000,0 | 75,0 | 20,0 | 9,00 | 24,0 |
| MURINHO DE PROTEÇÃO | 2 | 3000,0 | 15,0 | 15,0 | 1,35 | 18,0 |
| LAJE DE APROXIMAÇÃO | 2 | 870,0 | 380,0 | 20,0 | 13,22 | 0,0 |
| TOTAL | | | | | 98,24 | 200,97 |
| TOTAL CORRIGIDO $K=0,75$ | | | | | 73,68 | 150,73 |

3.4 BLOCOS $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

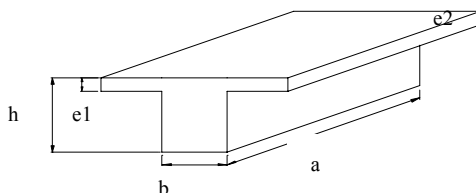


| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m^3 |
|--|---------|---------|---------|---------|--------------------------|
| TUBULÃO - SEÇÃO TÍPICA | 4 | 980,0 | 124,0 | 124,0 | 60,27 |
| TUBULÃO - CÔNICO | 4 | 95,0 | 180,0 | 180,0 | 12,31 |
| TUBULÃO - BASE | 4 | 25,0 | 22,0 | 222,0 | 0,49 |
| TOTAL | | | | | 73.07 |
| TOTAL CORRIGIDO $K=0,75$ | | | | | 54,80 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

3.5 VIGAS $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| VIGA DE APOIO | 2 | 140,0 | 910,0 | 140,0 | 20,0 | 39,1 | 35,67 | 65,7 |
| VIGA DE APOIO-MURO-1 | 2 | 20,0 | 910,0 | 195,0 | 20,0 | 55,4 | 7,10 | 60,9 |
| VIGA DE APOIO-MURO-CONSOLO | 2 | 25,0 | 870,0 | 30,0 | 30,0 | 0,0 | 1,31 | 9,6 |
| VIGA DE APOIO-MURO-LATERAL | 4 | 20,0 | 195,0 | 140,0 | 0,0 | 0,0 | 2,18 | 23,4 |
| ALA(formas, ver nota-1) | 4 | 20,0 | 330,0 | 214,0 | 0,0 | 0,0 | 5,65 | 60,5 |
| VIGA CENTRAL DE SEÇÃO CHEIA | 2 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 18,93 | 74,9 |
| VIGA LATERAL DE SEÇÃO CHEIA | 2 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 18,93 | 76,3 |
| VIGA DE SEÇÃO REDUZIDA | 4 | 38,2 | 2120,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 53,45 | 417,0 |
| VIGA DE LIGAÇÃO TRANSVERSAL | 6 | 25,0 | 203,3 | 135,7 | 0,0 | 0,0 | 4,14 | 36,2 |
| | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | 147,36 | 824,33 |
| TOTAL CORRIGIDO K=0,75 | | | | | | | 110,52 | 618,25 |

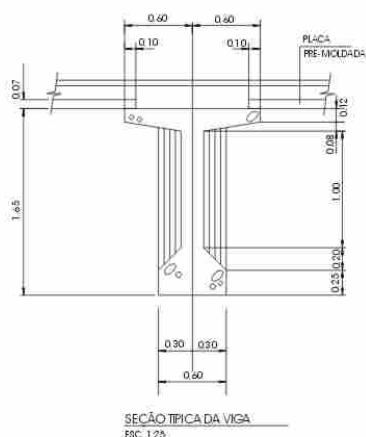
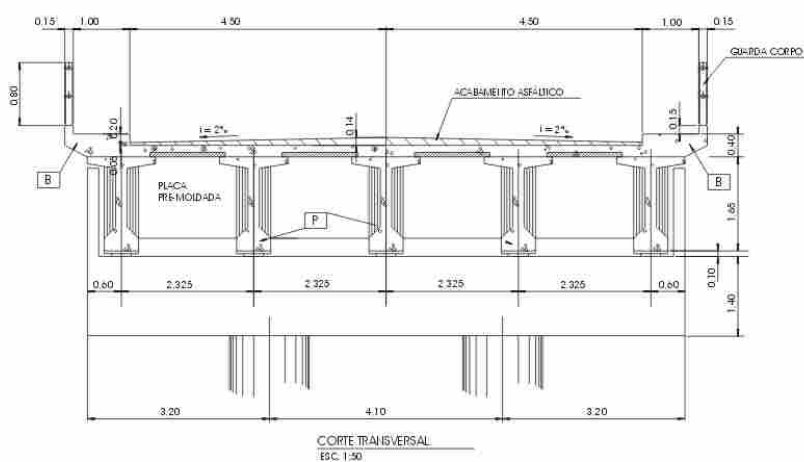
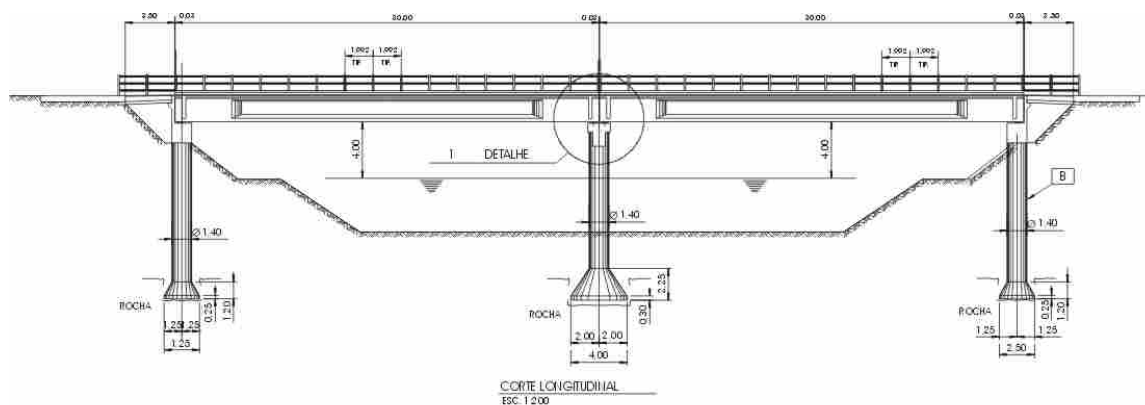
NOTA-1 Formas = $2 \times 2,14 \times 3,30 \times 4 + 0,2 \times (0,50 + 3,995 + 0,50) \times 4 = 60,48 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

4 . PONTE – 2 VÃOS TB-45 CLASSE IV (ao lado dos aquedutos Jacaré e Caetitu)

4.1 geometria





Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

4.2 Resumo

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 10 MPa m ³ | CONCRETO 25 MPa m ³ | CONCRETO 30 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | | 229,06 | | 502,38 |
| VIGAS | | | 325,60 | 1846,38 |
| BLOCOS | | 174,78 | | 66,00 |
| | | | | |
| TOTAL | | 403,84 | 325,60 | 2414,76 |

QUANTIDADE DE ARMADURA

| | |
|--------|----------|
| CA-50A | 113,06 t |
| CP-190 | 8,35 t |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

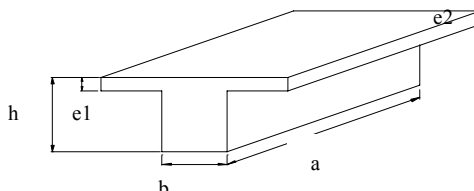
4.3 LAJES $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m^3 | FORMAS m^2 |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|------------------------|
| PLACA PRE-MOLDADA | 6 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | 20,58 | 293,9 |
| LAJE | 2 | 3000,0 | 910,0 | 20,0 | 109,20 | 24,0 |
| LAJE(DESCONTOS) | -6 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | -20,58 | 0,0 |
| CAPEAMENTO | 2 | 3000,0 | 760,0 | 8,8 | 40,13 | 0,0 |
| PASSAGEM PEDESTRE | 4 | 3000,0 | 75,0 | 20,0 | 18,00 | 48,0 |
| MURINHO DE PROTEÇÃO | 4 | 3000,0 | 15,0 | 15,0 | 2,70 | 36,0 |
| LAJE DE APROXIMAÇÃO | 2 | 870,0 | 380,0 | 20,0 | 13,22 | 0,0 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 183,25 | 401,9 |
| TOTAL CORRIGIDO $K=1,25$ | | | | | 229,06 | 502,38 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

4.4 VIGAS $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| VIGA DE APOIO | 2 | 140,0 | 910,0 | 140,0 | 20,0 | 39,1 | 35,67 | 65,7 |
| VIGA DE APOIO INTERNA -1 | 1 | 90,0 | 910,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 8,19 | 26,4 |
| VIGA DE APOIO INTERNA -2 | 1 | 160,0 | 910,0 | 65,0 | 0,0 | 0,0 | 9,46 | 22,1 |
| VIGA DE APOIO-MURO-1 | 2 | 20,0 | 910,0 | 195,0 | 20,0 | 55,4 | 7,10 | 60,9 |
| VIGA DE APOIO-MURO-CONSOLO | 2 | 25,0 | 870,0 | 30,0 | 30,0 | 0,0 | 1,31 | 9,6 |
| VIGA DE APOIO-MURO-LATERAL | 4 | 20,0 | 195,0 | 140,0 | 0,0 | 0,0 | 2,18 | 23,4 |
| ALA(formas, ver nota-1) | 4 | 20,0 | 330,0 | 214,0 | 0,0 | 0,0 | 5,65 | 60,5 |
| VIGA CENTRAL DE SEÇÃO CHEIA | 4 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 37,87 | 149,7 |
| VIGA LATERAL DE SEÇÃO CHEIA | 4 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 37,87 | 152,5 |
| VIGA DE SEÇÃO REDUZIDA | 8 | 38,2 | 2120,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 106,90 | 834,1 |
| VIGA DE LIGAÇÃO TRANSVERSAL | 12 | 25,0 | 203,3 | 135,7 | 0,0 | 0,0 | 8,28 | 72,3 |
| TOTAL | | | | | | | 260,47 | 1477,1 |
| TOTAL CORRIGIDO K=1,25 | | | | | | | 325,60 | 1846,38 |

NOTA-1 Formas = $2 \times 2,14 \times 3,30 \times 4 + 0,2 \times (0,50 + 3,995 + 0,50) \times 4 = 60,48 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

4.5 FUNDAÇÃO $f_{ck} = 20\text{MPa}$

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m^3 | FORMAS m^2 |
|---|---------|---------|---------|---------|--------------------------|------------------------|
| TUBULÃO INTERNO SUP. | 2 | 100,0 | 61,0 | 61,0 | 0,74 | |
| TUBULÃO TÍPICO(Dia.1,40m) - EXTERNO | 4 | 980,0 | 124,0 | 124,0 | 60,27 | |
| TUBULÃO TÍPICO(Dia.1,40m) - INTERNO(formas, ver NOTA-1) | 2 | 860,0 | 124,0 | 124,0 | 26,45 | 52,8 |
| TUBULÃO CÔNICO INTERNO | 2 | 195,0 | 266,0 | 266,0 | 27,59 | |
| TUBULÃO BASE INTERNO | 2 | 30,0 | 354,0 | 354,0 | 7,52 | |
| TUBULÃO CÔNICO EXTERNO | 4 | 95,0 | 180,0 | 180,0 | 12,31 | |
| TUBULÃO BASE EXTERNO | 4 | 25,0 | 222,0 | 222,0 | 4,93 | |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 139,82 | 52,8 |
| TOTAL CORRIGIDO K=1,25 | | | | | 174,78 | 66,0 |

NOTA-1 , formas = $3,1416 \times 1,40 \times 6,0 \times 2 = 52,78 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

5 . PONTE – N VÃOS(N>2) TB 45 – CLASSE IV

LOCALIZAÇÃO: AO LADOS DOS AQUEDUTOS

5.1 BRANCO: N=3 VÃOS - Resumo

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO | | | FORMAS |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|
| | 10 MPa m ³ | 25 MPa m ³ | 30 MPa m ³ | m ² |
| LAJES | | 335,34 | | 723,63 |
| VIGAS | | | 467,00 | 2662,45 |
| BLOCOS | | 143,33 | | 165,0 |
| TOTAL | | 478,67 | 467,00 | 3551,08 |

QUANTIDADE DE ARMADURA

CA-50A 146,58 t
CP-190 12,53 t

5.2 BARREIRO: N=5 VÃOS

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO | | | FORMAS |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|
| | 10 MPa m ³ | 25 MPa m ³ | 30 MPa m ³ | m ² |
| LAJES | | 558,90 | | 1206,05 |
| VIGAS | | | 778,33 | 4437,42 |
| BLOCOS | | 238,88 | | 275,00 |
| TOTAL | | 797,78 | 778,33 | 5918,47 |

QUANTIDADE DE ARMADURA

CA-50A 244,30 t
CP-190 20,88 t



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

5.3 LAJES $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

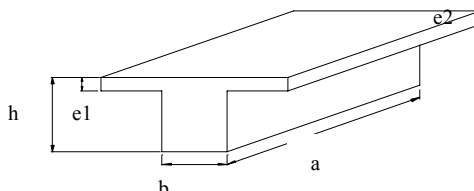
| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m^3 | FORMAS m^2 |
|--|---------|---------|---------|---------|--------------------------|------------------------|
| PLACA PRE-MOLDADA | 9 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | 30,86 | 440,9 |
| LAJE | 3 | 3000,0 | 910,0 | 20,0 | 163,80 | 12,0 |
| LAJE (DESCONTOS) | -9 | 3000,0 | 163,3 | 7,0 | -30,86 | 0,0 |
| CAPEAMENTO | 3 | 3000,0 | 760,0 | 8,8 | 60,19 | 0,0 |
| PASSAGEM PEDESTRE | 6 | 3000,0 | 75,0 | 20,0 | 27,00 | 72,0 |
| MURINHO DE PROTEÇÃO | 6 | 3000,0 | 15,0 | 15,0 | 4,05 | 54,0 |
| LAJE DE APROXIMAÇÃO | 2 | 870,0 | 380,0 | 20,0 | 13,22 | 0,0 |
| TOTAL | | | | | 268,27 | 578,9 |
| TOTAL CORRIGIDO $K=1,25$ | | | | | 335,34 | 723,63 |

NOTA-1 TABELA CALCULADA PARA $N=3$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

5.4 VIGAS $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| VIGA DE APOIO | 2 | 140,0 | 910,0 | 140,0 | 20,0 | 39,1 | 35,67 | 65,7 |
| VIGA DE APOIO INTERNA-1 | 2 | 90,0 | 910,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 16,38 | 52,8 |
| VIGA DE APOIO INTERNA-1 | 2 | 160,0 | 910,0 | 65,0 | 0,0 | 0,0 | 18,93 | 44,2 |
| VIGA DE APOIO-MURO-1 | 2 | 20,0 | 910,0 | 195,0 | 20,0 | 55,4 | 7,10 | 60,9 |
| VIGA DE APOIO-MURO-CONSOLO | 2 | 25,0 | 870,0 | 30,0 | 30,0 | 0,0 | 1,31 | 9,6 |
| VIGA DE APOIO-MURO-LATERAL | 4 | 20,0 | 195,0 | 140,0 | 0,0 | 0,0 | 2,18 | 23,4 |
| ALA(formas, ver nota-2) | 4 | 20,0 | 330,0 | 214,0 | 0,0 | 0,0 | 5,65 | 60,5 |
| VIGA CENTRAL DE SEÇÃO CHEIA | 6 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 56,80 | 224,6 |
| VIGA LATERAL DE SEÇÃO CHEIA | 6 | 65,2 | 880,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 56,80 | 228,8 |
| VIGA DE SEÇÃO REDUZIDA | 12 | 38,2 | 2120,0 | 165,0 | 0,0 | 0,0 | 160,35 | 1251,1 |
| VIGA DE LIGAÇÃO TRANSVERSAL | 18 | 25,0 | 203,3 | 135,7 | 0,0 | 0,0 | 12,41 | 108,5 |
| | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | 373,58 | 2129,96 |
| TOTAL CORRIGIDO K=1,25 | | | | | | | 467,00 | 2662,45 |

NOTA-1 TABELA CALCULADA PARA N=3

NOTA-2 Formas = $2 \times 2,14 \times 3,30 \times 4 + 0,2 \times (0,50 + 3,995 + 0,50) \times 4 = 60,48 \text{ m}^2$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

5.5 Fundação $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m^3 | FORMAS m^2 |
|--|---------|---------|---------|---------|--------------------------|------------------------|
| TUBULÃO INTERNO SUP. | 4 | 100,0 | 61,0 | 61,0 | 1,49 | |
| TUBULÃO TÍPICO(Dia.1,40m) - EXTERNO | 4 | 980,0 | 124,0 | 124,0 | 60,27 | |
| TUBULÃO TÍPICO(Dia.1,40m) - INTERNO (formas, ver NOTA-2) | 4 | 860,0 | 124,0 | 124,0 | 52,89 | 132,0 |
| TUBULÃO CÔNICO INTERNO | 4 | 195,0 | 266,0 | 266,0 | 55,19 | |
| TUBULÃO BASE INTERNO | 4 | 30,0 | 354,0 | 354,0 | 15,04 | |
| TUBULÃO CÔNICO EXTERNO | 4 | 95,0 | 180,0 | 180,0 | 12,31 | |
| TUBULÃO BASE EXTERNO | 4 | 25,0 | 222,0 | 222,0 | 4,93 | |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 114,66 | 132,0 |
| TOTAL CORRIGIDO $K=1,25$ | | | | | 143,33 | 165,0 |

NOTA-1 TABELA CALCULADA PARA $N=3$

NOTA-2 Formas = $3,1416 \times 1,40 \times 7,5 \times 4 = 131,95 \text{ m}^2$



21



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

6.4.1.1.1.1.1.1

6.5 Resumo

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 10 MPa m ³ | CONCRETO 15 MPa m ³ | CONCRETO 30 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | | 6,78 | | 22,60 |
| VIGAS | | 15,49 | | 123,31 |
| BLOCOS | | 18,90 | | 37,80 |
| | | | | |
| TOTAL | | 41,17 | | 183,71 |

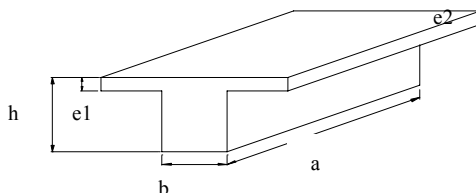
6.6 LAJES fck = 15 MPa

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| LAJE | 1 | 1614 | 140 | 30 | 6,78 | 22,6 |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 6,78 | 22,6 |



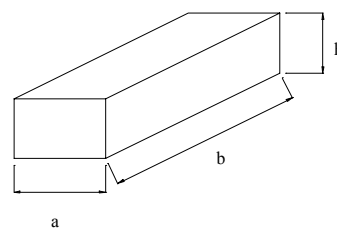
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

6.7 VIGAS $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRET O m ³ | FORMAS m ² |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|--------------------------------|--------------------------|
| VIGA PRE - MOLDADA - 1 | 2 | 20 | 1614 | 150 | 29 | 29 | 9,68 | 84,6 |
| VIGA PRE - MOLDADA - 2 | 4 | 30 | 1614 | 30 | 30 | 0 | 5,81 | 38,74 |
| | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | 15,49 | 123,3 |

6.8 BLOCOS $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| BL1 | 4 | 350 | 200 | 30 | 8,40 | 13,2 |
| BL2 | 4 | 350 | 75 | 100 | 10,50 | 24,6 |

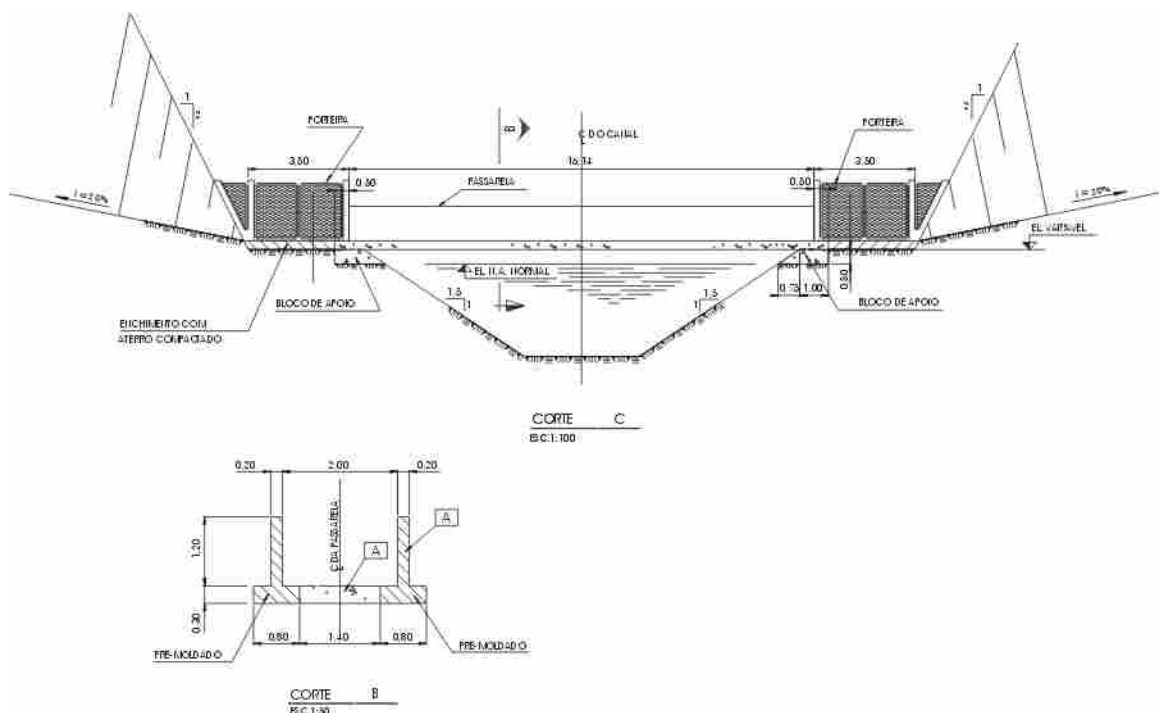
TOTAL **18,90** **37,8**



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

7 . PASSARELA SOBRE O CANAL EM CORTE

7.1 Geometria



7.2 Cargas Permanentes

$$g=2,5*(1,20*0,20+0,8*0,30+0,70*0,30)=0,69 \text{ tf/m}$$

7.3 Sobrecarga

$$q=0,5*1,0 = 0,5 \text{ tf/m}$$

7.4 Dimensionamento Básico

$$p=g+p=1,19 \text{ tf/m}^2$$

$$M=p \cdot l^2/8=1,19*16,14^2/8=3875 \text{ tfcm/m}$$

$$k_6=0,35$$

$$S_f=0,35*3875/145=9,35\text{cm}^2/\text{m}$$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

7.5 Resumo

| REFERÊNCIA DA PEÇA | CONCRETO 10 MPa m ³ | CONCRETO 15 MPa m ³ | CONCRETO 30 MPa m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| LAJES | | 7,20 | | 24,00 |
| VIGAS | | 15,49 | | 123,31 |
| BLOCOS | | 24,75 | | 41,50 |
| | | | | |
| TOTAL | | 47,44 | | 188,81 |

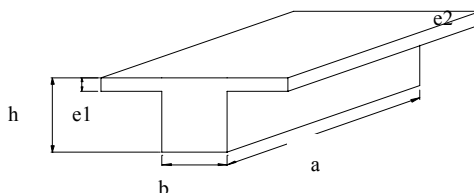
7.6 LAJES fck = 15 MPa

| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| LAJE | 1 | 1714 | 140 | 30 | 7,20 | 24,0 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 7,20 | 24,0 |



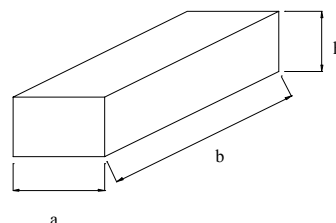
Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

7.7 VIGAS $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | e1 cm | e2 cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| VIGA PRE - MOLDADA - 1 | 2 | 20 | 1614 | 150 | 29 | 29 | 9,68 | 84,6 |
| VIGA PRE - MOLDADA - 2 | 4 | 30 | 1614 | 30 | 30 | 0 | 5,81 | 38,74 |
| | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | 15,49 | 123,3 |

7.8 BLOCOS $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$



| REFERÊNCIA DA PEÇA | q un | b cm | a cm | h cm | CONCRETO m ³ | FORMAS m ² |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| BL1 | 4 | 900 | 138 | 50 | 24,75 | 41,5 |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 24,75 | 41,5 |



PARTE 4 MEMORIAIS DE CÁLCULO - ELÉTRICA



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| ÍNDICE | PG |
|---|----|
| MENORIAIS DE CÁLCULO – ELÉTRICA - PARTE A | 1 |
| 1. OBJETO E OBJETIVO | 1 |
| 2. DADOS DE PROJETO | 1 |
| 3. CARACTERÍSTICAS E DIMENSÕES PRINCIPAIS DA BOMBA | 1 |
| 4. CARACTERÍSTICAS E DIMENSÕES PRINCIPAIS DOS MOTORES | 2 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

MENORIAIS DE CÁLCULO – ELÉTRICA - PARTE A

1. OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste memorial de cálculo é o Projeto de Transposição de Água do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional.

