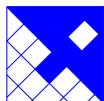




**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA**



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 III – EIXO NORTE
R1 – DESCRIÇÃO DO PROJETO**



**TRECHO III – EIXO NORTE
R1 – DESCRIÇÃO DO PROJETO**

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

PROJETO BÁSICO

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Ministro de Estado da Integração Nacional: **Ciro Ferreira Gomes**

Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica

Secretário de Infra-Estrutura Hídrica: **Hypérides Pereira de Macêdo**

Coordenador Geral: **João Urbano Cagnin**

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Diretor: **Luiz Carlos Moura Miranda**

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**

São José dos Campos, setembro de 2003

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais - FUNCATE

Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional – Projeto Básico; Trecho III – Eixo Norte – R1 – Descrição do Projeto. - São José dos Campos: Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais – FUNCATE, 2003.

24 p

1. Transposição de Águas
- I. Trecho III – Eixo Norte - R1 – Descrição do Projeto.

CDU 556.18

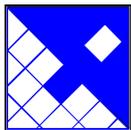
FUNCATE:

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

São José dos Campos – SP

CEP: 12210-131

Telefone: (0XX 12) 3925 1399 Fax: (0XX 12) 3941 2829



FUNCATE

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

Projeto	RAA	Data SET/2003
Verificação	RAA	Data SET/2003
Aprovação	ACAV	Data SET/2003
Aprovação	JAVM	Data SET/2003
Código FUNCATE	EN.B/III.RF.GR.0001	



MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Verificação		Data
Aprovação		Data

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

PROJETO BÁSICO

**TRECHO III - EIXO NORTE
R1 - DESCRIÇÃO DO PROJETO**

**Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco
para o Nordeste Setentrional**
Projeto Básico

Equipe

José Armando Varão Monteiro: Gerente

Antônio Carlos de Almeida Vidon: Coordenador Técnico

Ricardo Antônio Abrahão: Coordenador Técnico Adjunto

Geverson Luiz Machado: Chefe da Equipe de Geotecnia
Clóvis Ribeiro de Moraes Leme: Engenheiro

Aloysio Accioly de Senna Filho: Chefe da Equipe de Geologia

Rafael Guedes Valença: Chefe da Equipe de Hidráulica
Anibal Young Eléspuru: Engenheiro

José Carlos Degaspare: Chefe da Equipe de Estrutura

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

Bernd Dieter Lukas: Chefe da Equipe de Engenharia Mecânica

Sidnei Collange: Chefe da Equipe de Engenharia Elétrica

Equipe de Produção

Antonio Carlos Cunha Aguiar – Projetista

Antonio Muniz Neto – Projetista

Leandro Eboli – Projetista

João Luiz Bosso – Projetista

Laryssa Lillian Lopes – Técnica em Geoprocessamento

Mônica de Lourdes Sampaio – Desenhista Projetista

Infra Estrutura e Apoio

Ana Julia Cristofani Belli – Secretária

Célia Regina Pandolphi Pereira – Assistente Adm. Especializada

Andréa Marques Moraes – Aux. Administrativo

Maria Aparecida de Souza – Servente

Consultor

Luiz Antonio Villaça de Garcia



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

APRESENTAÇÃO

O presente documento se constitui no Relatório R1 – DESCRIÇÃO DO PROJETO, parte integrante do **Projeto Básico do Trecho III – Eixo Norte**, 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/SEPPE – 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 III – Eixo Norte** compõe-se dos seguintes relatórios:

- R1 Descrição do Projeto
- R2 Critérios de Projeto
- R3 Usinas Hidrelétricas
- R4 Sistema Adutor
- R5 Sistema de Drenagem
- R6 Bases Cartográficas
- R7 Geologia e Geotecnia
- R8 Estudos Hidrológicos
- R9 Sistema de Supervisão
- R10 Modelo Hidrodinâmico e Esquema Operacional
- R11 Sistema Elétrico
- R12 Canteiros e Sistema Viário
- R13 Cronograma e Orçamentos
- R14 Dossiê de Licitação
- R15 Memoriais de Cálculo
- R16 Linhas de Transmissão
- R17 Caderno de Desenhos



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

ÍNDICE	PG
1 . OBJETO E OBJETIVO.....	1
2 . LOCALIZAÇÃO.....	1
3 . INTRODUÇÃO.....	1
3.1 Estudos Anteriores.....	3
4 . TRAÇADO.....	4
5 . DESCRIÇÃO GERAL E OPERAÇÃO DO SISTEMA.....	