Este memorial de cálculo tem por objetivo determinar em caráter preliminar as principais características e dimensões dos motores síncronos a serem utilizados nas Estações de Bombeamento EBV-1, EBV-2, EBV-3, EBV-4, EBV-5 e EBV-6, do Trecho V, Eixo Leste.

2. DADOS DE PROJETO

Em cada uma das Estações de Bombeamento do Eixo Leste deverão ser instalados cinco motores síncronos, sendo quatro conjuntos operacionais e um de reserva.

Os motores previstos no projeto básico são do tipo síncrono, instalação vertical, tensão 6,9 kV, quantidade de pólos de acordo com a rotação das bombas.

As vazões totais e unitárias referentes a cada um dos sistemas estão apresentadas na tabela abaixo.

| ESTAÇÃO | EBV-1 | EBV-2 | EBV-3 | EBV-4 | EBV-5 | EBV-6 |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Vazão do Sistema (m ³ /s) | 28 | 28 | 28 | 28 | 18 | 18 |
| Vazão unitária (m ³ /s) | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 4,5 | 4,5 |

Os níveis dos canais a montante e a jusante da Casa de Bombas foram fornecidos pela Área Hidráulica:

| ESTAÇÃO | EBV-1 | EBV-2 | EBV-3 | EBV-4 | EBV-5 | EBV-6 |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Nível d'água normal de montante (m) | 304,00 | 361,30 | 399,64 | 454,17 | 503,83 | 540,55 |
| Nível d'água normal de jusante (m) | 362,10 | 401,00 | 459,50 | 509,83 | 541,00 | 598,87 |

3. CARACTERÍSTICAS E DIMENSÕES PRINCIPAIS DA BOMBA

As características e as dimensões principais das bombas foram determinadas pela área de mecânica.



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

Desta maneira, resulta a tabela a seguir, onde se apresentam os valores adotados para a definição do arranjo da Casa de Bombas.

Projeto:

| ESTAÇÃO | EBV-1 | EBV-2 | EBV-3 | EBV-4 | EBV-5 | EBV-6 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Rotação (rpm) | 360 | 360 | 360 | 360 | 450 | 450 |
| Rendimento (%) | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 |
| A (mm) | 2400 | 2400 | 2400 | 2400 | 2000 | 2000 |
| C (mm) | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1000 | 1000 |
| DN (mm) | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | 1400 | 1400 |
| S (mm) | 4800 | 4800 | 4800 | 4800 | 4100 | 4100 |

Potência Nominal das Bombas

A potência nominal de cada bomba pode ser calculada pela expressão:

$$P_B = 9,8 * Q * H_{man} / \eta, \text{ em kW}$$

Onde:

Q-vazão recalçada-m³/s

η Hman - Altura manométrica , m

Assim, resultam os valores de potência apresentados na tabela abaixo.

| ESTAÇÃO | EBV-1 | EBV-2 | EBV-3 | EBV-4 | EBV-5 | EBV-6 |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Potência P (kW) | 4869,5 | 3400,2 | 5010,0 | 4674,6 | 2047,1 | 3135,0 |

4. CARACTERÍSTICAS E DIMENSÕES PRINCIPAIS DOS MOTORES

Desta maneira, resulta a tabela a seguir, onde se apresentam os valores adotados para a definição dos motores.



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

Projeto:

| ESTAÇÃO | EBV-1 | EBV-2 | EBV-3 | EBV-4 | EBV-5 | EBV-6 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Rotação (rpm) | 360 | 360 | 360 | 360 | 450 | 450 |
| Número de Polos | 20 | 20 | 20 | 20 | 16 | 16 |
| Rendimento (%) | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |

Potência Nominal dos Motores

A potência nominal de cada motor pode ser calculada pela expressão:

$$P_M = P_B / \eta, \text{ em kW}$$

Onde:

η rendimento

Assim, resultam os valores de potência apresentados na tabela abaixo.

| ESTAÇÃO | EBV-1 | EBV-2 | EBV-3 | EBV-4 | EBV-5 | EBV-6 |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Potência P_M (kW) | 5125,8 | 3579,2 | 5273,7 | 4920,6 | 2154,8 | 3300,0 |

Tendo em vista a padronização dos motores e associados adotou-se as seguintes potências unitárias:

| ESTAÇÃO | EBV-1 | EBV-2 | EBV-3 | EBV-4 | EBV-5 | EBV-6 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Potência P_M (kW) | 5300 | 3600 | 5300 | 5300 | 2200 | 3400 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

ÍNDICE

PG

| | |
|---|---|
| MEMORIAIS DE CÁLCULO – ELÉTRICA – PARTE B | 1 |
| 1. OBJETO E OBJETIVO | 1 |
| 2. DADOS DE PROJETO | 1 |
| 3. NORMAS | 1 |
| 4. CRITÉRIOS..... | 1 |
| 5. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE NOMINAL DOS TRANSFORMADORES | 2 |



MEMORIAIS DE CÁLCULO – ELÉTRICA – PARTE B

1. OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste memorial de cálculo é o Projeto de Transposição de Água do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional.

Este memorial de cálculo tem por objetivo determinar em caráter preliminar as principais características e dimensões dos transformadores a serem utilizados nas Subestações E1, E2, E3, E4 e E5, nas Estações de Bombeamento EBV-1, EBV-2, EBV-3, EBV-4, EBV-5 e EBV-6, do Trecho V- Eixo Leste.

2. DADOS DE PROJETO

Em cada uma das Subestações do Eixo Leste deverão ser instalados dois transformadores abaixadores 230-6,9 kV e em cada Estação de Bombeamento deverão ser instalados dois transformadores de serviços auxiliares 6,9-0,38/0,22 kV.

3. NORMAS

O presente documento atende as recomendações da última revisão da norma NBR-5416 - Aplicação de Cargas em Transformadores de Potência.

4. CRITÉRIOS

A seguir são listados os critérios necessários para os cálculos:

- a) Os Transformadores Abaixadores instalados ao tempo, isolamento com óleo mineral e resfriamento natural por circulação de ar forçado (ONAF).
- b) Os Transformadores de Serviços Auxiliares instalados em locais abrigados, com isolamento seco e resfriamento natural (AN).
- c) Cada um dos transformadores será dimensionado para suprir a demanda total das cargas elétricas.
- d) Tanto a impedância como a potência dos transformadores serão, na medida do possível, as normalizadas.
- e) As cargas do Sistema são classificadas em permanentes, intermitentes e reserva, como segue:
 - Cargas Permanentes:
 - São aquelas que permanecem energizadas durante todo o tempo em que a unidade estiver em operação.
 - de serviços gerais: são aquelas que poderão ficar constantemente energizadas durante a operação normal do sistema.
 - Cargas intermitentes:
 - São aquelas que operam conforme o requisito da unidade, tendo períodos de funcionamento e de repouso.
 - de serviços gerais: são aquelas que operam conforme a solicitação do serviço normal do sistema e têm períodos de funcionamento e de repouso.



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

- Cargas reserva:
 - São aquelas que só operam quando devem substituir equipamentos iguais que tenham saído de serviço para manutenção ou por defeito.
- f) Para as cargas vinculadas as unidades, onde é possível determinar-se um ciclo de operação das mesmas, considerou-se como demanda máxima para o transformador, a maior carga verificada durante as situações operacionais citadas a seguir, mais as cargas de serviços gerais. A demanda foi obtida com a aplicação dos fatores de demanda e de diversidade definidos nos itens subseqüentes:
 - Quatro unidades operando;
 - Quatro unidades operando e uma unidade sendo desmontada;
 - Quatro unidades operando uma sendo desmontada e um transformador abaixador tendo seu óleo tratado;
 - Três unidades operando uma unidade nos procedimentos para partida e um transformador abaixador tendo seu óleo tratado.
- g) Na desmontagem de uma unidade, considerou-se o tomada d'água já vazia, a unidade sendo desmontada com o auxílio da ponte rolante da Casa de Bombas e consumo máximo de ar de serviço.
- h) Para as cargas gerais do aproveitamento, onde não é possível determinar um ciclo de operação, a determinação da demanda máxima da EBV levou em consideração os seguintes fatores de demanda, por grupo de cargas:
 - 0,40 - Tomadas D'Água de Uso Difuso;
 - 0,50 - Estruturas de Controle;
 - 1,00 - Estruturas de Derivação
 - 1,00 - Cargas permanentes das unidades, em operação ou durante a partida;
 - 0,75 - Cargas intermitentes das unidades;
 - 0,70 - Cargas dos equipamentos e sistemas diversos, dos equipamentos hidromecânicos, dos equipamentos de içamento, dos sistemas de ar comprimido, de ar condicionado e de bombeamento de água;
 - 0,40 - Cargas dos sistemas de iluminação, aquecimento e tomadas de 220 V;
 - 1,00 - Cargas do sistema de tratamento de óleo;
 - 0,90 - Cargas do sistema de ventilação e exaustão;
 - 0,10 - Cargas das tomadas de 380 Vca;
- i) Para as cargas permanentes (auxiliares da unidade, sistema de iluminação, aquecimento e tomadas, tratamento de óleo, ventilação e exaustão), considerou-se fator de diversidade unitário.
- j) Para as cargas intermitentes (sistemas não relacionados no item anterior), considerou-se fator de diversidade 1,30.
- k) A demanda dos equipamentos de içamento (pontes e pórticos) é determinada pela potência do maior motor. Não são considerados movimentos simultâneos.
- l) Todos os motores foram considerados de indução, rotor gaiola, tensão nominal 380 V, fator de potência 0,85.

5. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE NOMINAL DOS TRANSFORMADORES

Tendo em vista o critério operativo do sistema de bombeamento, onde cada transformador tem a capacidade de suprir todas as cargas das EBVs e em condições normais de operação suprir



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

cada um deles meia carga das EBVs, foi necessário criar duas faixas de potência operativa. Desta maneira em operação normal não ocorrerá perdas excessivas.

Sendo a distância entre a EBV-5 e EBV-6 relativamente pequena, aproximadamente 5,5 km, e as cargas das EBVs menores, possibilitou que os transformadores da E-5 tivessem capacidade de alimentar as duas estações de bombeamento.

Transformadores Abaixadores para E-1, E-3, E-4 e E-5

De acordo com o levantamento de cargas, a maior demanda foi de 22,2 MVA, quando se tem as quatro unidades operando uma sendo desmontada, um transformador abaixador tendo seu óleo tratado. Adotou-se para os Transformadores Abaixadores a capacidade nominal de 18/23 MVA.

Estes transformadores não estarão submetidos a sobrecargas eventuais, em nenhuma das situações operacionais previstas.

Transformadores Abaixadores para E-2

De acordo com o levantamento de cargas, a maior demanda foi de 15,4 MVA, quando se tem as quatro unidades operando uma sendo desmontada, um transformador abaixador tendo seu óleo tratado. Adotou-se para os Transformadores Abaixadores a capacidade nominal de 12/16 MVA.

Estes transformadores não estarão submetidos a sobrecargas eventuais, em nenhuma das situações operacionais previstas.

Transformadores de Serviços Auxiliares

De acordo com o levantamento de cargas, a maior demanda foi de 188 kVA, quando se tem as quatro unidades operando uma sendo desmontada, um transformador abaixador tendo seu óleo tratado. Adotou-se para os Transformadores de Serviços Auxiliares a capacidade nominal de 225 kVA.

Estes transformadores não estarão submetidos a sobrecargas eventuais, em nenhuma das situações operacionais previstas.



PARTE 5 MEMORIAIS DE CÁLCULO - MECÂNICA



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| ÍNDICE | PG |
|---|----|
| MECÂNICA - MEMORIAL DE CÁLCULO – PARTE 5 A..... | 1 |
| 1. OBJETO E OBJETIVO..... | 1 |
| 2. CONSIDERAÇÕES | 1 |
| 3. CÁLCULO DAS ESPESSURAS..... | 1 |
| 4. VERIFICAÇÃO À PRESSÃO EXTERNA..... | 2 |
| 5. ALTURAS MANOMÉTRICAS..... | 3 |
| 6. CUSTOS DA ENERGIA ELÉTRICA..... | 4 |
| 7. CUSTOS DA TUBULAÇÃO ASSENTADA..... | 5 |
| 8. DIÂMETRO ECONÔMICO..... | 7 |
| 9. RESULTADOS | 8 |



MECÂNICA - MEMORIAL DE CÁLCULO – PARTE 5 A

1. OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste memorial de cálculo é o Projeto de Transposição de Água do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional.

Este memorial de cálculo tem por objetivo determinar o diâmetro econômico da tubulação de recalque de água das Estações de Bombeamento EBV-1, EBV-2, EBV-3, EBV-4, EBV-5 e EBV-6, do Trecho V, Eixo Leste.

2. CONSIDERAÇÕES

O cálculo que se apresenta neste relatório está desenvolvido para a Estação de Bombeamento EBV-1. Com base nesse cálculo, elaborou-se um programa de computador, denominado DIAMETROCON, em ambiente EXCEL, que permite determinar o diâmetro econômico de uma determinada adutora. Desta forma, para as demais estações, apresentam-se simplesmente os resultados obtidos do programa DIAMETROCON (ver Anexo I).

3. CÁLCULO DAS ESPESSURAS

Do cálculo do transitório hidráulico:

$$H_{máx.} = 387,10 \text{ msnm}$$

Cota mínima = 305,30 msnm (junto a Casa de Bomba)

Portanto, a pressão interna máxima é:

$$P_{máx.} = 81,8 \text{ mca}$$

A tensão correspondente a esta pressão não deverá ultrapassar $0,67 \sigma_e$.

$$\therefore \sigma = \frac{pD}{2t} \leq 0,67 \sigma_e$$

Para o aço ASTM A 36, temos que:

$$\sigma_e = 25300 \text{ mca}$$

$$\therefore \frac{D}{t} \leq 414$$

Por outro lado, a Norma NBR 10132 – “CÁLCULOS DE CONDUTOS FORÇADOS” determina que a espessura não pode ser menor que 6 mm.



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

Desta maneira, será adotado a seguir a maior espessura resultante dentre os critérios de cálculo acima.

Sobre o resultado final acrescentar-se-á uma sobre-espessura de 2 mm, como segurança contra a corrosão.

O presente estudo está sendo apresentado para os diâmetros comerciais DN 84" (2133,6 mm), DN 88" (2235,2 mm) e DN 92" (2336,8 mm), embora os cálculos tenham sido feitos para uma gama maior de diâmetros.

Assim,

$$\text{Para } D = 2133,6\text{mm} \longrightarrow t \geq 6,58\text{mm}$$

Adotado: $t = 23,0\text{mm}$

$$\text{Para } D = 2235,2\text{mm} \longrightarrow t \geq 6,84\text{mm}$$

Adotado: $t = 23,8\text{mm}$

$$\text{Para } D = 2336,8\text{mm} \longrightarrow t \geq 7,09\text{mm}$$

Adotado: $t = 25,4\text{mm}$

4. VERIFICAÇÃO À PRESSÃO EXTERNA

Os trechos retos do conduto forçado serão enterrados.

Segundo Spangler, a deflexão horizontal do tubo enterrado em vala é dada por:

$$\Delta x = \frac{D_L \cdot K \cdot q \cdot R^3}{EI + 0,061E' R^3}, (-)$$

Onde:

$D_L = 1,5...$ coeficiente de deformação lenta do solo (-)

$K = 0,1...$ constante do leito (-)

$q...$ carga externa vertical (Pa)

$R = D/2...$ raio do tubo

$E = 2,07 \cdot 10^{11} \text{ Pa}...$ módulo de elasticidade do aço



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

$I = \frac{t^3}{12}$... momento de inércia por unidade de comprimento da parede do tubo de espessura t em m
(m^3)

$E' = 4,8.10^6 Pa$... módulo reativo do solo.

A carga externa q a ser considerada é igual a soma das parcelas devidas aos carregamentos estático e dinâmico. O carregamento estático é devido ao solo adequadamente compactado, e o carregamento dinâmico será considerado devido ao trem-tipo classe 45 (norma ABNT NBR-7188). A expressão de q é dada por:

$$q = C_d \cdot \gamma \cdot B_d + \frac{I_c \cdot P}{(A + H) \cdot L}, (Pa)$$

Onde: C_d ...coeficiente de carga função da relação H/B_d , será considerado igual a 1 para todos os casos em estudo (-).

$\gamma = 1900 N/m^3$... peso específico do solo

$I_c = 1,5$...coeficiente de impacto

$L = 1,5m$... distância entre eixos do trem-tipo

$A = 0,45m$... largura de contato da roda

$P = 75000N$... esforço exercido por roda

H, B_d ... conforme definidos na Fig.2.

Substituindo, resulta: $\frac{\Delta x}{D} \simeq 0,03$ (3 % de deformação diametral) para todos os diâmetros em estudo, resultado este usualmente utilizado conforme a norma AWWA M11.

5. ALTURAS MANOMÉTRICAS

O comprimento do trecho reto do conduto forçado é: $L = 171m$

O comprimento total da adutora é: $L = 205m$

A vazão é: $Q = 14m^3 / s$ vazão de projeto

De acordo com os cálculos das perdas de carga (ver Anexo II, onde estão apresentadas somente as planilhas das perdas relativas aos diâmetros econômicos propriamente ditos) resulta:



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

- para $D = 2133,6mm$ $\Delta h = 3,92m$
- para $D = 2235,2mm$ $\Delta h = 3,66m$
- para $D = 2336,8mm$ $\Delta h = 3,47m$

Sendo os níveis d'água:

- Jusante

NA normal: 362,10 m

- Montante

NA normal: 304,00 m

Resulta a seguinte altura geométrica:

$$H_G = 58,1m$$

Desta maneira, as alturas manométricas resultam:

- para $D = 2133,6mm$ $H_m = 62,02m$
- para $D = 2235,2mm$ $H_m = 61,76m$
- para $D = 2336,8mm$ $H_m = 61,57m$

6. CUSTOS DA ENERGIA ELÉTRICA

A operação do sistema pode ser quantificada através dos custos de mão-de-obra, materiais e equipamentos para operação e manutenção e dos custos da energia para o acionamento dos conjuntos elevatórios.

Por simplificação, admite-se que os custos relativos à operação e manutenção variam muito pouco para uma pequena faixa de diâmetros comerciais, não influenciando, portanto, na escolha do diâmetro econômico.

A energia gasta para o acionamento é que pesa decisivamente na escolha do diâmetro.

A potência média consumida é dada por:

$$P = 9,8QH_m / \eta, (kW)$$

onde: $\eta = 0,87...$ rendimento do conjunto moto-bomba

A energia ativa mensal é:

$$E = P \cdot h$$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

sendo $h=730$ horas, o nº de horas de um mês médio.

Será considerado:

$EP = P \cdot h_p$... energia ativa mensal na ponta. No caso $h_p = 0$

$EFP = E - EP$... energia ativa mensal fora da ponta.

$D=P$... demanda de energia (fator de carga=1)

Desta maneira, o custo da energia elétrica em termos de valor presente é dado por:

$$CEE = 12 \cdot (EP \cdot TEP + EFP \cdot TEFP + D \cdot TDP + D \cdot TDFP) \cdot \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right], \text{ (R\$)}$$

onde:

$TEP = \text{R\$ } 0,036/\text{kWh}$... tarifa de energia na ponta (consumo).

$TEFP = \text{R\$ } 0,026/\text{kWh}$... tarifa de energia fora da ponta (consumo).

$TDP = \text{R\$ } 6,40/\text{kW}$... tarifa mensal de demanda na ponta.

$TDFP = \text{R\$ } 1,47/\text{kW}$... tarifa mensal de demanda fora da ponta

$i = 0,1$ é referente à taxa de juros anual considerada constante e igual a 10%.

$n = 30$ anos é o período considerado de vida útil da adutora.

| Diâmetro (mm) | Potência (kW) | Consumo de Energia de Ponta Mensal (kWh) | Consumo de Energia Fora de Ponta Mensal (kWh) | Demanda de Energia Mensal (kW) | Custo da Energia, em Valor Presente (R\$) |
|---------------|---------------|--|---|--------------------------------|---|
| 2133,6 | 9779,98 | 0,0 | 7139388,34 | 9779,98 | 22.624.670,89 |
| 2235,2 | 9739,13 | 0,0 | 7109564,24 | 9739,13 | 22.530.158,54 |
| 2336,8 | 9709,82 | 0,0 | 7088170,92 | 9709,82 | 22.464.363,26 |

7. CUSTOS DA TUBULAÇÃO ASSENTADA

O investimento inicial pode ser caracterizado através dos custos dos seguintes componentes:

- Casa de Bomba, incluindo os equipamentos eletrônicos;



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

- Serviços necessários para a implantação da tubulação de recalque (serviços gerais de escavação, reaterro, drenagem, etc);
- fornecimento e assentamento da tubulação de recalque.

No presente caso, admite-se que os custos relativos aos dois primeiros itens variam muito pouco para uma pequena faixa de diâmetros comerciais, não havendo, portanto, necessidade de quantificá-los no presente estudo.

Assim, o item referente ao fornecimento e assentamento da tubulação é, neste caso, o mais representativo para efeito de comparação econômica entre alternativas.

O trecho de tubulação enterrada corresponde a um comprimento aproximado de 171 m, sendo que a tubulação será revestida interna e externamente de acordo com a norma AWWA-C-203.

O custo de escavação das valas será considerado igual a R\$ 2,53/m³ e o custo de aterro igual a R\$ 1,48/m³.

O custo de fornecimento de tubos, em aço carbono ASTM A36, considerando que os mesmos serão entregues na obra, é praticamente o mesmo para ambos os tipos de revestimentos acima definidos e é aproximadamente igual a R\$ 4,00/kg.

O investimento será imaginado com desembolso no 1º dia do ano anterior à data zero de início de operação. Assim, os custos referentes ao fornecimento e assentamento da tubulação serão atualizados pelo fator (1+i) para efeito do valor presente.

O custo de fornecimento da tubulação é dado por:

$$CF = 1,6.m.L.(1+i), (US\$)$$

onde:

m... massa do tubo em kg/m

L = 171 m... comprimento da tubulação.

O custo de escavação da vala é:

$$CE = 4.(1,65+D).B_d.L_e.(1+i), (R\$)$$

onde:

L_e = 208 m... comprimento da vala.

O custo do reaterro compactado da vala é:

$$CR = 6. \left[(1,65 + D).B_d - \frac{\pi D^2}{4} \right] . L_e . (1+i), (R\$)$$



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

O custo de assentamento da tubulação é portanto, dado por:

$$CAT=CE+CR, (R\$)$$

| Diâmetro (mm) | Custo de Fornecimento em Valor Presente (R\$) | Custo de Assentamento em Valor Presente (R\$) | Custo total da Tubulação em Valor Presente (R\$) |
|---------------|---|---|--|
| 2133,6 | 900.745,47 | 6.806,09 | 907.551,56 |
| 2235,2 | 976.590,69 | 7.216,26 | 983.806,96 |
| 2336,8 | 1.089.374,34 | 7.637,51 | 1.097.011,85 |

8. DIÂMETRO ECONÔMICO

Os custos totais da adutora, compostos pelos custos mais representativos (energia elétrica + tubulação), estão apresentados na tabela abaixo.

Desta maneira, conclui-se que o diâmetro de 2235,2 mm (88") é o que apresenta o menor custo e portanto será o diâmetro adotado para a fase do projeto básico.

| Diâmetro (mm) | Custo Total em Valor Presente (R\$) |
|---------------|-------------------------------------|
| 2133,6 | 23.532.222,44 |
| 2235,2 | 23.513.965,49 |
| 2336,8 | 23.559.375,11 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

9. RESULTADOS

Apresenta-se a seguir os resultados referentes aos condutos forçados das Estações de Bombeamento EBV-1 a EBV-6 (para a listagem completa do DIAMETROCON, ver o Anexo I).

| ESTAÇÃO | DIÂMETRO ECONÔMICO |
|--------------|--------------------|
| EBV-1 | 2235,2 mm (88") |
| EBV-2 | 2235,2 mm (88") |
| EBV-3 | 2235,2 mm (88") |
| EBV-4 | 2235,2 mm (88") |
| EBV-5 | 1828,8 mm (72") |
| EBV-6 | 1828,8 mm (72") |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

ANEXO I
DIAMETROCON
EBV-1, EBV-2, EBV-3, EBV-4, EBV-5 E EBV-6



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

DIAMETROCON - EBV-1

1. CÁLCULO DAS ESPESSURAS E ESCOLHA DOS DIÂMETROS

| | | | |
|---|-----------|---------------------------|--------------------|
| H _{máx} (sobre-pressão do transitório) | 387,10m | pressão interna máx. | 81,80mca |
| nível mínimo da tubulação | 305,30m | rel. diâmetro/espessura < | 414,45 |
| tensão escoamento aço | 25300,00m | diâmetros externos | espessuras mínimas |
| diâmetros nominais | | | |
| escolha 1 | 76pol | 1930,40mm | 6,08mm |
| escolha 2 | 80pol | 2032,00mm | 6,33mm |
| escolha 3 | 84pol | 2133,60mm | 6,58mm |
| escolha 4 | 88pol | 2235,20mm | 6,84mm |
| escolha 5 | 92pol | 2336,80mm | 7,09mm |
| | | espessuras adotadas | raio do tubo R |
| escolha 1 | 76pol | 20,60mm | 0,97m |
| escolha 2 | 80pol | 21,40mm | 1,02m |
| escolha 3 | 84pol | 23,00mm | 1,07m |
| escolha 4 | 88pol | 23,80mm | 1,12m |
| escolha 5 | 92pol | 25,40mm | 1,17m |

2. VERIFICAÇÃO À PRESSÃO EXTERNA

| | | | |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------|----------------------|
| coef. deformação lenta solo DL | 1,50 | | |
| constante do leito K | 0,10 | | |
| módulo elasticidade aço E | 207000000000Pa | | |
| módulo reativo solo E' | 4800000Pa | | |
| coef. de carga Cd | 1,00 | | |
| peso específico do solo pe | 19000,00N/m ³ | | |
| coef. de impacto Ic | 1,50 | | |
| dist. entre eixos trem-tipo L | 1,50m | | |
| largura contato roda A | 0,45m | | |
| esforço exercido pela roda P | 75000,00N | | |
| altura solo acima tubo H | 1,50m | | |
| | largura da vala B | carga externa q | deflexão horiz. DX/D |
| D = | 76 | 86539,14Pa | 2,819% |
| | 2,53m | | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | |
|-----|----|-------|------------|--------|
| D = | 80 | 2,63m | 88469,54Pa | 2,923% |
| D = | 84 | 2,73m | 90399,94Pa | 2,912% |
| D = | 88 | 2,84m | 92330,34Pa | 3,015% |
| D = | 92 | 2,94m | 94260,74Pa | 3,008% |

| | | | | |
|-----|----|----------------------------|------------|--|
| | | inércia = $t^3/12$ | massa m | |
| D = | 76 | 0,0000007285m ³ | 970,2kg/m | |
| D = | 80 | 0,0000008167m ³ | 1061,1kg/m | |
| D = | 84 | 0,0000010139m ³ | 1197,2kg/m | |
| D = | 88 | 0,0000011234m ³ | 1298,0kg/m | |
| D = | 92 | 0,0000013656m ³ | 1447,9kg/m | |

3. ALTURAS MANOMÉTRICAS

| | | | | |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|
| coef. de atrito f | 0,011 | | | |
| comprimento da adutora L | 171m | | | |
| vazão de projeto Q | 14,000m ³ /s | | | |
| aceleração gravidade | 9,80m/s ² | | | |
| altura geométrica HG | 58,10m | | | |
| | diâmetro interno Di | perda de carga dist. dh | perda de carga sing. dh | |
| D = | 76 | 1,89m | 1,5770m | 3,19m |
| D = | 80 | 1,99m | 1,2070m | 3,06m |
| D = | 84 | 2,09m | 0,9396m | 2,98m |
| D = | 88 | 2,19m | 0,7373m | 2,92m |
| D = | 92 | 2,29m | 0,5869m | 2,88m |
| | coef. de atrito f | altura manométrica Hm | | |
| D = | 76 | 0,01142 | 62,86m | |
| D = | 80 | 0,01131 | 62,37m | |
| D = | 84 | 0,01121 | 62,02m | |
| D = | 88 | 0,01111 | 61,76m | |
| D = | 92 | 0,01103 | 61,57m | |

4. CUSTOS DA ENERGIA ELÉTRICA



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------|--------------------------|----------------|-----------------|
| rendimento do conj. moto bomba r | 0,87 | | | |
| nº de horas de um mês médio h | 730,00h | | | |
| nº de horas de um mês na ponta hp | 0,00h | | | |
| tarifa energia na ponta TEP | 0,036R\$/kWh | | | |
| tarifa energia fora da ponta TEFP | 0,026R\$/kWh | | | |
| tarifa men. demanda ponta TDP | 6,400R\$/kW | | | |
| tarifa men. demanda fora ponta TDFP | 1,470R\$/kW | | | |
| uso da demanda na ponta | 0,00% | | | |
| taxa de juros | 10,00% | | | |
| vida útil da elevatória | 30,00ano | | | |
| | | potência P | ativa mensal E | ponta mensal EP |
| D = | 76 | 9913,49kW | 7236845,39kWh | 0,00kWh |
| D = | 80 | 9835,39kW | 7179835,73kWh | 0,00kWh |
| D = | 84 | 9779,98kW | 7139388,34kWh | 0,00kWh |
| D = | 88 | 9739,13kW | 7109564,24kWh | 0,00kWh |
| D = | 92 | 9709,82kW | 7088170,92kWh | 0,00kWh |
| | | fora de ponta mensal EFP | | |
| D = | 76 | 7236845,39kWh | | |
| D = | 80 | 7179835,73kWh | | |
| D = | 84 | 7139388,34kWh | | |
| D = | 88 | 7109564,24kWh | | |
| D = | 92 | 7088170,92kWh | | |
| | | demanda D | CE | |
| D = | 76 | 9913,49kW | R\$ | 22.933.511,59 |
| D = | 80 | 9835,39kW | R\$ | 22.752.848,37 |
| D = | 84 | 9779,98kW | R\$ | 22.624.670,89 |
| D = | 88 | 9739,13kW | R\$ | 22.530.158,54 |
| D = | 92 | 9709,82kW | R\$ | 22.462.363,26 |

5. CUSTOS DA TUBULAÇÃO ASSENTADA

| | |
|--------------------------------|------------|
| custo unit. Tubulação ctu | 4,00R\$/m3 |
| custo unit. escavação vala cev | 2,53R\$/m3 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | |
|--|----|----------------------|----------------------|
| custo unit. aterro cat | | 1,48R\$/m3 | |
| | | forneç. Tubulação CF | escavação vala CE |
| D = | 76 | R\$ 730.000,95 | R\$ 4.311,52 |
| D = | 80 | R\$ 798.376,54 | R\$ 4.611,89 |
| D = | 84 | R\$ 900.745,47 | R\$ 4.922,09 |
| D = | 88 | R\$ 976.590,69 | R\$ 5.242,11 |
| D = | 92 | R\$ 1.089.374,34 | R\$ 5.571,96 |
| | | aterro vala CA | CT = CF+CE+CA |
| D = | 76 | R\$ 1.707,38 | R\$ 736.019,85 |
| D = | 80 | R\$ 1.795,07 | R\$ 804.783,51 |
| D = | 84 | R\$ 1.884,00 | R\$ 907.551,56 |
| D = | 88 | R\$ 1.974,15 | R\$ 983.806,96 |
| D = | 92 | R\$ 2.065,55 | R\$ 1.097.011,85 |
| CUSTO TOTAL EM VALOR PRESENTE = CE+CT | | | |
| D = | 76 | R\$ 23.669.531,44 | |
| D = | 80 | R\$ 23.557.631,88 | |
| D = | 84 | R\$ 23.532.222,44 | |
| D = | 88 | R\$ 23.513.965,49 | |
| D = | 92 | R\$ 23.559.375,11 | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

DIAMETROCON - EBV-2

1. CÁLCULO DAS ESPESSURAS E ESCOLHA DOS DIÂMETROS

| | | | |
|---|-----------|---------------------------|--------------------|
| H _{máx} (sobre-pressão do transitório) | 419,20m | pressão interna máx. | 57,10mca |
| nível mínimo da tubulação | 362,10m | rel. diâmetro/espessura < | 593,73 |
| tensão escoamento aço | 25300,00m | diâmetros externos | espessuras mínimas |
| diâmetros nominais | | | |
| escolha 1 | 76pol | 1930,40mm | 6,08mm |
| escolha 2 | 80pol | 2032,00mm | 6,33mm |
| escolha 3 | 84pol | 2133,60mm | 6,58mm |
| escolha 4 | 88pol | 2235,20mm | 6,84mm |
| escolha 5 | 92pol | 2336,80mm | 7,09mm |
| | | espessuras adotadas | raio do tubo R |
| escolha 1 | 76pol | 20,60mm | 0,97m |
| escolha 2 | 80pol | 21,40mm | 1,02m |
| escolha 3 | 84pol | 23,00mm | 1,07m |
| escolha 4 | 88pol | 23,80mm | 1,12m |
| escolha 5 | 92pol | 25,40mm | 1,17m |

2. VERIFICAÇÃO À PRESSÃO EXTERNA

| | | | |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------|----------------------|
| coef. deformação lenta solo DL | 1,50 | | |
| constante do leito K | 0,10 | | |
| módulo elasticidade aço E | 207000000000Pa | | |
| módulo reativo solo E' | 4800000Pa | | |
| coef. de carga Cd | 1,00 | | |
| peso específico do solo pe | 19000,00N/m ³ | | |
| coef. de impacto Ic | 1,50 | | |
| dist. entre eixos trem-tipo L | 1,50m | | |
| largura contato roda A | 0,45m | | |
| esforço exercido pela roda P | 75000,00N | | |
| altura solo acima tubo H | 1,50m | | |
| | largura da vala B | carga externa q | deflexão horiz. DX/D |
| D = | 76 | 86539,14Pa | 2,819% |
| | 2,53m | | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | |
|-----|----|-------|------------|--------|
| D = | 80 | 2,63m | 88469,54Pa | 2,923% |
| D = | 84 | 2,73m | 90399,94Pa | 2,912% |
| D = | 88 | 2,84m | 92330,34Pa | 3,015% |
| D = | 92 | 2,94m | 94260,74Pa | 3,008% |

| | | | |
|-----|----|----------------------------|------------|
| | | inércia = $t^3/12$ | massa m |
| D = | 76 | 0,0000007285m ³ | 970,2kg/m |
| D = | 80 | 0,0000008167m ³ | 1061,1kg/m |
| D = | 84 | 0,0000010139m ³ | 1197,2kg/m |
| D = | 88 | 0,0000011234m ³ | 1298,0kg/m |
| D = | 92 | 0,0000013656m ³ | 1447,9kg/m |

3. ALTURAS MANOMÉTRICAS

| | |
|----------------------|-------------------------|
| coef. de atrito f | 0,011 |
| vazão de projeto Q | 14,000m ³ /s |
| aceleração gravidade | 9,80m/s ² |
| altura geométrica HG | 39,70m |

| | | | | |
|-----|----|---------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | diâmetro interno Di | perda de carga dist. dh | perda de carga sing. dh |
| D = | 76 | 1,89m | 1,0770m | 3,19m |
| D = | 80 | 1,99m | 0,8243m | 3,06m |
| D = | 84 | 2,09m | 0,6417m | 2,98m |
| D = | 88 | 2,19m | 0,5035m | 2,92m |
| D = | 92 | 2,29m | 0,4008m | 2,88m |

| | | | |
|-----|----|-------------------|-----------------------|
| | | coef. de atrito f | altura manométrica Hm |
| D = | 76 | 0,01142 | 43,96m |
| D = | 80 | 0,01131 | 43,58m |
| D = | 84 | 0,01121 | 43,32m |
| D = | 88 | 0,01111 | 43,12m |
| D = | 92 | 0,01103 | 42,98m |

4. CUSTOS DA ENERGIA ELÉTRICA

| | |
|----------------------------------|---------|
| rendimento do conj. moto bomba r | 0,87 |
| nº de horas de um mês médio h | 730,00h |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------|--------------------------|----------------|-----------------|
| nº de horas de um mês na ponta hp | 0,00h | | | |
| tarifa energia na ponta TEP | 0,036R\$/kWh | | | |
| tarifa energia fora da ponta TEP | 0,026R\$/kWh | | | |
| tarifa men. demanda ponta TDP | 6,400R\$/kW | | | |
| tarifa men. demanda fora ponta TDFP | 1,470R\$/kW | | | |
| uso da demanda na ponta | 0,00% | | | |
| taxa de juros | 10,00% | | | |
| vida útil da elevatória | 30,00ano | | | |
| | | potência P | ativa mensal E | ponta mensal EP |
| D = 76 | | 6932,93kW | 5061039,77kWh | 0,00kWh |
| D = 80 | | 6873,34kW | 5017536,25kWh | 0,00kWh |
| D = 84 | | 6831,30kW | 4986848,34kWh | 0,00kWh |
| D = 88 | | 6800,56kW | 4964409,55kWh | 0,00kWh |
| D = 92 | | 6778,77kW | 4948505,62kWh | 0,00kWh |
| | | fora de ponta mensal EFP | | |
| D = 76 | | 5061039,77kWh | | |
| D = 80 | | 5017536,25kWh | | |
| D = 84 | | 4986848,34kWh | | |
| D = 88 | | 4964409,55kWh | | |
| D = 92 | | 4948505,62kWh | | |
| | | demanda D | CE | |
| D = 76 | | 6932,93kW | R\$ | 16.038.399,06 |
| D = 80 | | 6873,34kW | R\$ | 15.900.536,71 |
| D = 84 | | 6831,30kW | R\$ | 15.803.286,92 |
| D = 88 | | 6800,56kW | R\$ | 15.732.178,59 |
| D = 92 | | 6778,77kW | R\$ | 15.681.779,14 |

5. CUSTOS DA TUBULAÇÃO ASSENTADA

| | |
|--------------------------------|------------|
| comprimento da adutora L | 110m |
| custo unit. Tubulação ctu | 4,00R\$/m3 |
| custo unit. escavação vala cev | 2,53R\$/m3 |
| custo unit. aterro cat | 1,48R\$/m3 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | forneç. Tubulação CF | escavação vala CE |
|--|----|----------------------|-------------------|
| D = | 76 | R\$ 468.054,41 | R\$ 2.764,41 |
| D = | 80 | R\$ 511.894,76 | R\$ 2.957,00 |
| D = | 84 | R\$ 577.530,60 | R\$ 3.155,89 |
| D = | 88 | R\$ 626.160,25 | R\$ 3.361,08 |
| D = | 92 | R\$ 698.473,70 | R\$ 3.572,57 |
| | | aterro vala CA | CT = CF+CE+CA |
| D = | 76 | R\$ 1.094,72 | R\$ 471.913,55 |
| D = | 80 | R\$ 1.150,95 | R\$ 516.002,71 |
| D = | 84 | R\$ 1.207,96 | R\$ 581.894,46 |
| D = | 88 | R\$ 1.265,77 | R\$ 630.787,10 |
| D = | 92 | R\$ 1.324,37 | R\$ 703.370,64 |
| CUSTO TOTAL EM VALOR PRESENTE = CE+CT | | | |
| D = | 76 | R\$ 16.510.312,60 | |
| D = | 80 | R\$ 16.416.539,42 | |
| D = | 84 | R\$ 16.385.181,38 | |
| D = | 88 | R\$ 16.362.965,69 | |
| D = | 92 | R\$ 16.385.149,78 | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

DIAMETROCON - EBV-3

1. CÁLCULO DAS ESPESSURAS E ESCOLHA DOS DIÂMETROS

| | | | |
|---|-----------|---------------------------|--------------------|
| H _{máx} (sobre-pressão do transitório) | 484,58m | pressão interna máx. | 84,10mca |
| nível mínimo da tubulação | 400,48m | rel. diâmetro/espessura < | 403,12 |
| tensão escoamento aço | 25300,00m | diâmetros externos | espessuras mínimas |
| diâmetros nominais | | | |
| escolha 1 | 76pol | 1930,40mm | 6,08mm |
| escolha 2 | 80pol | 2032,00mm | 6,33mm |
| escolha 3 | 84pol | 2133,60mm | 6,58mm |
| escolha 4 | 88pol | 2235,20mm | 6,84mm |
| escolha 5 | 92pol | 2336,80mm | 7,09mm |
| | | espessuras adotadas | raio do tubo R |
| escolha 1 | 76pol | 20,60mm | 0,97m |
| escolha 2 | 80pol | 21,40mm | 1,02m |
| escolha 3 | 84pol | 23,00mm | 1,07m |
| escolha 4 | 88pol | 23,80mm | 1,12m |
| escolha 5 | 92pol | 25,40mm | 1,17m |

2. VERIFICAÇÃO À PRESSÃO EXTERNA

| | | | |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------|----------------------|
| coef. deformação lenta solo DL | 1,50 | | |
| constante do leito K | 0,10 | | |
| módulo elasticidade aço E | 207000000000Pa | | |
| módulo reativo solo E' | 4800000Pa | | |
| coef. de carga Cd | 1,00 | | |
| peso específico do solo pe | 19000,00N/m ³ | | |
| coef. de impacto Ic | 1,50 | | |
| dist. entre eixos trem-tipo L | 1,50m | | |
| largura contato roda A | 0,45m | | |
| esforço exercido pela roda P | 75000,00N | | |
| altura solo acima tubo H | 1,50m | | |
| | largura da vala B | carga externa q | deflexão horiz. DX/D |
| D = | 76 | 86539,14Pa | 2,819% |
| | 2,53m | | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | |
|-----|----|-------|------------|--------|
| D = | 80 | 2,63m | 88469,54Pa | 2,923% |
| D = | 84 | 2,73m | 90399,94Pa | 2,912% |
| D = | 88 | 2,84m | 92330,34Pa | 3,015% |
| D = | 92 | 2,94m | 94260,74Pa | 3,008% |

| | | | |
|-----|----|----------------------------|------------|
| | | inércia = $t^3/12$ | massa m |
| D = | 76 | 0,0000007285m ³ | 970,2kg/m |
| D = | 80 | 0,0000008167m ³ | 1061,1kg/m |
| D = | 84 | 0,0000010139m ³ | 1197,2kg/m |
| D = | 88 | 0,0000011234m ³ | 1298,0kg/m |
| D = | 92 | 0,0000013656m ³ | 1447,9kg/m |

3. ALTURAS MANOMÉTRICAS

| | |
|----------------------|-------------------------|
| coef. de atrito f | 0,011 |
| vazão de projeto Q | 14,000m ³ /s |
| aceleração gravidade | 9,80m/s ² |
| altura geométrica HG | 59,86m |

| | | | | |
|-----|----|---------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | diâmetro interno Di | perda de carga dist. dh | perda de carga sing. dh |
| D = | 76 | 1,89m | 1,6232m | 3,19m |
| D = | 80 | 1,99m | 1,2423m | 3,06m |
| D = | 84 | 2,09m | 0,9671m | 2,98m |
| D = | 88 | 2,19m | 0,7589m | 2,92m |
| D = | 92 | 2,29m | 0,6041m | 2,88m |

| | | | |
|-----|----|-------------------|-----------------------|
| | | coef. de atrito f | altura manométrica Hm |
| D = | 76 | 0,01142 | 64,67m |
| D = | 80 | 0,01131 | 64,16m |
| D = | 84 | 0,01121 | 63,80m |
| D = | 88 | 0,01111 | 63,54m |
| D = | 92 | 0,01103 | 63,35m |

4. CUSTOS DA ENERGIA ELÉTRICA

| | |
|----------------------------------|---------|
| rendimento do conj. moto bomba r | 0,87 |
| nº de horas de um mês médio h | 730,00h |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------|--------------------------|----------------|-----------------|
| nº de horas de um mês na ponta hp | 0,00h | | | |
| tarifa energia na ponta TEP | 0,036R\$/kWh | | | |
| tarifa energia fora da ponta TEP | 0,026R\$/kWh | | | |
| tarifa men. demanda ponta TDP | 6,400R\$/kW | | | |
| tarifa men. demanda fora ponta TDFP | 1,470R\$/kW | | | |
| uso da demanda na ponta | 0,00% | | | |
| taxa de juros | 10,00% | | | |
| vida útil da elevatória | 30,00ano | | | |
| | | potência P | ativa mensal E | ponta mensal EP |
| D = 76 | | 10198,32kW | 7444773,40kWh | 0,00kWh |
| D = 80 | | 10118,52kW | 7386517,02kWh | 0,00kWh |
| D = 84 | | 10061,88kW | 7345168,76kWh | 0,00kWh |
| D = 88 | | 10020,09kW | 7314662,94kWh | 0,00kWh |
| D = 92 | | 9990,09kW | 7292762,91kWh | 0,00kWh |
| | | fora de ponta mensal EFP | | |
| D = 76 | | 7444773,40kWh | | |
| D = 80 | | 7386517,02kWh | | |
| D = 84 | | 7345168,76kWh | | |
| D = 88 | | 7314662,94kWh | | |
| D = 92 | | 7292762,91kWh | | |
| | | demanda D | CE | |
| D = 76 | | 10198,32kW | R\$ | 23.592.433,99 |
| D = 80 | | 10118,52kW | R\$ | 23.407.819,93 |
| D = 84 | | 10061,88kW | R\$ | 23.276.787,58 |
| D = 88 | | 10020,09kW | R\$ | 23.180.114,86 |
| D = 92 | | 9990,09kW | R\$ | 23.110.713,81 |

5. CUSTOS DA TUBULAÇÃO ASSENTADA

| | |
|--------------------------------|------------|
| comprimento da adutora L | 176m |
| custo unit. Tubulação ctu | 4,00R\$/m3 |
| custo unit. escavação vala cev | 2,53R\$/m3 |
| custo unit. aterro cat | 1,48R\$/m3 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | forneç. Tubulação CF | escavação vala CE |
|--|----|----------------------|-------------------|
| D = | 76 | R\$ 751.089,87 | R\$ 4.436,07 |
| D = | 80 | R\$ 821.440,75 | R\$ 4.745,12 |
| D = | 84 | R\$ 926.767,00 | R\$ 5.064,28 |
| D = | 88 | R\$ 1.004.803,31 | R\$ 5.393,55 |
| D = | 92 | R\$ 1.120.845,16 | R\$ 5.732,93 |
| | | aterro vala CA | CT = CF+CE+CA |
| D = | 76 | R\$ 1.756,71 | R\$ 757.282,65 |
| D = | 80 | R\$ 1.846,93 | R\$ 828.032,81 |
| D = | 84 | R\$ 1.938,42 | R\$ 933.769,71 |
| D = | 88 | R\$ 2.031,19 | R\$ 1.012.228,05 |
| D = | 92 | R\$ 2.125,22 | R\$ 1.128.703,30 |
| CUSTO TOTAL EM VALOR PRESENTE = CE+CT | | | |
| D = | 76 | R\$ 24.349.716,64 | |
| D = | 80 | R\$ 24.235.852,73 | |
| D = | 84 | R\$ 24.210.557,29 | |
| D = | 88 | R\$ 24.192.342,91 | |
| D = | 92 | R\$ 24.239.417,12 | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

DIAMETROCON - EBV-4

1. CÁLCULO DAS ESPESSURAS E ESCOLHA DOS DIÂMETROS

| | | | |
|---|--------------------|---------------------------|--------------------|
| H _{máx} (sobre-pressão do transitório) | 534,30m | pressão interna máx. | 78,50mca |
| nível mínimo da tubulação | 455,80m | rel. diâmetro/espessura < | 431,87 |
| tensão escoamento aço | 25300,00m | diâmetros externos | espessuras mínimas |
| | diâmetros nominais | | |
| escolha 1 | 76pol | 1930,40mm | 6,08mm |
| escolha 2 | 80pol | 2032,00mm | 6,33mm |
| escolha 3 | 84pol | 2133,60mm | 6,58mm |
| escolha 4 | 88pol | 2235,20mm | 6,84mm |
| escolha 5 | 92pol | 2336,80mm | 7,09mm |
| | | espessuras adotadas | raio do tubo R |
| escolha 1 | 76pol | 20,60mm | 0,97m |
| escolha 2 | 80pol | 21,40mm | 1,02m |
| escolha 3 | 84pol | 23,00mm | 1,07m |
| escolha 4 | 88pol | 23,80mm | 1,12m |
| escolha 5 | 92pol | 25,40mm | 1,17m |

2. VERIFICAÇÃO À PRESSÃO EXTERNA

| | | | |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------|----------------------|
| coef. deformação lenta solo DL | 1,50 | | |
| constante do leito K | 0,10 | | |
| módulo elasticidade aço E | 207000000000Pa | | |
| módulo reativo solo E' | 4800000Pa | | |
| coef. de carga Cd | 1,00 | | |
| peso específico do solo pe | 19000,00N/m ³ | | |
| coef. de impacto Ic | 1,50 | | |
| dist. entre eixos trem-tipo L | 1,50m | | |
| largura contato roda A | 0,45m | | |
| esforço exercido pela roda P | 75000,00N | | |
| altura solo acima tubo H | 1,50m | | |
| | largura da vala B | carga externa q | deflexão horiz. DX/D |
| D = | 76 | 86539,14Pa | 2,819% |
| | 2,53m | | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | |
|-----|----|-------|------------|--------|
| D = | 80 | 2,63m | 88469,54Pa | 2,923% |
| D = | 84 | 2,73m | 90399,94Pa | 2,912% |
| D = | 88 | 2,84m | 92330,34Pa | 3,015% |
| D = | 92 | 2,94m | 94260,74Pa | 3,008% |

| | | | |
|-----|----|----------------------------|------------|
| | | inércia = $t^3/12$ | massa m |
| D = | 76 | 0,0000007285m ³ | 970,2kg/m |
| D = | 80 | 0,0000008167m ³ | 1061,1kg/m |
| D = | 84 | 0,0000010139m ³ | 1197,2kg/m |
| D = | 88 | 0,0000011234m ³ | 1298,0kg/m |
| D = | 92 | 0,0000013656m ³ | 1447,9kg/m |

3. ALTURAS MANOMÉTRICAS

| | |
|----------------------|-------------------------|
| coef. de atrito f | 0,011 |
| vazão de projeto Q | 14,000m ³ /s |
| aceleração gravidade | 9,80m/s ² |
| altura geométrica HG | 55,66m |

| | | | | |
|-----|----|---------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | diâmetro interno Di | perda de carga dist. dh | perda de carga sing. dh |
| D = | 76 | 1,89m | 1,5078m | 3,19m |
| D = | 80 | 1,99m | 1,1540m | 3,06m |
| D = | 84 | 2,09m | 0,8984m | 2,98m |
| D = | 88 | 2,19m | 0,7049m | 2,92m |
| D = | 92 | 2,29m | 0,5611m | 2,88m |

| | | | |
|-----|----|-------------------|-----------------------|
| | | coef. de atrito f | altura manométrica Hm |
| D = | 76 | 0,01142 | 60,35m |
| D = | 80 | 0,01131 | 59,87m |
| D = | 84 | 0,01121 | 59,53m |
| D = | 88 | 0,01111 | 59,28m |
| D = | 92 | 0,01103 | 59,11m |

4. CUSTOS DA ENERGIA ELÉTRICA

| | |
|----------------------------------|---------|
| rendimento do conj. moto bomba r | 0,87 |
| nº de horas de um mês médio h | 730,00h |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------|--------------------------|----------------|-----------------|
| nº de horas de um mês na ponta hp | 0,00h | | | |
| tarifa energia na ponta TEP | 0,036R\$/kWh | | | |
| tarifa energia fora da ponta TEP | 0,026R\$/kWh | | | |
| tarifa men. demanda ponta TDP | 6,400R\$/kW | | | |
| tarifa men. demanda fora ponta TDFP | 1,470R\$/kW | | | |
| uso da demanda na ponta | 0,00% | | | |
| taxa de juros | 10,00% | | | |
| vida útil da elevatória | 30,00ano | | | |
| | | potência P | ativa mensal E | ponta mensal EP |
| D = 76 | | 9517,78kW | 6947977,73kWh | 0,00kWh |
| D = 80 | | 9442,24kW | 6892838,15kWh | 0,00kWh |
| D = 84 | | 9388,69kW | 6853742,07kWh | 0,00kWh |
| D = 88 | | 9349,23kW | 6824940,56kWh | 0,00kWh |
| D = 92 | | 9320,97kW | 6804307,31kWh | 0,00kWh |
| | | fora de ponta mensal EFP | | |
| D = 76 | | 6947977,73kWh | | |
| D = 80 | | 6892838,15kWh | | |
| D = 84 | | 6853742,07kWh | | |
| D = 88 | | 6824940,56kWh | | |
| D = 92 | | 6804307,31kWh | | |
| | | demanda D | CE | |
| D = 76 | | 9517,78kW | R\$ | 22.018.092,04 |
| D = 80 | | 9442,24kW | R\$ | 21.843.355,10 |
| D = 84 | | 9388,69kW | R\$ | 21.719.459,91 |
| D = 88 | | 9349,23kW | R\$ | 21.628.188,12 |
| D = 92 | | 9320,97kW | R\$ | 21.562.801,49 |

5. CUSTOS DA TUBULAÇÃO ASSENTADA

| | |
|--------------------------------|------------|
| comprimento da adutora L | 162m |
| custo unit. Tubulação ctu | 4,00R\$/m3 |
| custo unit. escavação vala cev | 2,53R\$/m3 |
| custo unit. aterro cat | 1,48R\$/m3 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | forneç. Tubulação CF | escavação vala CE |
|---------------------------------------|----|----------------------|-------------------|
| D = | 76 | R\$ 692.092,13 | R\$ 4.087,62 |
| D = | 80 | R\$ 756.916,99 | R\$ 4.372,40 |
| D = | 84 | R\$ 853.969,91 | R\$ 4.666,49 |
| D = | 88 | R\$ 925.876,50 | R\$ 4.969,89 |
| D = | 92 | R\$ 1.032.803,32 | R\$ 5.282,61 |
| | | aterro vala CA | CT = CF+CE+CA |
| D = | 76 | R\$ 1.618,72 | R\$ 697.798,47 |
| D = | 80 | R\$ 1.701,86 | R\$ 762.991,24 |
| D = | 84 | R\$ 1.786,16 | R\$ 860.422,56 |
| D = | 88 | R\$ 1.871,64 | R\$ 932.718,03 |
| D = | 92 | R\$ 1.958,28 | R\$ 1.040.044,22 |
| CUSTO TOTAL EM VALOR PRESENTE = CE+CT | | | |
| D = | 76 | R\$ 22.715.890,51 | |
| D = | 80 | R\$ 22.606.346,34 | |
| D = | 84 | R\$ 22.579.882,47 | |
| D = | 88 | R\$ 22.560.906,15 | |
| D = | 92 | R\$ 22.602.845,71 | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

DIAMETROCON - EBV-5

1. CÁLCULO DAS ESPESSURAS E ESCOLHA DOS DIÂMETROS

| | | | |
|---|--------------------|---------------------------|--------------------|
| H _{máx} (sobre-pressão do transitório) | 554,90m | pressão interna máx. | 50,10mca |
| nível mínimo da tubulação | 504,80m | rel. diâmetro/espessura < | 676,69 |
| tensão escoamento aço | 25300,00m | diâmetros externos | espessuras mínimas |
| | diâmetros nominais | | |
| escolha 1 | 54pol | 1371,60mm | 4,68mm |
| escolha 2 | 60pol | 1524,00mm | 5,06mm |
| escolha 3 | 72pol | 1828,80mm | 5,82mm |
| escolha 4 | 76pol | 1930,40mm | 6,08mm |
| escolha 5 | 80pol | 2032,00mm | 6,33mm |
| | | espessuras adotadas | raio do tubo R |
| escolha 1 | 54pol | 12,70mm | 0,69m |
| escolha 2 | 60pol | 14,27mm | 0,76m |
| escolha 3 | 72pol | 18,26mm | 0,91m |
| escolha 4 | 76pol | 20,62mm | 0,97m |
| escolha 5 | 80pol | 21,43mm | 1,02m |

2. VERIFICAÇÃO À PRESSÃO EXTERNA

| | | | |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------|----------------------|
| coef. deformação lenta solo DL | 1,50 | | |
| constante do leito K | 0,10 | | |
| módulo elasticidade aço E | 207000000000Pa | | |
| módulo reativo solo E' | 4800000Pa | | |
| coef. de carga Cd | 1,00 | | |
| peso específico do solo pe | 19000,00N/m ³ | | |
| coef. de impacto Ic | 1,50 | | |
| dist. entre eixos trem-tipo L | 1,50m | | |
| largura contato roda A | 0,45m | | |
| esforço exercido pela roda P | 75000,00N | | |
| altura solo acima tubo H | 1,50m | | |
| | largura da vala B | carga externa q | deflexão horiz. DX/D |
| D = | 54 | 75921,94Pa | 2,830% |
| | 1,97m | | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | |
|-----|----|-------|------------|--------|
| D = | 60 | 2,12m | 78817,54Pa | 2,911% |
| D = | 72 | 2,43m | 84608,74Pa | 2,950% |
| D = | 76 | 2,53m | 86539,14Pa | 2,816% |
| D = | 80 | 2,63m | 88469,54Pa | 2,919% |

| | | | |
|-----|----|----------------------------|------------|
| | | inércia = $t^3/12$ | massa m |
| D = | 54 | 0,0000001707m ³ | 425,6kg/m |
| D = | 60 | 0,0000002422m ³ | 531,3kg/m |
| D = | 72 | 0,0000005074m ³ | 815,3kg/m |
| D = | 76 | 0,0000007306m ³ | 971,2kg/m |
| D = | 80 | 0,0000008201m ³ | 1062,6kg/m |

3. ALTURAS MANOMÉTRICAS

| | |
|----------------------|------------------------|
| coef. de atrito f | 0,012 |
| vazão de projeto Q | 9,000m ³ /s |
| aceleração gravidade | 9,80m/s ² |
| altura geométrica HG | 37,17m |

| | | | | |
|-----|----|---------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | diâmetro interno Di | perda de carga dist. dh | perda de carga sing. dh |
| D = | 54 | 1,35m | 2,4178m | 3,57m |
| D = | 60 | 1,50m | 1,4008m | 3,07m |
| D = | 72 | 1,79m | 0,5474m | 2,67m |
| D = | 76 | 1,89m | 0,4165m | 2,61m |
| D = | 80 | 1,99m | 0,3188m | 2,58m |

| | | | |
|-----|----|-------------------|-----------------------|
| | | coef. de atrito f | altura manométrica Hm |
| D = | 54 | 0,01218 | 43,16m |
| D = | 60 | 0,01194 | 41,64m |
| D = | 72 | 0,01153 | 40,38m |
| D = | 76 | 0,01142 | 40,20m |
| D = | 80 | 0,01131 | 40,07m |

4. CUSTOS DA ENERGIA ELÉTRICA

| | |
|----------------------------------|---------|
| rendimento do conj. moto bomba r | 0,87 |
| nº de horas de um mês médio h | 730,00h |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------|--------------------------|----------------|-----------------|
| nº de horas de um mês na ponta hp | 0,00h | | | |
| tarifa energia na ponta TEP | 0,036R\$/kWh | | | |
| tarifa energia fora da ponta TEPF | 0,026R\$/kWh | | | |
| tarifa men. demanda ponta TDP | 6,400R\$/kW | | | |
| tarifa men. demanda fora ponta TDFP | 1,470R\$/kW | | | |
| uso da demanda na ponta | 0,00% | | | |
| taxa de juros | 10,00% | | | |
| vida útil da elevatória | 30,00ano | | | |
| | | potência P | ativa mensal E | ponta mensal EP |
| D = 54 | | 4375,42kW | 3194058,32kWh | 0,00kWh |
| D = 60 | | 4221,21kW | 3081481,23kWh | 0,00kWh |
| D = 72 | | 4094,20kW | 2988767,50kWh | 0,00kWh |
| D = 76 | | 4075,49kW | 2975106,01kWh | 0,00kWh |
| D = 80 | | 4062,00kW | 2965262,61kWh | 0,00kWh |
| | | fora de ponta mensal EFP | | |
| D = 54 | | 3194058,32kWh | | |
| D = 60 | | 3081481,23kWh | | |
| D = 72 | | 2988767,50kWh | | |
| D = 76 | | 2975106,01kWh | | |
| D = 80 | | 2965262,61kWh | | |
| | | demanda D | CE | |
| D = 54 | | 4375,42kW | R\$ | 10.121.948,10 |
| D = 60 | | 4221,21kW | R\$ | 9.765.192,12 |
| D = 72 | | 4094,20kW | R\$ | 9.471.382,97 |
| D = 76 | | 4075,49kW | R\$ | 9.428.089,78 |
| D = 80 | | 4062,00kW | R\$ | 9.396.896,14 |

5. CUSTOS DA TUBULAÇÃO ASSENTADA

| | |
|--------------------------------|------------|
| comprimento da adutora L | 108m |
| custo unit. Tubulação ctu | 4,00R\$/m3 |
| custo unit. escavação vala cev | 2,53R\$/m3 |
| custo unit. aterro cat | 1,48R\$/m3 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | forneç. Tubulação CF | escavação vala CE |
|---------------------------------------|----|----------------------|-------------------|
| D = | 54 | R\$ 202.867,36 | R\$ 1.796,05 |
| D = | 60 | R\$ 253.246,94 | R\$ 2.032,47 |
| D = | 72 | R\$ 388.624,20 | R\$ 2.547,32 |
| D = | 76 | R\$ 462.906,15 | R\$ 2.731,38 |
| D = | 80 | R\$ 506.480,02 | R\$ 2.921,67 |
| | | aterro vala CA | CT = CF+CE+CA |
| D = | 54 | R\$ 790,07 | R\$ 205.453,47 |
| D = | 60 | R\$ 867,24 | R\$ 256.146,65 |
| D = | 72 | R\$ 1.026,87 | R\$ 392.198,39 |
| D = | 76 | R\$ 1.081,64 | R\$ 466.719,18 |
| D = | 80 | R\$ 1.137,19 | R\$ 510.538,89 |
| CUSTO TOTAL EM VALOR PRESENTE = CE+CT | | | |
| D = | 54 | R\$ 10.327.401,57 | |
| D = | 60 | R\$ 10.021.338,77 | |
| D = | 72 | R\$ 9.863.581,36 | |
| D = | 76 | R\$ 9.894.808,96 | |
| D = | 80 | R\$ 9.907.435,03 | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

DIAMETROCON - EBV-6

1. CÁLCULO DAS ESPESSURAS E ESCOLHA DOS DIÂMETROS

| | | | |
|---|-----------|---------------------------|--------------------|
| H _{máx} (sobre-pressão do transitório) | 618,15m | pressão interna máx. | 76,60mca |
| nível mínimo da tubulação | 541,55m | rel. diâmetro/espessura < | 442,58 |
| tensão escoamento aço | 25300,00m | diâmetros externos | espessuras mínimas |
| diâmetros nominais | | | |
| escolha 1 | 54pol | 1371,60mm | 4,68mm |
| escolha 2 | 60pol | 1524,00mm | 5,06mm |
| escolha 3 | 72pol | 1828,80mm | 5,82mm |
| escolha 4 | 76pol | 1930,40mm | 6,08mm |
| escolha 5 | 80pol | 2032,00mm | 6,33mm |
| | | espessuras adotadas | raio do tubo R |
| escolha 1 | 54pol | 12,70mm | 0,69m |
| escolha 2 | 60pol | 14,27mm | 0,76m |
| escolha 3 | 72pol | 18,26mm | 0,91m |
| escolha 4 | 76pol | 20,62mm | 0,97m |
| escolha 5 | 80pol | 21,43mm | 1,02m |

2. VERIFICAÇÃO À PRESSÃO EXTERNA

| | | | |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------|----------------------|
| coef. deformação lenta solo DL | 1,50 | | |
| constante do leito K | 0,10 | | |
| módulo elasticidade aço E | 207000000000Pa | | |
| módulo reativo solo E' | 4800000Pa | | |
| coef. de carga Cd | 1,00 | | |
| peso específico do solo pe | 19000,00N/m ³ | | |
| coef. de impacto Ic | 1,50 | | |
| dist. entre eixos trem-tipo L | 1,50m | | |
| largura contato roda A | 0,45m | | |
| esforço exercido pela roda P | 75000,00N | | |
| altura solo acima tubo H | 1,50m | | |
| | largura da vala B | carga externa q | deflexão horiz. DX/D |
| D = | 54 | 75921,94Pa | 2,830% |
| | 1,97m | | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | |
|-----|----|-------|------------|--------|
| D = | 60 | 2,12m | 78817,54Pa | 2,911% |
| D = | 72 | 2,43m | 84608,74Pa | 2,950% |
| D = | 76 | 2,53m | 86539,14Pa | 2,816% |
| D = | 80 | 2,63m | 88469,54Pa | 2,919% |

| | | | |
|-----|----|----------------------------|------------|
| | | inércia = $t^3/12$ | massa m |
| D = | 54 | 0,0000001707m ³ | 425,6kg/m |
| D = | 60 | 0,0000002422m ³ | 531,3kg/m |
| D = | 72 | 0,0000005074m ³ | 815,3kg/m |
| D = | 76 | 0,0000007306m ³ | 971,2kg/m |
| D = | 80 | 0,0000008201m ³ | 1062,6kg/m |

3. ALTURAS MANOMÉTRICAS

| | |
|----------------------|------------------------|
| coef. de atrito f | 0,012 |
| vazão de projeto Q | 9,000m ³ /s |
| aceleração gravidade | 9,80m/s ² |
| altura geométrica HG | 58,32m |

| | | | | |
|-----|----|---------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | diâmetro interno Di | perda de carga dist. dh | perda de carga sing. dh |
| D = | 54 | 1,35m | 3,7836m | 3,57m |
| D = | 60 | 1,50m | 2,1920m | 3,07m |
| D = | 72 | 1,79m | 0,8566m | 2,67m |
| D = | 76 | 1,89m | 0,6518m | 2,61m |
| D = | 80 | 1,99m | 0,4989m | 2,58m |

| | | | |
|-----|----|-------------------|-----------------------|
| | | coef. de atrito f | altura manométrica Hm |
| D = | 54 | 0,01218 | 65,67m |
| D = | 60 | 0,01194 | 63,58m |
| D = | 72 | 0,01153 | 61,84m |
| D = | 76 | 0,01142 | 61,59m |
| D = | 80 | 0,01131 | 61,40m |

4. CUSTOS DA ENERGIA ELÉTRICA

| | |
|----------------------------------|---------|
| rendimento do conj. moto bomba r | 0,87 |
| nº de horas de um mês médio h | 730,00h |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------|--------------------------|----------------|-----------------|
| nº de horas de um mês na ponta hp | 0,00h | | | |
| tarifa energia na ponta TEP | 0,036R\$/kWh | | | |
| tarifa energia fora da ponta TEP | 0,026R\$/kWh | | | |
| tarifa men. demanda ponta TDP | 6,400R\$/kW | | | |
| tarifa men. demanda fora ponta TDFP | 1,470R\$/kW | | | |
| uso da demanda na ponta | 0,00% | | | |
| taxa de juros | 10,00% | | | |
| vida útil da elevatória | 30,00ano | | | |
| | | potência P | ativa mensal E | ponta mensal EP |
| D = 54 | | 6658,06kW | 4860381,03kWh | 0,00kWh |
| D = 60 | | 6445,60kW | 4705286,55kWh | 0,00kWh |
| D = 72 | | 6269,72kW | 4576897,86kWh | 0,00kWh |
| D = 76 | | 6243,51kW | 4557764,20kWh | 0,00kWh |
| D = 80 | | 6224,43kW | 4543835,97kWh | 0,00kWh |
| | | fora de ponta mensal EFP | | |
| D = 54 | | 4860381,03kWh | | |
| D = 60 | | 4705286,55kWh | | |
| D = 72 | | 4576897,86kWh | | |
| D = 76 | | 4557764,20kWh | | |
| D = 80 | | 4543835,97kWh | | |
| | | demanda D | CE | |
| D = 54 | | 6658,06kW | R\$ | 15.402.512,93 |
| D = 60 | | 6445,60kW | R\$ | 14.911.019,61 |
| D = 72 | | 6269,72kW | R\$ | 14.504.156,79 |
| D = 76 | | 6243,51kW | R\$ | 14.443.522,36 |
| D = 80 | | 6224,43kW | R\$ | 14.399.383,88 |

5. CUSTOS DA TUBULAÇÃO ASSENTADA

| | |
|--------------------------------|------------|
| comprimento da adutora L | 175m |
| custo unit. Tubulação ctu | 4,00R\$/m3 |
| custo unit. escavação vala cev | 2,53R\$/m3 |
| custo unit. aterro cat | 1,48R\$/m3 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| | | fornec. Tubulação CF | escavação vala CE |
|--|----|----------------------|-------------------|
| D = | 54 | R\$ 328.037,24 | R\$ 2.904,21 |
| D = | 60 | R\$ 409.501,21 | R\$ 3.286,51 |
| D = | 72 | R\$ 628.406,74 | R\$ 4.119,02 |
| D = | 76 | R\$ 748.520,91 | R\$ 4.416,66 |
| D = | 80 | R\$ 818.980,02 | R\$ 4.724,36 |
| | | aterro vala CA | CT = CF+CE+CA |
| D = | 54 | R\$ 1.277,54 | R\$ 332.219,00 |
| D = | 60 | R\$ 1.402,34 | R\$ 414.190,06 |
| D = | 72 | R\$ 1.660,45 | R\$ 634.186,21 |
| D = | 76 | R\$ 1.749,02 | R\$ 754.686,59 |
| D = | 80 | R\$ 1.838,85 | R\$ 825.543,22 |
| CUSTO TOTAL EM VALOR PRESENTE = CE+CT | | | |
| D = | 54 | R\$ 15.734.731,93 | |
| D = | 60 | R\$ 15.325.209,67 | |
| D = | 72 | R\$ 15.138.343,01 | |
| D = | 76 | R\$ 15.198.208,95 | |
| D = | 80 | R\$ 15.224.927,10 | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

ANEXO II

**PERDAS DE CARGA
EBV-1, EBV-2, EBV-3, EBV-4, EBV-5 E EBV-6**



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

EBV-1

| <u>DADO</u> | DIÂMETRO | 1,6 | 2,2352 | 2,2352 | EP (do 1º) | 0,00015 | <u>DIFUSOR (DIAG. 5.5)</u> | <u>SIFÃO</u> <u>CURVA DE 60º (DIAGRAMA 6.2)</u> |
|-------------------|----------|----------|----------|--------------|---------------|----------|----------------------------|--|
| <u>DADO</u> Q | | 7 | 14 | 7 | | | | |
| <u>DADO</u> e | | 12,7 | 23,80 | 23,80 | <u>DADOS</u> | | A1 | 2,27 KDELTA |
| <u>DADO</u> LAMRE | | 0,0085 | 0,0077 | 0,0077 | | | B1 | 1,8 R0 |
| | | | | | VI | 7,00E-07 | LD | 10 R0/DH |
| Re | 7,96E+06 | 1,14E+07 | 5,70E+06 | | A1/B1 | 1,261111 | TANG | 0,10 DEL |
| Di | 1,5746 | 2,1876 | 2,1876 | | DH | 2,007862 | ALFA/2 | 5,52 A1 |
| area interna | 1,947287 | 3,758593 | 3,758593 | | | | PHIEL | 0,215624 B1 |
| velocidade | 3,594745 | 3,724798 | 1,862399 | | | | F0 | 3,758593 C1 |
| (V²/2g) | 0,659295 | 0,707863 | 0,176966 | L | | 205 | F1 | 4,086 KRE |
| perda de | 1,0153 | 0,7373 | 0,1843 | | | | F0/F1 | 0,919871 ZETA m |
| carga linear | 1,0153 | 0,7373 | 0,1843 | | | | TERMO em F | 0,153837 ZETA f |
| 560D/EP | 5973333 | 8344747 | 8344747 | DELTA | 7,47E-05 | | ZETAf | 0,002221 ZETA |
| EP/3,71D | 2,53E-05 | 1,81E-05 | 1,81E-05 | area interna | | 4,086 | ZETAe | 0,001384 PERDA |
| F | 0,011828 | 0,011115 | 0,011115 | velocidade | | 3,426334 | ZETA | 0,003606 PERDA (1B) |
| DELTA | 9,38E-05 | 6,71E-05 | 6,71E-05 | (V²/2g) | | 0,598968 | PERDA | 0,002552 |
| | | | | | | | PERDA (1B) | 0,000638 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| <u>CURVA DE 45° (DIAGRAMA 6.12)</u> | | <u>JUNÇÃO (DIAGRAMA 7.33-1a)</u> | | <u>GRADE (Levin)</u> | | <u>CURVA DE 45° (DIAGRAMA 6.2)</u> | |
|--------------------------------------|----------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|----------|------------------------------------|----------|
| KDELTA | 2 | Q1L | 7 | KD | 1,5 | KDELTA | 2 |
| L0 | 1,872 | QP | 14 | KF | 0,51 | R0 | 4,5 |
| R0 | 4,72 | Q1L/QP | 0,5 | L | 100 | R0/DH | 2,241189 |
| KRE | 1,00 | FP | 3,758593 | B | 67 | DEL | 45 |
| ZETA m | 0,11 | F1L | 1,947287 | L/B | 1,492537 | A1 | 0,636396 |
| ZETA f | 0,013839 | FP/F1L | 1,930169 | F(L/B) | 13,04084 | B1 | 0,140275 |
| ZETA | 0,233839 | Q2L | 7 | P | 0,15 | C1 | 0,8 |
| PERDA | 0,154169 | Q2L/Q1L | 1 | inclinação | 80,5 | KRE | 1,00 |
| | | KZETA | 0,560968 | seção retangular (5 x 4) | 20 | ZETA m | 0,071416 |
| | | PERDA | 0,397089 | vazão | 7 | ZETA f | 0,019617 |
| | | | | velocidade | 0,35 | ZETA | 0,16245 |
| | | | | (V ² /2g) | 0,00625 | PERDA | 0,097302 |
| | | | | PERDA | 0,0030 | PERDA (1B) | 0,028748 |
| <u>PERDA TOTAL</u> | | <u>ALTURA GEOMÉTRICA</u> | | <u>ALTURA TOTAL</u> | | <u>BORBOLETA DN 1600</u> | |
| 3,6569 | | 6,3 V. Máx. | 58,10 | 61,8 | | K | 0,24 |
| | | 6,1 Dif. Máx | 59,7 | 63,4 | | PERDA | 0,158231 |
| | | Dif. Mín. | 56,5 | 59,5 | | | |
| <u>PERDA DE CARGA NA SUCCÃO</u> | | 0,003 | | | | <u>CLASAR</u> | |
| <u>PERDA DE CARGA ATÉ O MANIFOLD</u> | | 2,709 | | | | PERDA | 2 |
| <u>PERDA DE CARGA NA ADUTORA</u> | | 0,944 | 3,657 | 61,8 | 4869,6 | | |
| <u>PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA</u> | | 0,737 | <u>PERDA DE CARGA SINGULAR</u> | | 2,920 | | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

EBV-2

| <u>DADO</u> | DIÂMETRO | 1,6 | 2,2352 | 2,2352 |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|
| <u>DADO</u> | Q | 7 | 14 | 7 |
| <u>DADO</u> | e | 12,7 | 23,80 | 23,80 |
| <u>DADO</u> | LAMRE | 0,0085 | 0,0077 | 0,0077 |
| Re | | 7,96E+06 | 1,14E+07 | 5,70E+06 |
| Di | | 1,5746 | 2,1876 | 2,1876 |
| area interna | | 1,947287 | 3,758593 | 3,758593 |
| velocidade | | 3,594745 | 3,724798 | 1,862399 |
| (V ² /2g) | | 0,659295 | 0,707863 | 0,176966 |
| perda de | | 0,6934 | 0,5035 | 0,1259 |
| carga linear | | 0,6934 | 0,5035 | 0,1259 |
| 560D/EP | | 5973333 | 8344747 | 8344747 |
| EP/3,71D | | 2,53E-05 | 1,81E-05 | 1,81E-05 |
| F | | 0,011828 | 0,011115 | 0,011115 |
| DELTA | | 9,38E-05 | 6,71E-05 | 6,71E-05 |

EP 0,00015
(do 1º)

DADOS

VI 7,00E-07
A1/B1 1,261111
DH 2,007862

L 140

DELTA 7,47E-05
area interna 4,086
velocidade 3,426334
(V²/2g) 0,598968

DIFUSOR (DIAG. 5.5)

A1 2,27
B1 1,8
LD 10
TANG 0,10
ALFA/2 5,52
PHIEL 0,215624
F0 3,758593
F1 4,086
F0/F1 0,919871
TERMO em F 0,153837
ZETAf 0,002221
ZETAe 0,001384
ZETA 0,003606
PERDA 0,002552
PERDA (1B) 0,000638

SIFÃO

CURVA DE 60° (DIAGRAMA 6.2)

KDELTA 2
R0 7,5
R0/DH 3,735316
DEL 60
A1 0,779423
B1 0,108656
C1 0,8
KRE 1,00
ZETA m 0,067751
ZETA f 0,043594
ZETA 0,179097
PERDA 0,107273
PERDA (1B) 0,031694



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

CURVA DE 45° (DIAGRAMA 6.12)

| | |
|--------------|----------|
| KDELTA | 2 |
| L0 | 1,872 |
| R0 | 4,72 |
| KRE | 1,00 |
| ZETA m | 0,11 |
| ZETA f | 0,013839 |
| ZETA | 0,233839 |
| PERDA | 0,154169 |

JUNÇÃO (DIAGRAMA 7.33-1a) GRADE (Levin)

| | | | |
|--------------|----------|--------------------------|----------|
| Q1L | 7 | KD | 1,5 |
| QP | 14 | KF | 0,51 |
| Q1L/QP | 0,5 | L | 100 |
| FP | 3,758593 | B | 67 |
| F1L | 1,947287 | L/B | 1,492537 |
| FP/F1L | 1,930169 | F(L/B) | 13,04084 |
| Q2L | 7 | P | 0,15 |
| Q2L/Q1L | 1 | inclinação | 80,5 |
| KZETA | 0,560968 | seção retangular (5 x 4) | 20 |
| PERDA | 0,397089 | vazão | 7 |
| | | velocidade | 0,35 |
| | | (V ² /2g) | 0,00625 |
| | | PERDA | 0,0030 |

CURVA DE 45° (DIAGRAMA 6.2)

| | |
|-------------------|----------|
| KDELTA | 2 |
| R0 | 4,5 |
| R0/DH | 2,241189 |
| DEL | 45 |
| A1 | 0,636396 |
| B1 | 0,140275 |
| C1 | 0,8 |
| KRE | 1,00 |
| ZETA m | 0,071416 |
| ZETA f | 0,019617 |
| ZETA | 0,16245 |
| PERDA | 0,097302 |
| PERDA (1B) | 0,028748 |

PERDA TOTAL

3,4231

%

ALTURA GEOMÉTRICA

| | | |
|-----|-----------|-------|
| 8,6 | V. Máx. | 39,70 |
| 8,3 | Dif. Máx | 41,3 |
| | Dif. Mín. | 38,1 |

ALTURA TOTAL

| |
|------|
| 43,1 |
| 44,7 |
| 41,0 |

BORBOLETA DN 1600

| | |
|--------------|----------|
| K | 0,24 |
| PERDA | 0,158231 |

CLASAR

| | |
|--------------|---|
| PERDA | 2 |
|--------------|---|

PERDA DE CARGA NA SUCÇÃO

0,003

PERDA DE CARGA ATÉ O MANIFOLD

2,709

SOMA

ALTURA TOTAL

POTÊNCIA

PERDA DE CARGA NA ADUTORA

0,711

3,423

43,1

3400,3

PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA

0,504

PERDA DE CARGA SINGULAR

2,920



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

EBV-3

| <u>DADO</u> | <u>DIÂMETRO</u> | 1,6 | 2,2352 | 2,2352 |
|-------------|----------------------|----------|----------|----------|
| <u>DADO</u> | Q | 7 | 14 | 7 |
| <u>DADO</u> | e | 12,7 | 23,80 | 23,80 |
| <u>DADO</u> | LAMRE | 0,0085 | 0,0077 | 0,0077 |
| | Re | 7,96E+06 | 1,14E+07 | 5,70E+06 |
| | Di | 1,5746 | 2,1876 | 2,1876 |
| | area interna | 1,947287 | 3,758593 | 3,758593 |
| | velocidade | 3,594745 | 3,724798 | 1,862399 |
| | (V ² /2g) | 0,659295 | 0,707863 | 0,176966 |
| | perda de | 1,0450 | 0,7589 | 0,1897 |
| | carga linear | 1,0450 | 0,7589 | 0,1897 |
| | 560D/EP | 5973333 | 8344747 | 8344747 |
| | EP/3,71D | 2,53E-05 | 1,81E-05 | 1,81E-05 |
| | F | 0,011828 | 0,011115 | 0,011115 |
| | DELTA | 9,38E-05 | 6,71E-05 | 6,71E-05 |

EP 0,00015
(do 1º)

DADOS

VI 7,00E-07
A1/B1 1,261111
DH 2,007862

L 211

DELTA 7,47E-05
area interna 4,086
velocidade 3,426334
(V²/2g) 0,598968

DIFUSOR (DIAG. 5.5)

A1 2,27
B1 1,8
LD 10
TANG 0,10
ALFA/2 5,52
PHIEL 0,215624
F0 3,758593
F1 4,086
F0/F1 0,919871
TERMO em F 0,153837
ZETAf 0,002221
ZETAe 0,001384
ZETA 0,003606
PERDA 0,002552
PERDA (1B) 0,000638

SIFÃO

CURVA DE 60° (DIAGRAMA 6.2)

KDELTA 2
R0 7,5
R0/DH 3,735316
DEL 60
A1 0,779423
B1 0,108656
C1 0,8
KRE 1,00
ZETA m 0,067751
ZETA f 0,043594
ZETA 0,179097
PERDA 0,107273
PERDA (1B) 0,031694



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

CURVA DE 45° (DIAGRAMA 6.12)

| | |
|--------------|----------|
| KDELTA | 2 |
| L0 | 1,872 |
| R0 | 4,72 |
| KRE | 1,00 |
| ZETA m | 0,11 |
| ZETA f | 0,013839 |
| ZETA | 0,233839 |
| PERDA | 0,154169 |

JUNÇÃO (DIAGRAMA 7.33-1a) GRADE (Levin)

| | | | |
|--------------|----------|--------------------------|----------|
| Q1L | 7 | KD | 1,5 |
| QP | 14 | KF | 0,51 |
| Q1L/QP | 0,5 | L | 100 |
| FP | 3,758593 | B | 67 |
| F1L | 1,947287 | L/B | 1,492537 |
| FP/F1L | 1,930169 | F(L/B) | 13,04084 |
| Q2L | 7 | P | 0,15 |
| Q2L/Q1L | 1 | inclinação | 80,5 |
| KZETA | 0,560968 | seção retangular (5 x 4) | 20 |
| PERDA | 0,397089 | vazão | 7 |
| | | velocidade | 0,35 |
| | | (V ² /2g) | 0,00625 |
| | | PERDA | 0,0030 |

CURVA DE 45° (DIAGRAMA 6.2)

| | |
|-------------------|----------|
| KDELTA | 2 |
| R0 | 4,5 |
| R0/DH | 2,241189 |
| DEL | 45 |
| A1 | 0,636396 |
| B1 | 0,140275 |
| C1 | 0,8 |
| KRE | 1,00 |
| ZETA m | 0,071416 |
| ZETA f | 0,019617 |
| ZETA | 0,16245 |
| PERDA | 0,097302 |
| PERDA (1B) | 0,028748 |

PERDA TOTAL

3,6784

%

ALTURA GEOMÉTRICA

| | | |
|-----|-----------|-------|
| 6,1 | V. Máx. | 59,86 |
| 6,0 | Dif. Máx | 61,46 |
| | Dif. Mín. | 58,26 |

ALTURA TOTAL

| |
|------|
| 63,5 |
| 65,1 |
| 61,2 |

BORBOLETA DN 1600

| | |
|--------------|----------|
| K | 0,24 |
| PERDA | 0,158231 |

CLASAR

| | |
|--------------|---|
| PERDA | 2 |
|--------------|---|

PERDA DE CARGA NA SUCÇÃO

0,003

PERDA DE CARGA ATÉ O MANIFOLD

2,709

SOMA

ALTURA TOTAL

POTÊNCIA

PERDA DE CARGA NA ADUTORA

0,966

3,678

63,5

5010,0

PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA

0,759

PERDA DE CARGA SINGULAR

2,920



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

EBV-4

| <u>DADO</u> | DIÂMETRO | 1,6 | 2,2352 | 2,2352 |
|----------------------|----------|----------|----------|--------|
| <u>DADO</u> | Q | 7 | 14 | 7 |
| <u>DADO</u> | e | 12,7 | 23,80 | 23,80 |
| <u>DADO</u> | LAMRE | 0,0085 | 0,0077 | 0,0077 |
| Re | 7,96E+06 | 1,14E+07 | 5,70E+06 | |
| Di | 1,5746 | 2,1876 | 2,1876 | |
| area interna | 1,947287 | 3,758593 | 3,758593 | |
| velocidade | 3,594745 | 3,724798 | 1,862399 | |
| (V ² /2g) | 0,659295 | 0,707863 | 0,176966 | |
| perda de | 0,9707 | 0,7049 | 0,1762 | |
| carga linear | 0,9707 | 0,7049 | 0,1762 | |
| 560D/EP | 5973333 | 8344747 | 8344747 | |
| EP/3,71D | 2,53E-05 | 1,81E-05 | 1,81E-05 | |
| F | 0,011828 | 0,011115 | 0,011115 | |
| DELTA | 9,38E-05 | 6,71E-05 | 6,71E-05 | |

EP 0,00015
(do 1º)

DADOS

VI 7,00E-07
A1/B1 1,261111
DH 2,007862

L 196

DELTA 7,47E-05
area interna 4,086
velocidade 3,426334
(V²/2g) 0,598968

DIFUSOR (DIAG. 5.5)

A1 2,27
B1 1,8
LD 10
TANG 0,10
ALFA/2 5,52
PHIEL 0,215624
F0 3,758593
F1 4,086
F0/F1 0,919871
TERMO em F 0,153837
ZETAf 0,002221
ZETAe 0,001384
ZETA 0,003606
PERDA 0,002552
PERDA (1B) 0,000638

SIFÃO

CURVA DE 60° (DIAGRAMA 6.2)

KDELTA 2
R0 7,5
R0/DH 3,735316
DEL 60
A1 0,779423
B1 0,108656
C1 0,8
KRE 1,00
ZETA m 0,067751
ZETA f 0,043594
ZETA 0,179097
PERDA 0,107273
PERDA (1B) 0,031694



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

CURVA DE 45° (DIAGRAMA 6.12)

| | |
|--------------|----------|
| KDELTA | 2 |
| L0 | 1,872 |
| R0 | 4,72 |
| KRE | 1,00 |
| ZETA m | 0,11 |
| ZETA f | 0,013839 |
| ZETA | 0,233839 |
| PERDA | 0,154169 |

JUNÇÃO (DIAGRAMA 7.33-1a) GRADE (Levin)

| | | | |
|--------------|----------|--------------------------|----------|
| Q1L | 7 | KD | 1,5 |
| QP | 14 | KF | 0,51 |
| Q1L/QP | 0,5 | L | 100 |
| FP | 3,758593 | B | 67 |
| F1L | 1,947287 | L/B | 1,492537 |
| FP/F1L | 1,930169 | F(L/B) | 13,04084 |
| Q2L | 7 | P | 0,15 |
| Q2L/Q1L | 1 | inclinação | 80,5 |
| KZETA | 0,560968 | seção retangular (5 x 4) | 20 |
| PERDA | 0,397089 | vazão | 7 |
| | | velocidade | 0,35 |
| | | (V ² /2g) | 0,00625 |
| | | PERDA | 0,0030 |

CURVA DE 45° (DIAGRAMA 6.2)

| | |
|-------------------|----------|
| KDELTA | 2 |
| R0 | 4,5 |
| R0/DH | 2,241189 |
| DEL | 45 |
| A1 | 0,636396 |
| B1 | 0,140275 |
| C1 | 0,8 |
| KRE | 1,00 |
| ZETA m | 0,071416 |
| ZETA f | 0,019617 |
| ZETA | 0,16245 |
| PERDA | 0,097302 |
| PERDA (1B) | 0,028748 |

PERDA TOTAL

3,6245

%

ALTURA GEOMÉTRICA

| | | |
|-----|-----------|-------|
| 6,5 | V. Máx. | 55,66 |
| 6,3 | Dif. Máx | 57,26 |
| | Dif. Mín. | 54,06 |

ALTURA TOTAL

| |
|------|
| 59,3 |
| 60,9 |
| 57,0 |

BORBOLETA DN 1600

| | |
|--------------|----------|
| K | 0,24 |
| PERDA | 0,158231 |

CLASAR

| | |
|--------------|---|
| PERDA | 2 |
|--------------|---|

PERDA DE CARGA NA SUCÇÃO

0,003

PERDA DE CARGA ATÉ O MANIFOLD

2,709

SOMA

ALTURA TOTAL

POTÊNCIA

PERDA DE CARGA NA ADUTORA

0,912

3,624

59,3

4674,6

PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA

0,705

PERDA DE CARGA SINGULAR

2,920



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

EBV-5

| | | | | |
|-------------|----------------------|----------|----------|----------|
| DADO | DIÂMETRO | 1,4 | 1,8288 | 1,8288 |
| DADO | Q | 4,5 | 9 | 4,5 |
| DADO | e | 12,7 | 18,26 | 18,26 |
| DADO | LAMRE | 0,0085 | 0,0077 | 0,0077 |
| | Re | 5,85E+06 | 8,95E+06 | 4,48E+06 |
| | Di | 1,3746 | 1,79228 | 1,79228 |
| | area interna | 1,484028 | 2,522907 | 2,522907 |
| | velocidade | 3,032287 | 3,567314 | 1,783657 |
| | (V ² /2g) | 0,469121 | 0,649272 | 0,162318 |
| | perda de | 0,5424 | 0,5474 | 0,1369 |
| | carga linear | 0,5424 | 0,5474 | 0,1369 |
| | 560D/EP | 5226667 | 6827520 | 6827520 |
| | EP/3,71D | 2,89E-05 | 2,21E-05 | 2,21E-05 |
| | F | 0,012132 | 0,011535 | 0,011535 |
| | DELTA | 0,000107 | 8,2E-05 | 8,2E-05 |

EP 0,00015
(do 1º)

DADOS

VI 7,00E-07
A1/B1 1,261111
DH 2,007862

L 131

DELTA 7,47E-05
area interna 4,086
velocidade 2,202643
(V²/2g) 0,247532

DIFUSOR (DIAG. 5.5)

A1 2,27
B1 1,8
LD 10
TANG 0,07
ALFA/2 4,16
PHIEL 0,150939
F0 2,522907
F1 4,086
F0/F1 0,617452
TERMO em F 0,618754
ZETAf 0,012308
ZETAe 0,022089
ZETA 0,034397
PERDA 0,022333
PERDA (1B) 0,005583

SIFÃO

CURVA DE 60° (DIAGRAMA 6.2)

KDELTA 2
R0 7,5
R0/DH 3,735316
DEL 60
A1 0,779423
B1 0,108656
C1 0,8
KRE 1,00
ZETA m 0,067751
ZETA f 0,045241
ZETA 0,180744
PERDA 0,04474
PERDA (1B) 0,029338



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| <u>CURVA DE 45° (DIAGRAMA 6.12)</u> | | <u>JUNÇÃO (DIAGRAMA 7.33-1a)</u> | | <u>GRADE (Levin)</u> | | <u>CURVA DE 45° (DIAGRAMA 6.2)</u> | |
|--------------------------------------|----------|----------------------------------|----------|--------------------------------|---------------------|------------------------------------|----------|
| KDELTA | 2 | Q1L | 4,5 | KD | 1,5 | KDELTA | 2 |
| L0 | 1,638 | QP | 9 | KF | 0,51 | R0 | 4,5 |
| R0 | 4,13 | Q1L/QP | 0,5 | L | 100 | R0/DH | 2,241189 |
| KRE | 1,00 | FP | 2,522907 | B | 67 | DEL | 45 |
| ZETA m | 0,11 | F1L | 1,484028 | L/B | 1,492537 | A1 | 0,636396 |
| ZETA f | 0,014195 | FP/F1L | 1,70004 | F(L/B) | 13,04084 | B1 | 0,140275 |
| ZETA | 0,234195 | Q2L | 4,5 | P | 0,15 | C1 | 0,8 |
| PERDA | 0,109866 | Q2L/Q1L | 1 | inclinação | 80,5 | KRE | 1,00 |
| | | KZETA | 0,515506 | seção retangular (5 x 4) | 20 | ZETA m | 0,071416 |
| | | PERDA | 0,334703 | vazão | 7 | ZETA f | 0,020359 |
| | | | | velocidade | 0,35 | ZETA | 0,163191 |
| | | | | (V ² /2g) | 0,00625 | PERDA | 0,040395 |
| | | | | PERDA | 0,0030 | PERDA (1B) | 0,026489 |
| <u>PERDA TOTAL</u> | | <u>ALTURA GEOMÉTRICA</u> | | <u>ALTURA TOTAL</u> | | <u>BORBOLETA DN 1600</u> | |
| 3,2150 | | 8,6 V. Máx. | 37,17 | 40,4 | | K | 0,24 |
| | | 8,3 Dif. Máx | 38,77 | 42,0 | | PERDA | 0,112589 |
| | | Dif. Mín. | 35,57 | 38,3 | | | |
| <u>PERDA DE CARGA NA SUCÇÃO</u> | | 0,003 | | | | <u>CLASAR</u> | |
| <u>PERDA DE CARGA ATÉ O MANIFOLD</u> | | 2,557 | | | | PERDA | |
| <u>PERDA DE CARGA NA ADUTORA</u> | | 0,655 | | | | 2 | |
| <u>PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA</u> | | 0,547 | | | | | |
| | | | | <u>SOMA</u> | <u>ALTURA TOTAL</u> | <u>POTÊNCIA</u> | |
| | | | | 3,215 | 40,4 | 2047,10 | |
| | | | | <u>PERDA DE CARGA SINGULAR</u> | | 2,668 | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

EBV-6

| | | | | |
|-------------|----------------------|----------|----------|----------|
| DADO | DIÂMETRO | 1,4 | 1,8288 | 1,8288 |
| DADO | Q | 4,5 | 9 | 4,5 |
| DADO | e | 12,7 | 18,26 | 18,26 |
| DADO | LAMRE | 0,0085 | 0,0077 | 0,0077 |
| | Re | 5,85E+06 | 8,95E+06 | 4,48E+06 |
| | Di | 1,3746 | 1,79228 | 1,79228 |
| | area interna | 1,484028 | 2,522907 | 2,522907 |
| | velocidade | 3,032287 | 3,567314 | 1,783657 |
| | (V ² /2g) | 0,469121 | 0,649272 | 0,162318 |
| | perda de | 0,8488 | 0,8566 | 0,2142 |
| | carga linear | 0,8488 | 0,8566 | 0,2142 |
| | 560D/EP | 5226667 | 6827520 | 6827520 |
| | EP/3,71D | 2,89E-05 | 2,21E-05 | 2,21E-05 |
| | F | 0,012132 | 0,011535 | 0,011535 |
| | DELTA | 0,000107 | 8,2E-05 | 8,2E-05 |

EP 0,00015
(do 1º)

DADOS

VI 7,00E-07
A1/B1 1,261111
DH 2,007862

L 205

DELTA 7,47E-05
area interna 4,086
velocidade 2,202643
(V²/2g) 0,247532

DIFUSOR (DIAG. 5.5)

A1 2,27
B1 1,8
LD 10
TANG 0,07
ALFA/2 4,16
PHIEL 0,150939
F0 2,522907
F1 4,086
F0/F1 0,617452
TERMO em F 0,618754
ZETAf 0,012308
ZETAe 0,022089
ZETA 0,034397
PERDA 0,022333
PERDA (1B) 0,005583

SIFÃO

CURVA DE 60° (DIAGRAMA 6.2)

KDELTA 2
R0 7,5
R0/DH 3,735316
DEL 60
A1 0,779423
B1 0,108656
C1 0,8
KRE 1,00
ZETA m 0,067751
ZETA f 0,045241
ZETA 0,180744
PERDA 0,04474
PERDA (1B) 0,029338



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| <u>CURVA DE 45° (DIAGRAMA 6.12)</u> | | <u>JUNÇÃO (DIAGRAMA 7.33-1a)</u> | | <u>GRADE (Levin)</u> | | <u>CURVA DE 45° (DIAGRAMA 6.2)</u> | |
|--------------------------------------|----------|----------------------------------|----------|--------------------------------|---------------------|------------------------------------|----------|
| KDELTA | 2 | Q1L | 4,5 | KD | 1,5 | KDELTA | 2 |
| L0 | 1,638 | QP | 9 | KF | 0,51 | R0 | 4,5 |
| R0 | 4,13 | Q1L/QP | 0,5 | L | 100 | R0/DH | 2,241189 |
| KRE | 1,00 | FP | 2,522907 | B | 67 | DEL | 45 |
| ZETA m | 0,11 | F1L | 1,484028 | L/B | 1,492537 | A1 | 0,636396 |
| ZETA f | 0,014195 | FP/F1L | 1,70004 | F(L/B) | 13,04084 | B1 | 0,140275 |
| ZETA | 0,234195 | Q2L | 4,5 | P | 0,15 | C1 | 0,8 |
| PERDA | 0,109866 | Q2L/Q1L | 1 | inclinação | 80,5 | KRE | 1,00 |
| | | KZETA | 0,515506 | seção retangular (5 x 4) | 20 | ZETA m | 0,071416 |
| | | PERDA | 0,334703 | vazão | 7 | ZETA f | 0,020359 |
| | | | | velocidade | 0,35 | ZETA | 0,163191 |
| | | | | (V ² /2g) | 0,00625 | PERDA | 0,040395 |
| | | | | PERDA | 0,0030 | PERDA (1B) | 0,026489 |
| <u>PERDA TOTAL</u> | | <u>ALTURA GEOMÉTRICA</u> | | <u>ALTURA TOTAL</u> | | <u>BORBOLETA DN 1600</u> | |
| 3,5242 | | 6,0 V. Máx. | 58,32 | 61,8 | | K | 0,24 |
| | | 5,9 Dif. Máx | 59,92 | 63,4 | | PERDA | 0,112589 |
| | | Dif. Mín. | 56,72 | 59,6 | | | |
| <u>PERDA DE CARGA NA SUCÇÃO</u> | | 0,003 | | | | <u>CLASAR</u> | |
| <u>PERDA DE CARGA ATÉ O MANIFOLD</u> | | 2,557 | | <u>SOMA</u> | <u>ALTURA TOTAL</u> | <u>POTÊNCIA</u> | |
| <u>PERDA DE CARGA NA ADUTORA</u> | | 0,964 | | 3,524 | 61,8 | 3134,86 | |
| <u>PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA</u> | | 0,857 | | <u>PERDA DE CARGA SINGULAR</u> | | 2,668 | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| ÍNDICE | PG |
|--|----|
| MECÂNICA BOMBAS – MEMORIAL DE CÁLCULO – PARTE 5 B | 1 |
| 1 . OBJETO E OBJETIVO | 1 |
| 2 . DADOS DE PROJETO | 1 |
| 3 . DEFINIÇÕES E A ALTURA MANOMÉTRICA DE PROJETO | 2 |
| 4 . CARACTERÍSTICAS E DIMENSÕES PRINCIPAIS DA BOMBA..... | 3 |
| FABRICANTES: | 5 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

MECÂNICA BOMBAS – MEMORIAL DE CÁLCULO – PARTE 5 B

1 . OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste memorial de cálculo é o Projeto de Transposição de Água do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional.

Este memorial de cálculo tem por objetivo determinar em caráter preliminar as principais características e dimensões da bomba hidráulica a ser utilizada nas Estações de Bombeamento EBV-1, EBV-2, EBV-3, EBV-4, EBV-5 e EBV-6, do Trecho V, Eixo Leste.

2 . DADOS DE PROJETO

Em cada uma das Estações de Bombeamento do Eixo Leste deverão ser instaladas cinco bombas hidráulicas, sendo quatro conjuntos operacionais e um de reserva.

As bombas previstas no projeto básico são do tipo semi-axiais, eixo vertical de poço úmido.

Para cada Estação de Bombeamento haverá dois condutos de recalque. A operação normal prevê o funcionamento conjunto, em paralelo, de duas bombas, abastecendo um único conjunto. Excepcionalmente, poderá haver um único conjunto de bombeamento recalcando a vazão através de um dos condutos.

As vazões totais e unitárias referentes a cada um dos sistemas estão apresentadas na tabela abaixo.

| ESTAÇÃO | EBV-1 | EBV-2 | EBV-3 | EBV-4 | EBV-5 | EBV-6 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Vazão do Sistema (m³/s) | 28 | 28 | 28 | 28 | 18 | 18 |
| Vazão unitária (m³/s) | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 4,5 | 4,5 |

Os níveis dos canais a montante e a jusante da Casa de Bombas foram fornecidos pela Área Hidráulica:

| ESTAÇÃO | EBV-1 | EBV-2 | EBV-3 | EBV-4 | EBV-5 | EBV-6 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Nível d'água normal de montante (m) | 304,00 | 361,30 | 399,64 | 454,17 | 503,83 | 540,55 |
| Nível d'água normal de jusante (m) | 362,10 | 401,00 | 459,50 | 509,83 | 541,00 | 598,87 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

3 . DEFINIÇÕES E A ALTURA MANOMÉTRICA DE PROJETO

As unidades hidráulicas deverão ser projetadas para melhor eficiência com duas unidades (por adutora) em operação, sob condição de altura geométrica normal.

Desta forma, a altura manométrica de projeto de melhor eficiência deverá ocorrer com duas unidades (por adutora) operando e uma altura geométrica conforme tabela abaixo.

Alturas geométricas

A altura geométrica normal é obtida pela diferença entre os níveis normal de jusante e normal de montante.

| ESTAÇÃO | EBV-1 | EBV-2 | EBV-3 | EBV-4 | EBV-5 | EBV-6 |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Altura geométrica normal (m) | 58,10 | 39,70 | 59,86 | 55,66 | 37,17 | 58,62 |

Perdas de Carga

As perdas de carga são calculadas pela expressão (ver planilhas de cálculo no Anexo II do relatório referente ao conduto forçado):

$\Delta H = K * Q^2$, onde:

ΔH perda de carga, em metros

K coeficiente de perda de carga, adimensional

Q vazão, em m³/s. A montante da junção com o conduto, a vazão considerada no cálculo é igual a vazão de projeto. A jusante, na adutora propriamente dita, a vazão é igual a duas vezes a vazão de projeto.

| ESTAÇÃO | EBV-1 | EBV-2 | EBV-3 | EBV-4 | EBV-5 | EBV-6 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ΔH | 3,66 | 3,42 | 3,68 | 3,62 | 3,21 | 3,53 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

Faixa de Alturas

A altura manométrica de projeto (100% da altura) é igual a soma dos valores da altura geométrica e da correspondente perda de carga.

Ou seja: $H_{man} = H_g + \Delta H$

| ESTAÇÃO | EBV-1 | EBV-2 | EBV-3 | EBV-4 | EBV-5 | EBV-6 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| H_{man} | 61,76 | 43,12 | 63,54 | 59,28 | 40,38 | 61,85 |

4 . CARACTERÍSTICAS E DIMENSÕES PRINCIPAIS DA BOMBA

As características e as dimensões principais da bomba foram determinadas em função de consultas feitas a diversos tradicionais fabricantes de bombas e, também, em função das determinações do *HI - Hydraulic Institute* e do *Bureau of Reclamation*.

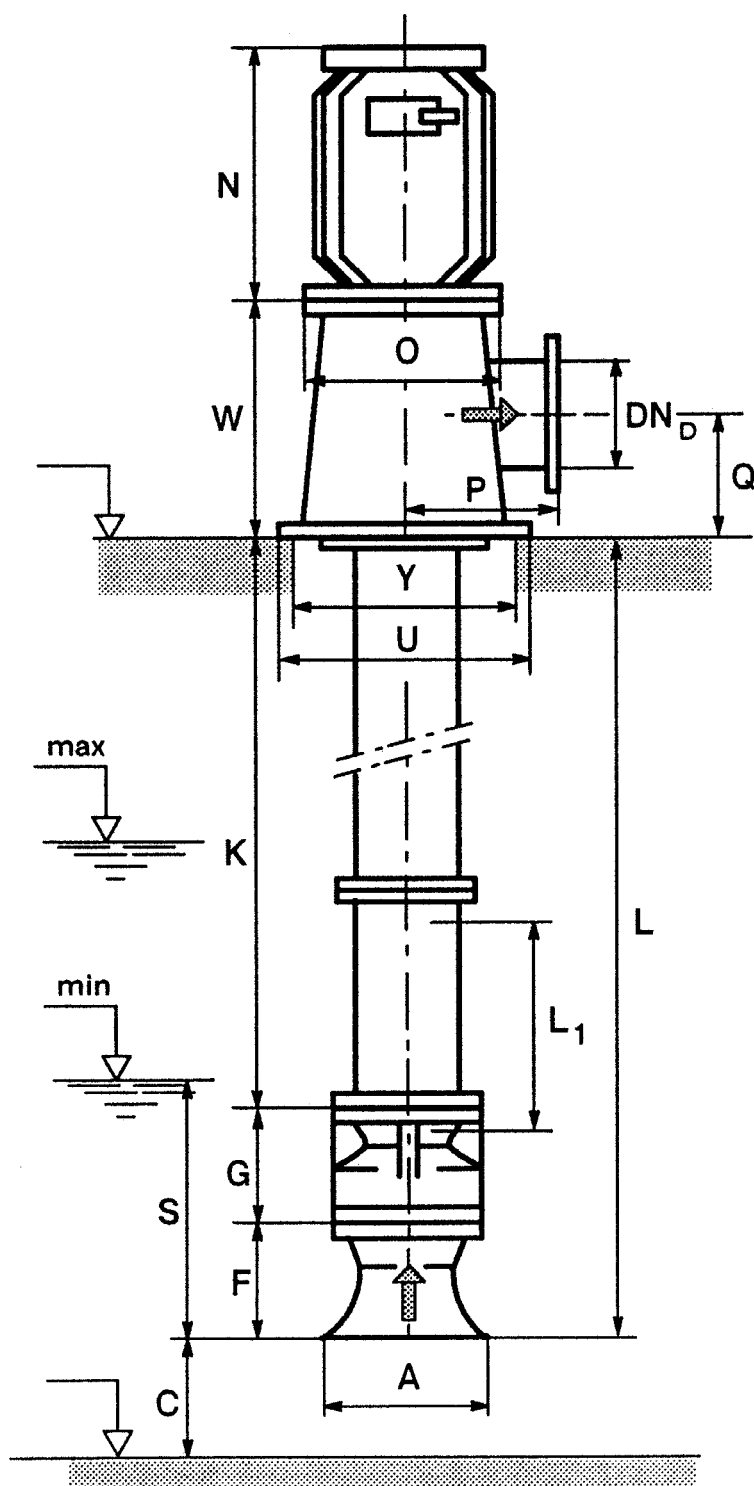
Foram consultados os fabricantes: Sulzer, Alstom, Voith, Ingersoll, Hidromarc, KSB e ITT.

E atenderam a nossa consulta os fabricantes: Sulzer, Alstom e ITT.

Nas páginas seguintes, apresentam-se as tabelas com as características e as dimensões (somente as mais representativas para efeito deste relatório) da bomba, de acordo com os valores fornecidos pelos fabricantes (ver figura abaixo).



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico





Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

Fabricantes:

| ESTAÇÃO | | EBV-1 | EBV-2 | EBV-3 | EBV-4 | EBV-5 | EBV-6 |
|---------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SULZER | Rotação (rpm) | 360 | 450 | 400 | 514 | 514 | 450 |
| | Rendimento (%) | 89,4 | 88,6 | 89,7 | 88,4 | 87,7 | 89,7 |
| | A (mm) | 2150 | 2100 | 2060 | 2150 | 1750 | 1660 |
| | C (mm) | 1075 | 1050 | 1030 | 1075 | 875 | 830 |
| | DN (mm) | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | 1200 | 1200 |
| | S (mm) | 3950 | 3850 | 3800 | 3950 | 3350 | 3250 |
| ALSTOM | Rotação (rpm) | 450 | 450 | 450 | 450 | 514 | 514 |
| | Rendimento (%) | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 |
| | A (mm) | 1915 | 1915 | 1915 | 1915 | 1675 | 1675 |
| | C (mm) | 748 | 638 | 638 | 748 | 560 | 560 |
| | DN (mm) | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | 1400 | 1400 |
| | S (mm) | 2922 | 2982 | 3032 | 3062 | 3190 | 3310 |
| ITT | Rotação (rpm) | 400 | 360 | 400 | 400 | 450 | 514 |
| | Rendimento (%) | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 |
| | A (mm) | 2086 | 2086 | 2086 | 2086 | 1982 | 1982 |
| | C (mm) | 760 | 760 | 760 | 760 | 660 | 660 |
| | DN (mm) | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | 1000 | 1000 |
| | S (mm) | 3600 | 3600 | 3600 | 3600 | 3300 | 3300 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

Os valores de projeto foram definidos de maneira a corresponderem a uma envoltória dos respectivos valores apresentados pelos fabricantes, bem como a uma uniformização das unidades das estações EBV-1 a EBV-4 e EBV-5 e EBV-6.

Os valores de projeto foram definidos, também, de modo a respeitar as limitações impostas pelo *Bureau of Reclamation*, relativamente aos valores dos parâmetros S e C, em função da dimensão A:

$$S \leq 2,5 * A$$

$$C \leq 0,5 * A$$

Desta maneira, resulta a tabela a seguir, onde se apresentam os valores adotados para a definição do arranjo da Casa de Bombas.

Projeto:

| ESTAÇÃO | EBV-1 | EBV-2 | EBV-3 | EBV-4 | EBV-5 | EBV-6 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Rotação (rpm) | 360 | 360 | 360 | 360 | 450 | 450 |
| Rendimento (%) | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 |
| A (mm) | 2400 | 2400 | 2400 | 2400 | 2000 | 2000 |
| C (mm) | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1000 | 1000 |
| DN (mm) | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | 1400 | 1400 |
| S (mm) | 4800 | 4800 | 4800 | 4800 | 4100 | 4100 |

Potência Nominal

A potência nominal de cada bomba pode ser calculada pela expressão:

$$P = 9,8 * Q * H_{\text{man}} / \eta, \text{ em kW}$$

Onde:

η rendimento

Assim, resultam os valores de potência apresentados na tabela abaixo.

| ESTAÇÃO | EBV-1 | EBV-2 | EBV-3 | EBV-4 | EBV-5 | EBV-6 |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Potência P (kW) | 4869,5 | 3400,2 | 5010,0 | 4674,6 | 2047,1 | 3135,0 |



Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

ÍNDICE

PG

| | |
|--|----------|
| MECÂNICA- MEMORIAIS DE CÁLCULO – PARTE 5 C..... | 1 |
| 1. OBJETO E OBJETIVO | 1 |
| 2. CONSIDERAÇÕES..... | 1 |
| 3. CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO | 1 |
| 3.1 ebv-4..... | 3 |
| 3.2 ebv-5..... | 5 |
| 4. CONCLUSÕES | 7 |



Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

MECÂNICA- MEMORIAIS DE CÁLCULO – PARTE 5 C

1. OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste memorial de cálculo é o Projeto de Transposição de Água do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional.

Este memorial de cálculo tem por objetivo apresentar os cálculos dos transitórios hidráulicos ao longo das tubulações de recalque de água das Estações de Bombeamento EBV-1, EBV-2, EBV-3, EBV-4, EBV-5 e EBV-6, do Trecho V, Eixo Leste.

2. CONSIDERAÇÕES

Ocorrem em adutoras situações de emergência que alteram as condições nominais de operação, originando condições transitórias nas quais as pressões e velocidades assumem valores que podem causar o colapso das tubulações de recalque.

A situação de emergência considerada mais crítica é a originada pela ocorrência de um corte instantâneo no fornecimento de energia e, concomitantemente, o fechamento da válvula de retenção da bomba associada àquela tubulação.

Desta maneira, procurou-se determinar para as instalações objeto do presente estudo os valores máximos das pressões e velocidades que podem ocorrer nessa situação, visando manter os seus valores extremos entre os limites compatíveis com o dimensionamento da instalação.

O cálculo que se apresenta neste relatório foi desenvolvido em linguagem *Quick Basic* e soluciona o problema dos transitórios hidráulicos através do Método das Características.

Ainda, o cálculo está desenvolvido para as Estações de Bombeamento EBV-4, exemplo de uma tubulação projetada para uma vazão de $14 \text{ m}^3/\text{s}$, e EBV-5, projetada para $9 \text{ m}^3/\text{s}$.

Para as demais estações de bombeamento, pode-se extrapolar os resultados obtidos, considerando-se as similaridades entre as instalações.

3. CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO

O esquema de qualquer uma das instalações pode ser visualizado, por exemplo, através do desenho nº EN.B/V.DS.ME.0004. Trata-se de uma associação de duas bombas funcionando em paralelo e aduzindo água através de um conduto forçado, com um trecho reto e, em seguida, um trecho em sifão, desaguando em uma câmara de carga a jusante.



Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

As principais características das instalações estão apresentadas na tabela abaixo:

| CARACTERÍSTICAS (por conduto) | EBV-4 | EBV-5 |
|---|---|---|
| Vazão (m ³ /s) | 14 | 9 |
| Diâmetro interno (m) | 2,18 | 1,80 |
| Coefficiente de atrito equivalente | 0,083 | 0,070 |
| Nível d'água a montante (m) | 0 | 0 |
| Nível d'água a jusante (m) | 55,6 | 37,2 |
| Equação da associação das bombas | $77,5\alpha^2 + 0,7319\alpha QP(1) - 0,1348QP(1)^2$ | $66\alpha^2 - 1,6972\alpha QP(1) - 0,1264QP(1)^2$ |
| Celeridade (m/s) | 1200 | 1200 |
| Extensão da tubulação de recalque (m) | 196 | 131 |
| Tempo de parada da bomba (s) | 30 | 15 |
| Rotação (rpm) | 360 | 450 |



Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

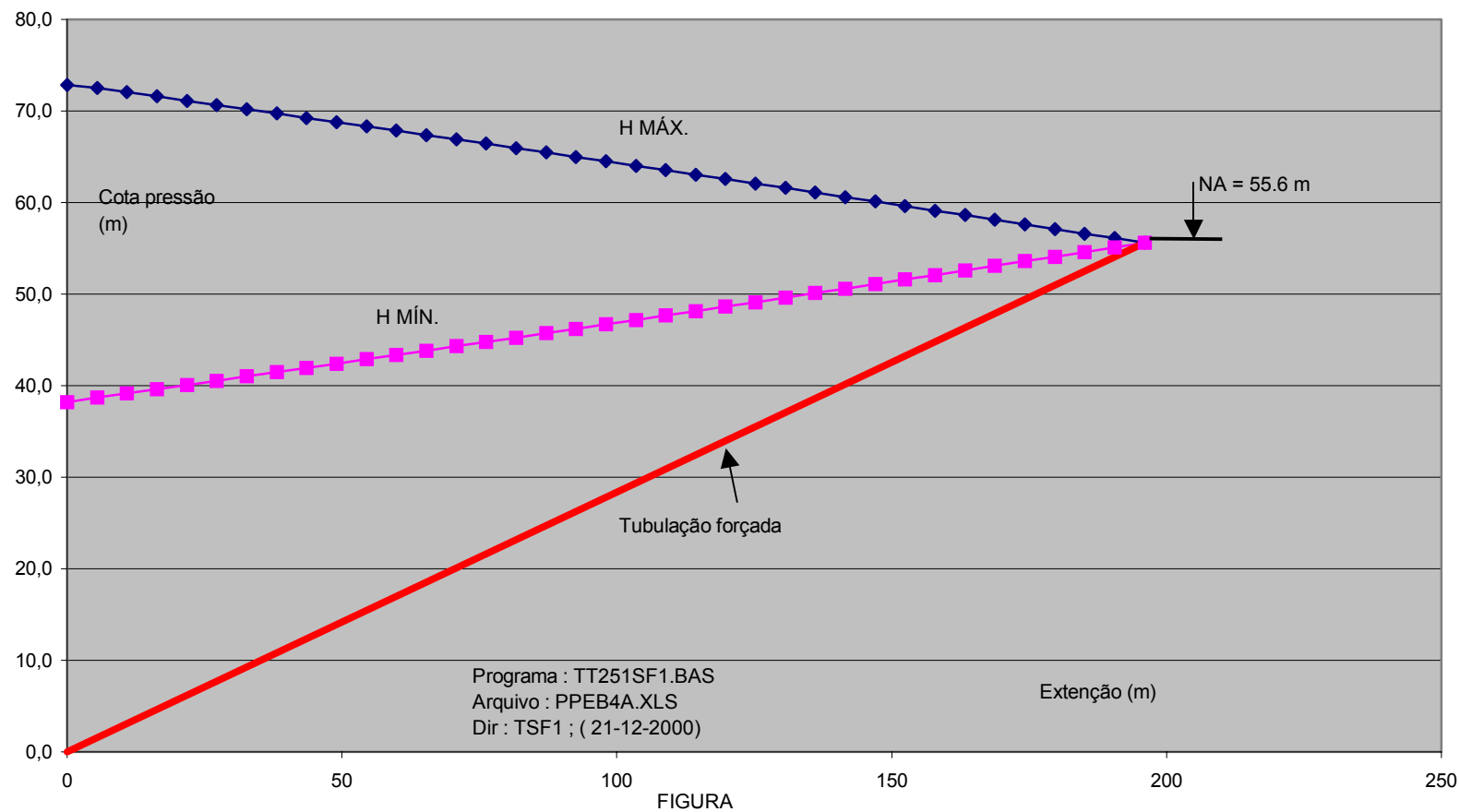
A seguir, nas tabelas e gráficos abaixo, estão apresentados os resultados das simulações dos transitórios hidráulicos através do Método das Características.

3.1 EBV-4

| EBV-4 : Pressões máximas e mínimas na tubulação forçada devido ao golpe de ariete para TD= 30 seg | | |
|--|-------------|--------------|
| L | HMÁX | HMÍN. |
| (m) | (m) | (m) |
| 0,0 | 72,8 | 38,2 |
| 5,5 | 72,5 | 38,7 |
| 10,9 | 72,0 | 39,1 |
| 16,3 | 71,6 | 39,6 |
| 21,8 | 71,1 | 40,1 |
| 27,2 | 70,7 | 40,5 |
| 32,7 | 70,2 | 41,0 |
| 38,1 | 69,7 | 41,5 |
| 43,6 | 69,3 | 41,9 |
| 49,0 | 68,8 | 42,4 |
| 54,5 | 68,3 | 42,9 |
| 59,9 | 67,8 | 43,4 |
| 65,3 | 67,4 | 43,8 |
| 70,8 | 66,9 | 44,3 |
| 76,2 | 66,4 | 44,8 |
| 81,7 | 65,9 | 45,3 |
| 87,1 | 65,5 | 45,7 |
| 92,6 | 65,0 | 46,2 |
| 98,0 | 64,5 | 46,7 |
| 103,5 | 64,0 | 47,2 |
| 108,9 | 63,5 | 47,7 |
| 114,3 | 63,1 | 48,1 |
| 119,8 | 62,6 | 48,6 |
| 125,2 | 62,1 | 49,1 |
| 130,7 | 61,6 | 49,6 |
| 136,1 | 61,1 | 50,1 |
| 141,6 | 60,6 | 50,6 |
| 147,0 | 60,1 | 51,1 |
| 152,4 | 59,6 | 51,6 |
| 157,9 | 59,1 | 52,1 |
| 163,3 | 58,6 | 52,6 |
| 168,8 | 58,1 | 53,1 |
| 174,2 | 57,6 | 53,6 |
| 179,7 | 57,1 | 54,1 |
| 185,1 | 56,6 | 54,6 |
| 190,6 | 56,1 | 55,1 |
| 196,0 | 55,6 | 55,6 |



Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico



EBV-4 : Pressões máximas e mínimas na tubulação forçada devido ao golpe de aríete para
TD= 30 seg. (QB = 28.0 m³/s)



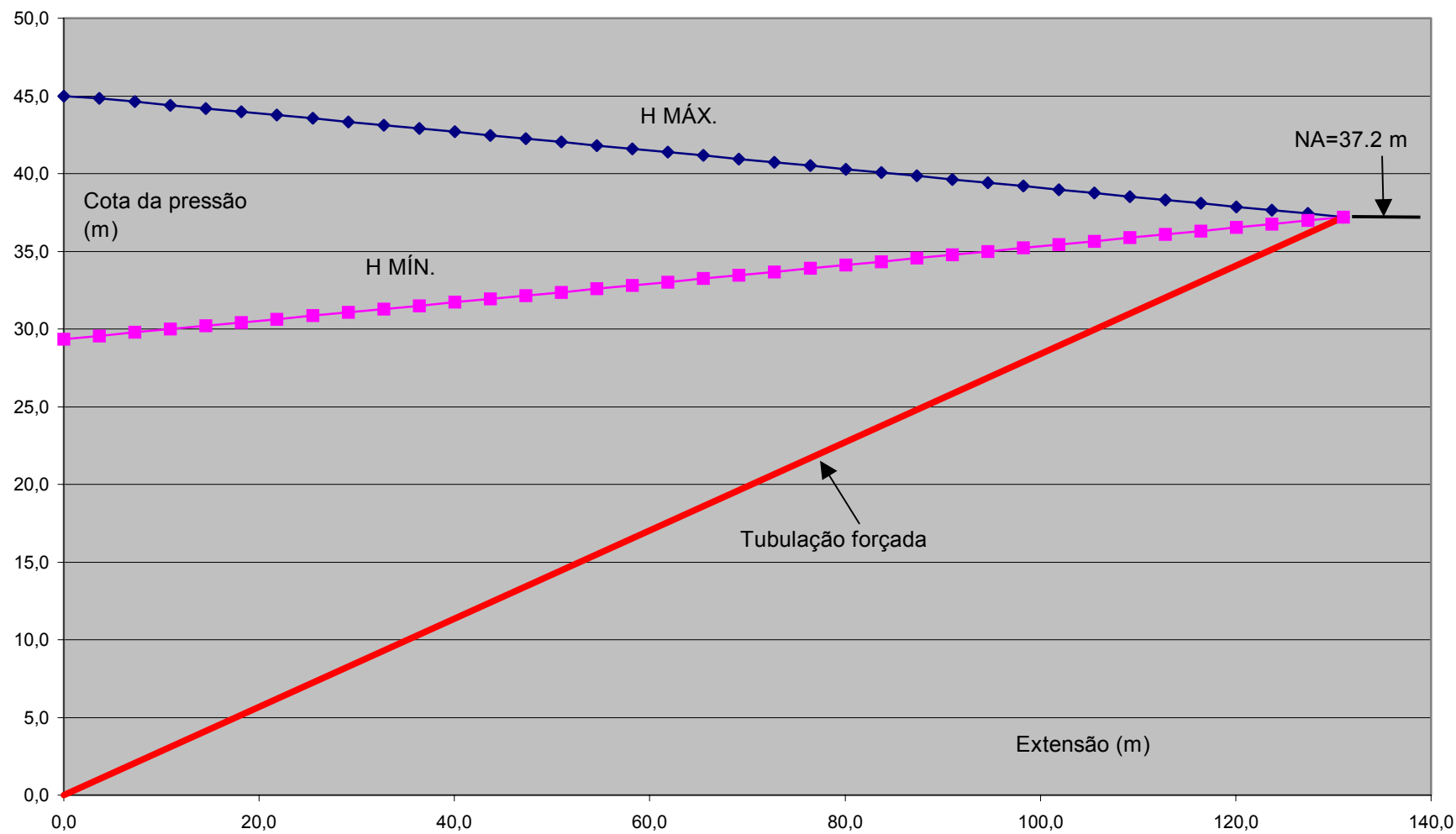
Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

3.2 EBV-5

| EBV-5 : Pressões máximas e mínimas na tubulação forçada devido ao golpe de aríete para TD= 30 seg | | |
|---|------|-------|
| L | HMÁX | HMÍN. |
| (m) | (m) | (m) |
| 0,0 | 45,0 | 29,3 |
| 3,6 | 44,8 | 29,6 |
| 7,3 | 44,6 | 29,8 |
| 10,9 | 44,4 | 30,0 |
| 14,6 | 44,2 | 30,2 |
| 18,2 | 44,0 | 30,4 |
| 21,8 | 43,8 | 30,6 |
| 25,5 | 43,5 | 30,9 |
| 29,1 | 43,3 | 31,1 |
| 32,8 | 43,1 | 31,3 |
| 36,4 | 42,9 | 31,5 |
| 40,0 | 42,7 | 31,7 |
| 43,7 | 42,5 | 31,9 |
| 47,3 | 42,2 | 32,2 |
| 50,9 | 42,0 | 32,4 |
| 54,6 | 41,8 | 32,6 |
| 58,2 | 41,6 | 32,8 |
| 61,9 | 41,4 | 33,0 |
| 65,5 | 41,2 | 33,2 |
| 69,1 | 40,9 | 33,5 |
| 72,8 | 40,7 | 33,7 |
| 76,4 | 40,5 | 33,9 |
| 80,1 | 40,3 | 34,1 |
| 83,7 | 40,1 | 34,3 |
| 87,3 | 39,8 | 34,6 |
| 91,0 | 39,6 | 34,8 |
| 94,6 | 39,4 | 35,0 |
| 98,3 | 39,2 | 35,2 |
| 101,9 | 39,0 | 35,4 |
| 105,5 | 38,7 | 35,6 |
| 109,2 | 38,5 | 35,9 |
| 112,8 | 38,3 | 36,1 |
| 116,4 | 38,1 | 36,3 |
| 120,1 | 37,9 | 36,5 |
| 123,7 | 37,6 | 36,8 |
| 127,4 | 37,4 | 37,0 |
| 131,0 | 37,2 | 37,2 |



Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico



FIGURA

EBV-5 : Pressões máximas e mínimas na tubulação forçada devido ao golpe de aríete ,para TD=30 seg
(QB= 18.0 m³/s)



Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

4. CONCLUSÕES

Observa-se pelos resultados apresentados que os valores máximos e mínimos das pressões ao longo da tubulação situam-se dentro de limites usualmente recomendáveis.

Nesse sentido, inclusive, dimensionou-se a geometria do sifão de modo a não ocorrer a separação da coluna líquida.

Desta maneira, foi previsto no projeto para a proteção da instalação, além das ventosas tradicionalmente utilizadas, um sistema de aeração do sifão, cuja função principal é interromper a coluna de água aduzida através do conduto forçado, durante uma eventual parada de emergência das unidades de bombeamento, por falta de energia elétrica. Previu-se dois sistemas de aeração, um operacional e o outro de reserva. Os sistemas são compostos de válvulas borboletas de abertura automática por contrapeso e respectivos trechos de tubulação e grades de proteção.



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

ÍNDICE

PG

| | |
|---------------------------|---|
| 1. OBJETO E OBJETIVO..... | 1 |
| 2. CONSIDERAÇÕES | 1 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

1. OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste memorial de cálculo é o Projeto de Transposição de Água do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional.

Este documento tem por objetivo apresentar os cálculos dos quantitativos dos equipamentos mecânicos a serem instalados nas estruturas hidráulicas do Trecho V, Eixo Leste.

2. CONSIDERAÇÕES

O objetivo desse memorial é apresentar os preços de todos os equipamentos mecânicos principais, especificados no Tomo V do Relatório 17, que deverão ser instalados nas Estações de Bombeamento, Estruturas de Controle e Tomadas d'Água de Uso Difuso e de Derivação, localizadas ao longo do Trecho V, Eixo Leste.

O preço de um dado equipamento é determinado pela soma das parcelas relativas a fabricação, montagem, seguro e transporte.

Os preços de fabricação dos equipamentos hidromecânicos e de levantamento e dos condutos forçados foram determinados em função do peso estimado do referido equipamento e do correspondente preço unitário. Por sua vez, os preços unitários desses equipamentos foram definidos em função de consultas feitas junto a tradicionais fabricantes.

O cálculo dos pesos dos equipamentos hidromecânicos e de levantamento foi feito através de um programa de computador, onde se estima o peso de um dado equipamento em função de suas dimensões, a exemplo das curvas publicadas no Manual da Eletrobrás.

Os pesos dos condutos forçados são estimados em função do diâmetro, espessura e comprimento do trecho reto principal da adutora.

Os preços de fabricação das bombas hidráulicas e válvulas foram definidos diretamente através de consulta a fabricantes.

As parcelas relativas a montagem, seguro e transporte de um dado equipamento são calculadas como uma porcentagem do preço de fabricação correspondente.

Apresentam-se, na tabela a seguir, os custos unitários referentes a cada equipamento (quando for o caso) e as porcentagens correspondentes relativas a montagem, seguro e transporte.

As tabelas, contendo os quantitativos e os preços dos equipamentos a serem instalados nas Estações de Bombeamento, Estruturas de Controle e Tomadas d'Água de Uso Difuso e de Derivação, encontram-se apresentadas no anexo a esse relatório.



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

| EQUIPAMENTO | PREÇO UNITÁRIO DE FABRICAÇÃO R(\$)/kg | MONTAGEM (%) | SEGURO (%) | TRANSPORTE (%) |
|-------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------|-------------------|
| | | EM PORCENTUAL DO CUSTO DE FABRICAÇÃO | | |
| Grade | 7,00 | 5 | 1 | 2 |
| Peças Fixas da Grade | 6,00 | 5 | 1 | 2 |
| Comporta Ensecadeira | 7,00 | 5 | 1 | 2 |
| Peças Fixas da Comporta Ensecadeira | 6,00 | 5 | 1 | 2 |
| Comporta Segmento | 12,00 | 15 | 1 | 2 |
| Peças Fixas da Comporta Segmento | 6,00 | 15 | 1 | 2 |
| Ponte Rolante | 12,00 | 10 | 1 | 2 |
| Peças Fixas da Ponte Rolante | 6,00 | 10 | 1 | 2 |
| Pórtico Rolante | 10,00 | 10 | 1 | 2 |
| Peças Fixas do Pórtico Rolante | 6,00 | 10 | 1 | 2 |
| Conduto Forçado | 3,00 | 47 | 1 | 2 |
| Bombas Hidráulicas e Válvulas | (consulta a fabricante) | 15 | 1 | 2 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

ANEXOS



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO PRINCIPAIS



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

EQUIPAMENTOS EBV-1

| Equipamento | Peso (kg) | | Equipamentos total | Fabricação unitária | Fabricação total | Custo (R\$) | | | |
|----------------------------------|-------------|-----------------|-----------------------|------------------------|---------------------|----------------|------------------|---------------|-------------------|
| | Equipamento | Nº Equipamentos | | | | Preço por kilo | Montagem | Seguro | Transporte |
| Comporta ensecadeira: | 5.310 | 1 | 5.310 | R\$ 37.170,00 | R\$ 37.170,00 | R\$ 7,00 | R\$ 1.858,50 | R\$ 371,70 | R\$ 743,40 |
| Peça fixa | 2.390 | 5 | 11.950 | R\$ 14.340,00 | R\$ 71.700,00 | R\$ 6,00 | R\$ 3.585,00 | R\$ 717,00 | R\$ 1.434,00 |
| Grade | 6.116 | 5 | 30.580 | R\$ 42.812,00 | R\$ 214.060,00 | R\$ 7,00 | R\$ 10.703,00 | R\$ 2.140,60 | R\$ 4.281,20 |
| Peça fixa | 2.525 | 5 | 12.625 | R\$ 15.150,00 | R\$ 75.750,00 | R\$ 6,00 | R\$ 3.787,50 | R\$ 757,50 | R\$ 1.515,00 |
| Moto bomba (4819kw) | | 5 | | R\$ 1.000.000,00 | R\$ 5.000.000,00 | | R\$ 750.000,00 | R\$ 50.000,00 | R\$ 100.000,00 |
| Válvula Borboleta diâmetro 1600m | | 6 | | R\$ 87.210,00 | R\$ 523.260,00 | | R\$ 52.326,00 | R\$ 5.232,60 | R\$ 10.465,20 |
| Válvula Borboleta diâmetro 2300m | | 2 | | R\$ 404.000,00 | R\$ 808.000,00 | | R\$ 80.800,00 | R\$ 8.080,00 | R\$ 16.160,00 |
| Válvula Clasar diâmetro 1600m | | 5 | | R\$ 172.561,00 | R\$ 862.805,00 | | R\$ 86.280,50 | R\$ 8.628,05 | R\$ 17.256,10 |
| Auditora | 485.874,00 | 1 | 485.874 | R\$ 1.457.622,00 | R\$ 1.457.622,00 | R\$ 3,00 | R\$ 685.082,34 | R\$ 14.576,22 | R\$ 29.152,44 |
| Ponte Rolante | 35.000 | 1 | 35.000 | R\$ 420.000,00 | R\$ 420.000,00 | R\$ 12,00 | R\$ 42.000,00 | R\$ 4.200,00 | R\$ 8.400,00 |
| Peça fixa: | 4.115 | 2 | 8.230 | R\$ 24.690,00 | R\$ 49.380,00 | R\$ 6,00 | R\$ 4.938,00 | R\$ 493,80 | R\$ 987,60 |
| Pórtico rolante: | 22.000 | 1 | 22.000 | R\$ 220.000,00 | R\$ 220.000,00 | R\$ 10,00 | R\$ 22.000,00 | R\$ 2.200,00 | R\$ 4.400,00 |
| Peça fixa: | 4.115 | 2 | 8.230 | R\$ 24.690,00 | R\$ 49.380,00 | R\$ 6,00 | R\$ 4.938,00 | R\$ 493,80 | R\$ 987,60 |
| Total: | | | | | R\$ 9.789.127,00 | | R\$ 1.748.298,84 | R\$ 97.891,27 | R\$ 195.782,54 |
| | | | | | | | | | R\$ 11.831.099,65 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

EQUIPAMENTOS EBV-2

| Equipamento | Peso (kg) | | Equipamentos total | Fabricação unitária | Fabricação total | Custo (R\$) | | | | |
|----------------------------------|-------------|-----------------|--------------------|---------------------|------------------|----------------|------------------|---------------|-------------------|--|
| | Equipamento | Nº Equipamentos | | | | Preço por kilo | Montagem | Seguro | Transporte | |
| Comporta ensecadeira: | 5.310 | 1 | 5.310 | R\$ 37.170,00 | R\$ 37.170,00 | R\$ 7,00 | R\$ 1.858,50 | R\$ 371,70 | R\$ 743,40 | |
| Peça fixa | 2.390 | 5 | 11.950 | R\$ 14.340,00 | R\$ 71.700,00 | R\$ 6,00 | R\$ 3.585,00 | R\$ 717,00 | R\$ 1.434,00 | |
| Grade | 6.116 | 5 | 30.580 | R\$ 42.812,00 | R\$ 214.060,00 | R\$ 7,00 | R\$ 10.703,00 | R\$ 2.140,60 | R\$ 4.281,20 | |
| Peça fixa | 2.525 | 5 | 12.625 | R\$ 15.150,00 | R\$ 75.750,00 | R\$ 6,00 | R\$ 3.787,50 | R\$ 757,50 | R\$ 1.515,00 | |
| | | | | | | | | | | |
| Moto bomba (3360kW) | | 5 | | R\$ 1.000.000,00 | R\$ 5.000.000,00 | | R\$ 750.000,00 | R\$ 50.000,00 | R\$ 100.000,00 | |
| | | | | | | | | | | |
| Válvula Borboleta diâmetro 1600m | | 6 | | R\$ 87.210,00 | R\$ 523.260,00 | | R\$ 52.326,00 | R\$ 5.232,60 | R\$ 10.465,20 | |
| Válvula Borboleta diâmetro 2300m | | 2 | | R\$ 404.000,00 | R\$ 808.000,00 | | R\$ 80.800,00 | R\$ 8.080,00 | R\$ 16.160,00 | |
| Válvula Clasar diâmetro 1600m | | 5 | | R\$ 172.561,00 | R\$ 862.805,00 | | R\$ 86.280,50 | R\$ 8.628,05 | R\$ 17.256,10 | |
| | | | | | | | | | | |
| Adutora | 311.856,39 | 1 | 311.856 | R\$ 935.569,17 | R\$ 935.569,17 | R\$ 3,00 | R\$ 439.717,51 | R\$ 9.355,69 | R\$ 18.711,38 | |
| Ponte Rolante | 35.000 | 1 | 35.000 | R\$ 420.000,00 | R\$ 420.000,00 | R\$ 12,00 | R\$ 42.000,00 | R\$ 4.200,00 | R\$ 8.400,00 | |
| Peça fixa: | 4.115 | 2 | 8.230 | R\$ 24.690,00 | R\$ 49.380,00 | R\$ 6,00 | R\$ 4.938,00 | R\$ 493,80 | R\$ 987,60 | |
| Pórtico rolante: | 22.000 | 1 | 22.000 | R\$ 220.000,00 | R\$ 220.000,00 | R\$ 10,00 | R\$ 22.000,00 | R\$ 2.200,00 | R\$ 4.400,00 | |
| Peça fixa: | 4.115 | 2 | 8.230 | R\$ 24.690,00 | R\$ 49.380,00 | R\$ 6,00 | R\$ 4.938,00 | R\$ 493,80 | R\$ 987,60 | |
| Total: | | | | | R\$ 9.267.074,17 | | R\$ 1.502.934,01 | R\$ 92.670,74 | R\$ 185.341,48 | |
| | | | | | | | | | R\$ 11.048.020,41 | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

EQUIPAMENTOS EBV-3

| Equipamento | Peso (kg) | | Equipamentos | Custo (R\$) | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------|-----------------|--------------|---------------------|------------------|----------------|------------------|---------------|----------------|-------------------|--|
| | Equipamento | Nº Equipamentos | | Fabricação unitária | Fabricação total | Preço por kilo | Montagem | Seguro | Transporte | | |
| Comporta ensecadeira: | 5.310 | 1 | 5.310 | R\$ 37.170,00 | R\$ 37.170,00 | R\$ 7,00 | R\$ 1.858,50 | R\$ 371,70 | R\$ 743,40 | | |
| Peça fixa | 2.390 | 5 | 11.950 | R\$ 14.340,00 | R\$ 71.700,00 | R\$ 6,00 | R\$ 3.585,00 | R\$ 717,00 | R\$ 1.434,00 | | |
| Grade | 6.116 | 5 | 30.580 | R\$ 42.812,00 | R\$ 214.060,00 | R\$ 7,00 | R\$ 10.703,00 | R\$ 2.140,60 | R\$ 4.281,20 | | |
| Peça fixa | 2.525 | 5 | 12.625 | R\$ 15.150,00 | R\$ 75.750,00 | R\$ 6,00 | R\$ 3.787,50 | R\$ 757,50 | R\$ 1.515,00 | | |
| Moto bomba (4958kW) | | 5 | | R\$ 1.000.000,00 | R\$ 5.000.000,00 | | R\$ 750.000,00 | R\$ 50.000,00 | R\$ 100.000,00 | | |
| Válvula Borboleta diâmetro 1600m | | 6 | | R\$ 87.210,00 | R\$ 523.260,00 | | R\$ 52.326,00 | R\$ 5.232,60 | R\$ 10.465,20 | | |
| Válvula Borboleta diâmetro 2300m | | 2 | | R\$ 404.000,00 | R\$ 808.000,00 | | R\$ 80.800,00 | R\$ 8.080,00 | R\$ 16.160,00 | | |
| Válvula Clasar diâmetro 1600m | | 5 | | R\$ 172.561,00 | R\$ 862.805,00 | | R\$ 86.280,50 | R\$ 8.628,05 | R\$ 17.256,10 | | |
| Adutora | 500.437,92 | 1 | 500.438 | R\$ 1.501.313,76 | R\$ 1.501.313,76 | R\$ 3,00 | R\$ 705.617,47 | R\$ 15.013,14 | R\$ 30.026,28 | | |
| Ponte Rolante | 35.000 | 1 | 35.000 | R\$ 420.000,00 | R\$ 420.000,00 | R\$ 12,00 | R\$ 42.000,00 | R\$ 4.200,00 | R\$ 8.400,00 | | |
| Peça fixa: | 4.115 | 2 | 8.230 | R\$ 24.690,00 | R\$ 49.380,00 | R\$ 6,00 | R\$ 4.938,00 | R\$ 493,80 | R\$ 987,60 | | |
| Pórtico rolante: | 22.000 | 1 | 22.000 | R\$ 220.000,00 | R\$ 220.000,00 | R\$ 10,00 | R\$ 22.000,00 | R\$ 2.200,00 | R\$ 4.400,00 | | |
| Peça fixa: | 4.115 | 2 | 8.230 | R\$ 24.690,00 | R\$ 49.380,00 | R\$ 6,00 | R\$ 4.938,00 | R\$ 493,80 | R\$ 987,60 | | |
| Total: | | | | | R\$ 9.832.818,76 | | R\$ 1.768.833,97 | R\$ 98.328,19 | R\$ 196.656,38 | | |
| | | | | | | | | | | R\$ 11.896.637,29 | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

EQUIPAMENTOS EBV-4

| Equipamento | Peso (kg) | | Equipamentos | Custo (R\$) | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|------------------|-----------|------------------|---------------|-------------------|--|--|
| | Equipamento | Equipamentos | | Fabricação unitária | Fabricação total | Preço por | Montagem | Seguro | Transporte | | |
| | | | total | | | kilo | | | | | |
| Comporta ensecadeira: | 5.310 | 1 | 5.310 | R\$ 37.170,00 | R\$ 37.170,00 | R\$ 7,00 | R\$ 1.858,50 | R\$ 371,70 | R\$ 743,40 | | |
| Peça fixa | 2.390 | 5 | 11.950 | R\$ 14.340,00 | R\$ 71.700,00 | R\$ 6,00 | R\$ 3.585,00 | R\$ 717,00 | R\$ 1.434,00 | | |
| Grade | 6.116 | 5 | 30.580 | R\$ 42.812,00 | R\$ 214.060,00 | R\$ 7,00 | R\$ 10.703,00 | R\$ 2.140,60 | R\$ 4.281,20 | | |
| Peça fixa | 2.525 | 5 | 12.625 | R\$ 15.150,00 | R\$ 75.750,00 | R\$ 6,00 | R\$ 3.787,50 | R\$ 757,50 | R\$ 1.515,00 | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Moto bomba (4625kW) | | 5 | | R\$ 1.000.000,00 | R\$ 5.000.000,00 | | R\$ 750.000,00 | R\$ 50.000,00 | R\$ 100.000,00 | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Válvula Borboleta diâmetro 1600m | | 6 | | R\$ 87.210,00 | R\$ 523.260,00 | | R\$ 52.326,00 | R\$ 5.232,60 | R\$ 10.465,20 | | |
| Válvula Borboleta diâmetro 2300m | | 2 | | R\$ 404.000,00 | R\$ 808.000,00 | | R\$ 80.800,00 | R\$ 8.080,00 | R\$ 16.160,00 | | |
| Válvula Clasar diâmetro 1600m | | 5 | | R\$ 172.561,00 | R\$ 862.805,00 | | R\$ 86.280,50 | R\$ 8.628,05 | R\$ 17.256,10 | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Adução | 461.128,77 | 1 | 461.129 | R\$ 1.383.386,31 | R\$ 1.383.386,31 | R\$ 3,00 | R\$ 650.191,57 | R\$ 13.833,86 | R\$ 27.667,73 | | |
| Ponte Rolante | 35.000 | 1 | 35.000 | R\$ 420.000,00 | R\$ 420.000,00 | R\$ 12,00 | R\$ 42.000,00 | R\$ 4.200,00 | R\$ 8.400,00 | | |
| Peça fixa: | 4.115 | 2 | 8.230 | R\$ 24.690,00 | R\$ 49.380,00 | R\$ 6,00 | R\$ 4.938,00 | R\$ 493,80 | R\$ 987,60 | | |
| Pórtico rolante: | 22.000 | 1 | 22.000 | R\$ 220.000,00 | R\$ 220.000,00 | R\$ 10,00 | R\$ 22.000,00 | R\$ 2.200,00 | R\$ 4.400,00 | | |
| Peça fixa: | 4.115 | 2 | 8.230 | R\$ 24.690,00 | R\$ 49.380,00 | R\$ 6,00 | R\$ 4.938,00 | R\$ 493,80 | R\$ 987,60 | | |
| Total: | | | | | R\$ 9.714.891,31 | | R\$ 1.713.408,07 | R\$ 97.148,91 | R\$ 194.297,83 | | |
| | | | | | | | | | R\$ 11.719.746,12 | | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

EQUIPAMENTOS EBV-5

| Equipamento | Peso (kg) | | Equipamentos | Custo (R\$) | | | | | | |
|----------------------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|------------------|----------------|------------------|---------------|------------------|--|
| | Equipamento | Equipamentos | | Fabricação unitária | Fabricação total | Preço por kilo | Montagem | Seguro | Transporte | |
| Comporta ensecadeira: | 2.073 | 1 | 2.073 | R\$ 14.511,00 | R\$ 14.511,00 | R\$ 7,00 | R\$ 725,55 | R\$ 145,11 | R\$ 290,22 | |
| Peça fixa | 1.556 | 5 | 7.780 | R\$ 9.336,00 | R\$ 46.680,00 | R\$ 6,00 | R\$ 2.334,00 | R\$ 466,80 | R\$ 933,60 | |
| Grade | 4.200 | 5 | 21.000 | R\$ 29.400,00 | R\$ 147.000,00 | R\$ 7,00 | R\$ 7.350,00 | R\$ 1.470,00 | R\$ 2.940,00 | |
| Peça fixa | 1.568 | 5 | 7.840 | R\$ 9.408,00 | R\$ 47.040,00 | R\$ 6,00 | R\$ 2.352,00 | R\$ 470,40 | R\$ 940,80 | |
| Moto bomba (2047kw) | | 5 | | R\$ 750.000,00 | R\$ 3.750.000,00 | | R\$ 562.500,00 | R\$ 37.500,00 | R\$ 75.000,00 | |
| Válvula Borboleta diâmetro 1400m | | 6 | | R\$ 83.787,00 | R\$ 502.722,00 | | R\$ 50.272,20 | R\$ 5.027,22 | R\$ 10.054,44 | |
| Válvula Borboleta diâmetro 1900m | | 2 | | R\$ 143.905,00 | R\$ 287.810,00 | | R\$ 28.781,00 | R\$ 2.878,10 | R\$ 5.756,20 | |
| Válvula Clasar diâmetro 1400m | | 5 | | R\$ 144.207,00 | R\$ 721.035,00 | | R\$ 72.103,50 | R\$ 7.210,35 | R\$ 14.420,70 | |
| Adutora | 204.220,11 | 1 | 204.220 | R\$ 612.660,33 | R\$ 612.660,33 | R\$ 3,00 | R\$ 287.950,36 | R\$ 6.126,60 | R\$ 12.253,21 | |
| Ponte Rolante | 30.000 | 1 | 30.000 | R\$ 360.000,00 | R\$ 360.000,00 | R\$ 12,00 | R\$ 36.000,00 | R\$ 3.600,00 | R\$ 7.200,00 | |
| Peça fixa: | 3.560 | 2 | 7.120 | R\$ 21.360,00 | R\$ 42.720,00 | R\$ 6,00 | R\$ 4.272,00 | R\$ 427,20 | R\$ 854,40 | |
| Pórtico rolante: | 21.000 | 1 | 21.000 | R\$ 210.000,00 | R\$ 210.000,00 | R\$ 10,00 | R\$ 21.000,00 | R\$ 2.100,00 | R\$ 4.200,00 | |
| Peça fixa: | 3.560 | 2 | 7.120 | R\$ 21.360,00 | R\$ 42.720,00 | R\$ 6,00 | R\$ 4.272,00 | R\$ 427,20 | R\$ 854,40 | |
| Total: | | | | | R\$ 6.784.898,33 | | R\$ 1.079.912,61 | R\$ 67.848,98 | R\$ 135.697,97 | |
| | | | | | | | | | R\$ 8.068.357,89 | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

EQUIPAMENTOS EBV-6

| Equipamento | Peso (kg) | | Equipamentos | Custo (R\$) | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------|-----------------|--------------|---------------------|------------------|----------------|------------------|---------------|----------------|------------------|--|
| | Equipamento | Nº Equipamentos | | Fabricação unitária | Fabricação total | Preço por kilo | Montagem | Seguro | Transporte | | |
| Comporta ensecadeira: | 2.073 | 1 | 2.073 | R\$ 14.511,00 | R\$ 14.511,00 | R\$ 7,00 | R\$ 725,55 | R\$ 145,11 | R\$ 290,22 | | |
| Peça fixa | 1.556 | 5 | 7.780 | R\$ 9.336,00 | R\$ 46.680,00 | R\$ 6,00 | R\$ 2.334,00 | R\$ 466,80 | R\$ 933,60 | | |
| Grade | 4.200 | 5 | 21.000 | R\$ 29.400,00 | R\$ 147.000,00 | R\$ 7,00 | R\$ 7.350,00 | R\$ 1.470,00 | R\$ 2.940,00 | | |
| Peça fixa | 1.568 | 5 | 7.840 | R\$ 9.408,00 | R\$ 47.040,00 | R\$ 6,00 | R\$ 2.352,00 | R\$ 470,40 | R\$ 940,80 | | |
| Moto bomba (3135kw) | | 5 | | R\$ 750.000,00 | R\$ 3.750.000,00 | | R\$ 562.500,00 | R\$ 37.500,00 | R\$ 75.000,00 | | |
| Válvula Borboleta diâmetro 1400m | | 6 | | R\$ 83.787,00 | R\$ 502.722,00 | | R\$ 50.272,20 | R\$ 5.027,22 | R\$ 10.054,44 | | |
| Válvula Borboleta diâmetro 1900m | | 2 | | R\$ 143.905,00 | R\$ 287.810,00 | | R\$ 28.781,00 | R\$ 2.878,10 | R\$ 5.756,20 | | |
| Válvula Clasar diâmetro 1400m | | 5 | | R\$ 144.207,00 | R\$ 721.035,00 | | R\$ 72.103,50 | R\$ 7.210,35 | R\$ 14.420,70 | | |
| Adutora | 330.224,65 | 1 | 330.225 | R\$ 990.673,95 | R\$ 990.673,95 | R\$ 3,00 | R\$ 465.616,76 | R\$ 9.906,74 | R\$ 19.813,48 | | |
| Ponte Rolante | 30.000 | 1 | 30.000 | R\$ 360.000,00 | R\$ 360.000,00 | R\$ 12,00 | R\$ 36.000,00 | R\$ 3.600,00 | R\$ 7.200,00 | | |
| Peça fixa: | 3.560 | 2 | 7.120 | R\$ 21.360,00 | R\$ 42.720,00 | R\$ 6,00 | R\$ 4.272,00 | R\$ 427,20 | R\$ 854,40 | | |
| Pórtico rolante: | 21.000 | 1 | 21.000 | R\$ 210.000,00 | R\$ 210.000,00 | R\$ 10,00 | R\$ 21.000,00 | R\$ 2.100,00 | R\$ 4.200,00 | | |
| Peça fixa: | 3.560 | 2 | 7.120 | R\$ 21.360,00 | R\$ 42.720,00 | R\$ 6,00 | R\$ 4.272,00 | R\$ 427,20 | R\$ 854,40 | | |
| Total: | | | | | R\$ 7.162.911,95 | | R\$ 1.257.579,01 | R\$ 71.629,12 | R\$ 143.258,24 | | |
| | | | | | | | | | | R\$ 8.635.378,32 | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO PARA USO DIFUSO



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DE 0,1m³/s

| Equipamento | Peso (kg) | | Equipamentos total | Custo (R\$) | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|-----------------|--------------------|---------------------|------------------|----------------|---------------|--------------|--------------|----------------|--|
| | Equipamento | Nº Equipamentos | | Fabricação unitária | Fabricação total | Preço por kilo | Montagem | Seguro | Transporte | | |
| Grade: | 3.750 | 1 | 3.750 | R\$ 26.250,00 | R\$ 26.250,00 | R\$ 7,00 | R\$ 1.312,50 | R\$ 262,50 | R\$ 525,00 | | |
| Peça fixa: | 1.160 | 1 | 1.160 | R\$ 6.960,00 | R\$ 6.960,00 | R\$ 6,00 | R\$ 348,00 | R\$ 69,60 | R\$ 139,20 | | |
| Comporta ensecadeira: | 441 | 1 | 441 | R\$ 3.087,00 | R\$ 3.087,00 | R\$ 7,00 | R\$ 154,35 | R\$ 30,87 | R\$ 61,74 | | |
| Peça fixa: | 1.101 | 2 | 2.202 | R\$ 6.606,00 | R\$ 13.212,00 | R\$ 6,00 | R\$ 660,60 | R\$ 132,12 | R\$ 264,24 | | |
| Válvula Clasar diâmetro 400m | | 2 | | R\$ 33.334,00 | R\$ 66.668,00 | | R\$ 6.666,80 | R\$ 666,68 | R\$ 1.333,36 | | |
| Válvula Borboleta diâmetro 400m | | 2 | | R\$ 8.000,00 | R\$ 16.000,00 | | R\$ 1.600,00 | R\$ 160,00 | R\$ 320,00 | | |
| Bombas 30kW | | 2 | | R\$ 50.000,00 | R\$ 100.000,00 | | R\$ 15.000,00 | R\$ 1.000,00 | R\$ 2.000,00 | | |
| Adutora (16") | 6.263 | 1 | 6.263 | R\$ 18.789,00 | R\$ 18.789,00 | R\$ 3,00 | R\$ 8.830,83 | R\$ 187,89 | R\$ 375,78 | | |
| | | | | | R\$ 250.966,00 | | R\$ 34.573,08 | R\$ 2.509,66 | R\$ 5.019,32 | | |
| | | | | | | | | | | R\$ 293.068,06 | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DE 0,2m³/s

| Equipamento | Peso (kg) | | Equipamentos | Custo (R\$) | | | | | Preço por | | | |
|-----------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|------------------|----------|--------------|------------|------------|--|--|--|
| | Equipamento | Equipamentos | | Fabricação unitária | Fabricação total | kilo | Montagem | Seguro | Transporte | | | |
| Grade: | 3.750 | 1 | 3.750 | R\$ 26.250,00 | R\$ 26.250,00 | R\$ 7,00 | R\$ 1.312,50 | R\$ 262,50 | R\$ 525,00 | | | |
| Peça fixa: | 1.160 | 1 | 1.160 | R\$ 6.960,00 | R\$ 6.960,00 | R\$ 6,00 | R\$ 348,00 | R\$ 69,60 | R\$ 139,20 | | | |
| Comporta ensecadeira: | 441 | 1 | 441 | R\$ 3.087,00 | R\$ 3.087,00 | R\$ 7,00 | R\$ 154,35 | R\$ 30,87 | R\$ 61,74 | | | |
| Peça fixa: | 1.101 | 3 | 3.303 | R\$ 6.606,00 | R\$ 19.818,00 | R\$ 6,00 | R\$ 990,90 | R\$ 198,18 | R\$ 396,36 | | | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DE 0,5m³/s

| Equipamento | Equipamento | Peso (kg) Nº | Equipamentos total | Custo (R\$) | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|-----------------|-----------------------|---------------------|------------------|-------------------|---------------|--------------|---------------|----------------|--|
| | | | | Fabricação unitária | Fabricação total | Preço por kilo | Montagem | Seguro | Transporte | | |
| Grade: | 3.750 | 1 | 3.750 | R\$ 26.250,00 | R\$ 26.250,00 | R\$ 7,00 | R\$ 1.312,50 | R\$ 262,50 | R\$ 525,00 | | |
| Peça fixa: | 1.160 | 1 | 1.160 | R\$ 6.960,00 | R\$ 6.960,00 | R\$ 6,00 | R\$ 348,00 | R\$ 69,60 | R\$ 139,20 | | |
| Comporta ensecadeira: | 441 | 1 | 441 | R\$ 3.087,00 | R\$ 3.087,00 | R\$ 7,00 | R\$ 154,35 | R\$ 30,87 | R\$ 61,74 | | |
| Peça fixa: | 1.101 | 6 | 6.606 | R\$ 6.606,00 | R\$ 39.636,00 | R\$ 6,00 | R\$ 1.981,80 | R\$ 396,36 | R\$ 792,72 | | |
| Válvula clasar diâmetro 400m | | 6 | | R\$ 33.334,00 | R\$ 200.004,00 | | R\$ 20.000,40 | R\$ 2.000,04 | R\$ 4.000,08 | | |
| Válvula borboleta diâmetro 400m | | 6 | | R\$ 8.000,00 | R\$ 48.000,00 | | R\$ 4.800,00 | R\$ 480,00 | R\$ 960,00 | | |
| Adutora (22") | 8.650 | 1 | 8.650 | R\$ 25.950,00 | R\$ 25.950,00 | R\$ 3,00 | R\$ 12.196,50 | R\$ 259,50 | R\$ 519,00 | | |
| Bombas 30kW | | 6 | | R\$ 50.000,00 | R\$ 300.000,00 | | R\$ 45.000,00 | R\$ 3.000,00 | R\$ 6.000,00 | | |
| | | | | | R\$ 649.887,00 | | R\$ 85.793,55 | R\$ 6.498,87 | R\$ 12.997,74 | | |
| | | | | | | | | | | R\$ 755.177,16 | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

ESTRUTURAS DE CONTROLE



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

ESTRUTURA DE CONTROLE DE 18m³/s

| Equipamento | Peso (kg) | | | Custo (R\$) | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|--------------|--------------------|---------------------|------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| | Equipamento | Equipamentos | Equipamentos total | Fabricação unitária | Fabricação total | Preço por kilo | Montagem | Seguro | Transporte | |
| Comporta ensecadeira (5 elementos): | 2.401 | 1 | 2.401 | R\$ 16.807,00 | R\$ 16.807,00 | R\$ 7,00 | R\$ 840,35 | R\$ 168,07 | R\$ 336,14 | |
| Peça fixa: | 832 | 2 | 1.664 | R\$ 4.992,00 | R\$ 9.984,00 | R\$ 6,00 | R\$ 499,20 | R\$ 99,84 | R\$ 199,68 | |
| Comporta ensecadeira (4 elementos): | 1.921 | 1 | 1.921 | R\$ 13.447,00 | R\$ 13.447,00 | R\$ 7,00 | R\$ 672,35 | R\$ 134,47 | R\$ 268,94 | |
| Peça fixa: | 1.222 | 2 | 2.444 | R\$ 7.332,00 | R\$ 14.664,00 | R\$ 6,00 | R\$ 733,20 | R\$ 146,64 | R\$ 293,28 | |
| Comporta segmento: | 1.501 | 2 | 3.002 | R\$ 18.012,00 | R\$ 36.024,00 | R\$ 12,00 | R\$ 5.403,60 | R\$ 360,24 | R\$ 720,48 | |
| Peça fixa: | 987 | 2 | 1.974 | R\$ 5.922,00 | R\$ 11.844,00 | R\$ 6,00 | R\$ 1.776,60 | R\$ 118,44 | R\$ 236,88 | |
| Total: | | | | | R\$ 102.770,00 | | R\$ 9.925,30 | R\$ 1.027,70 | R\$ 2.055,40 | R\$ 115.778,40 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

ESTRUTURA DE CONTROLE DE 28m³/s

| Equipamento | Peso (kg) | | Equipamentos total | Custo (R\$) | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|--------------------|-----------------------|---------------------|------------------|-------------------|---------------|--------------|--------------|----------------|
| | Equipamento | Nº Equipamentos | | Fabricação unitária | Fabricação total | Preço por kilo | Montagem | Seguro | Transporte | |
| Comporta ensecadeira (4 elementos): | 3.547 | 1 | 3.547 | R\$ 24.829,00 | R\$ 24.829,00 | R\$ 7,00 | R\$ 1.241,45 | R\$ 248,29 | R\$ 496,58 | |
| Peça fixa: | 915 | 2 | 1.830 | R\$ 5.490,00 | R\$ 10.980,00 | R\$ 6,00 | R\$ 549,00 | R\$ 109,80 | R\$ 219,60 | |
| Comporta ensecadeira (3 elementos): | 2.661 | 1 | 2.661 | R\$ 18.627,00 | R\$ 18.627,00 | R\$ 7,00 | R\$ 931,35 | R\$ 186,27 | R\$ 372,54 | |
| Peça fixa: | 1.344 | 2 | 2.688 | R\$ 8.064,00 | R\$ 16.128,00 | R\$ 6,00 | R\$ 806,40 | R\$ 161,28 | R\$ 322,56 | |
| Comporta segmento: | 2.270 | 2 | 4.540 | R\$ 27.240,00 | R\$ 54.480,00 | R\$ 12,00 | R\$ 8.172,00 | R\$ 544,80 | R\$ 1.089,60 | |
| Peça fixa: | 1.162 | 2 | 2.324 | R\$ 6.972,00 | R\$ 13.944,00 | R\$ 6,00 | R\$ 2.091,60 | R\$ 139,44 | R\$ 278,88 | |
| Total: | | | | | R\$ 138.988,00 | | R\$ 13.791,80 | R\$ 1.389,88 | R\$ 2.779,76 | R\$ 156.949,44 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

ESTRUTURA DE CONTROLE DE FUNDO

| Equipamento | Peso (kg) | | | Custo (R\$) | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|--------------|--------------------|---------------------|------------------|----------------|---------------|--------------|--------------|----------------|
| | Equipamento | Equipamentos | Equipamentos total | Fabricação unitária | Fabricação total | Preço por kilo | Montagem | Seguro | Transporte | |
| Comporta ensecadeira (2 elementos): | 1.100 | 1 | 1.100 | R\$ 7.700,00 | R\$ 7.700,00 | R\$ 7,00 | R\$ 385,00 | R\$ 77,00 | R\$ 154,00 | |
| Peça fixa: | 1.240 | 2 | 2.480 | R\$ 7.440,00 | R\$ 14.880,00 | R\$ 6,00 | R\$ 744,00 | R\$ 148,80 | R\$ 297,60 | |
| Grade: | 4.420 | 2 | 8.840 | R\$ 30.940,00 | R\$ 61.880,00 | R\$ 7,00 | R\$ 3.094,00 | R\$ 618,80 | R\$ 1.237,60 | |
| Peça fixa: | 1.712 | 2 | 3.424 | R\$ 10.272,00 | R\$ 20.544,00 | R\$ 6,00 | R\$ 1.027,20 | R\$ 205,44 | R\$ 410,88 | |
| Comporta segmento: | 4.980 | 2 | 9.960 | R\$ 59.760,00 | R\$ 119.520,00 | R\$ 12,00 | R\$ 17.928,00 | R\$ 1.195,20 | R\$ 2.390,40 | |
| Peça fixa: | 1.495 | 2 | 2.990 | R\$ 8.970,00 | R\$ 17.940,00 | R\$ 6,00 | R\$ 2.691,00 | R\$ 179,40 | R\$ 358,80 | |
| Total: | | | | | R\$ 242.464,00 | | R\$ 25.869,20 | R\$ 2.424,64 | R\$ 4.849,28 | R\$ 275.607,12 |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

TOMADAS D'ÁGUA DE USO DIFUSO



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

TOMADA D'ÁGUA POR GRAVIDADE DE 0,1 DE 0,2m³/s

| Equipamento | | Peso (kg) | Equipamentos | Custo (R\$) | | | | | | | |
|---------------|-------------|-----------|--------------|---------------------|------------------|----------|---------------|------------|--------------|---------------|--|
| | Equipamento | Nº | | Preço por | | Montagem | | Seguro | | Transporte | |
| | | | total | Fabricação unitária | Fabricação total | kilo | | | | | |
| Grade: | 3.750 | 1 | 3.750 | R\$ 26.250,00 | R\$ 26.250,00 | R\$ 7,00 | R\$ 1.312,50 | R\$ 262,50 | R\$ 525,00 | | |
| Peça fixa: | 1.160 | 1 | 1.160 | R\$ 6.960,00 | R\$ 6.960,00 | R\$ 6,00 | R\$ 348,00 | R\$ 69,60 | R\$ 139,20 | | |
| Adufa: | | 1 | | R\$ 8.000,00 | R\$ 8.000,00 | | R\$ 800,00 | R\$ 80,00 | R\$ 160,00 | | |
| Adutora: | 6263 | 1 | 6.263 | R\$ 18.789,00 | R\$ 18.789,00 | R\$ 3,00 | R\$ 8.830,83 | R\$ 187,89 | R\$ 375,78 | | |
| Total: | | | | | R\$ 59.999,00 | | R\$ 11.291,33 | R\$ 599,99 | R\$ 1.199,98 | | |
| | | | | | | | | | | R\$ 73.090,30 | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

TOMADA D'ÁGUA POR GRAVIDADE DE 0,5m³/s

| Equipamento | Peso (kg) | | Equipamentos total | Custo (R\$) | | | | | | |
|---------------|-------------|--------------------|-----------------------|---------------------|------------------|-------------------|---------------|------------|---------------|--|
| | Equipamento | Equipamentos Nº | | Fabricação unitária | Fabricação total | Preço por kilo | Montagem | Seguro | Transporte | |
| Grade: | 3.750 | 1 | 3.750 | R\$ 26.250,00 | R\$ 26.250,00 | R\$ 7,00 | R\$ 1.312,50 | R\$ 262,50 | R\$ 525,00 | |
| Peça fixa: | 1.160 | 1 | 1.160 | R\$ 6.960,00 | R\$ 6.960,00 | R\$ 6,00 | R\$ 348,00 | R\$ 69,60 | R\$ 139,20 | |
| Adufa: | | 1 | | R\$ 11.110,00 | R\$ 11.110,00 | | R\$ 1.111,00 | R\$ 111,10 | R\$ 222,20 | |
| Adutora: | 8650 | 1 | 8.650 | R\$ 25.950,00 | R\$ 25.950,00 | R\$ 3,00 | R\$ 12.196,50 | R\$ 259,50 | R\$ 519,00 | |
| <i>Total:</i> | | | | | R\$ 70.270,00 | | R\$ 14.968,00 | R\$ 702,70 | R\$ 1.405,40 | |
| | | | | | | | | | R\$ 87.346,10 | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

TOMADAS D'ÁGUA DE DERIVAÇÃO



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

TOMADA D'ÁGUA DE 10 m³/s

| Equipamento | Peso (kg) | | | Custo (R\$) | | | | | | | |
|-----------------------|-------------|-----------------|--------------------|---------------|----------------|-----------|---------------|--------------|--------------|----------------|------------|
| | Equipamento | Nº Equipamentos | Equipamentos total | Fabricação | | Preço por | | Montagem | | Seguro | |
| | | | | unitária | total | kilo | | | | | Transporte |
| Grade: | 1.500 | 2 | 3.000 | R\$ 10.500,00 | R\$ 21.000,00 | R\$ 7,00 | R\$ 1.050,00 | R\$ 210,00 | R\$ 420,00 | | |
| Peça fixa: | 4.160 | 1 | 4.160 | R\$ 24.960,00 | R\$ 24.960,00 | R\$ 6,00 | R\$ 1.248,00 | R\$ 249,60 | R\$ 499,20 | | |
| Comporta ensecadeira: | 1.102 | 2 | 2.204 | R\$ 7.714,00 | R\$ 15.428,00 | R\$ 7,00 | R\$ 771,40 | R\$ 154,28 | R\$ 308,56 | | |
| Válvula dispersora: | | 2 | | R\$ 23.605,00 | R\$ 47.210,00 | | R\$ 4.721,00 | R\$ 472,10 | R\$ 944,20 | | |
| Registro borboleta: | | 2 | | R\$ 23.605,00 | R\$ 47.210,00 | | R\$ 4.721,00 | R\$ 472,10 | R\$ 944,20 | | |
| Total: | | | | | R\$ 155.808,00 | | R\$ 12.511,40 | R\$ 1.558,08 | R\$ 3.116,16 | | |
| | | | | | | | | | | R\$ 172.993,64 | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

TOMADA D'ÁGUA DE 18 m³/s

| Equipamento | Peso (kg) | | | Custo (R\$) | | | | | | |
|-----------------------|-------------|-----------------|--------------------|---------------------|------------------|----------------|---------------|--------------|----------------|--|
| | Equipamento | Nº Equipamentos | Equipamentos total | Fabricação unitária | Fabricação total | Preço por kilo | Montagem | Seguro | Transporte | |
| Grade: | 2.500 | 2 | 5.000 | R\$ 17.500,00 | R\$ 35.000,00 | R\$ 7,00 | R\$ 1.750,00 | R\$ 350,00 | R\$ 700,00 | |
| Peça fixa: | 3.000 | 1 | 3.000 | R\$ 18.000,00 | R\$ 18.000,00 | R\$ 6,00 | R\$ 900,00 | R\$ 180,00 | R\$ 360,00 | |
| Comporta ensecadeira: | 1.384 | 2 | 2.768 | R\$ 9.688,00 | R\$ 19.376,00 | R\$ 7,00 | R\$ 968,80 | R\$ 193,76 | R\$ 387,52 | |
| Válvula dispersora: | | 2 | | R\$ 36.129,00 | R\$ 72.258,00 | | R\$ 7.225,80 | R\$ 722,58 | R\$ 1.445,16 | |
| Registro borboleta: | | 2 | | R\$ 36.129,00 | R\$ 72.258,00 | | R\$ 7.225,80 | R\$ 722,58 | R\$ 1.445,16 | |
| <i>Total:</i> | | | | | R\$ 216.892,00 | | R\$ 18.070,40 | R\$ 2.168,92 | R\$ 4.337,84 | |
| | | | | | | | | | R\$ 241.469,16 | |



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

TOMADA D'ÁGUA DE 2 m³/s

| Equipamento | Peso (kg) | | | Custo (R\$) | | | | | | |
|-----------------------|-------------|-----------------|--------------------|---------------------|------------------|----------------|--------------|------------|---------------|--|
| | Equipamento | Nº Equipamentos | Equipamentos total | Fabricação unitária | Fabricação total | Preço por kilo | Montagem | Seguro | Transporte | |
| Grade: | 750 | 1 | 750 | R\$ 5.250,00 | R\$ 5.250,00 | R\$ 7,00 | R\$ 262,50 | R\$ 52,50 | R\$ 105,00 | |
| Peça fixa: | 560 | 1 | 560 | R\$ 3.360,00 | R\$ 3.360,00 | R\$ 6,00 | R\$ 168,00 | R\$ 33,60 | R\$ 67,20 | |
| Comporta ensecadeira: | 250 | 1 | 250 | R\$ 1.750,00 | R\$ 1.750,00 | R\$ 7,00 | R\$ 87,50 | R\$ 17,50 | R\$ 35,00 | |
| Válvula dispersora: | | 2 | | R\$ 16.860,00 | R\$ 33.720,00 | | R\$ 3.372,00 | R\$ 337,20 | R\$ 674,40 | |
| Registro borboleta: | | 2 | | R\$ 16.860,00 | R\$ 33.720,00 | | R\$ 3.372,00 | R\$ 337,20 | R\$ 674,40 | |
| Total: | | | | | R\$ 77.800,00 | | R\$ 7.262,00 | R\$ 778,00 | R\$ 1.556,00 | |
| | | | | | | | | | R\$ 87.396,00 | |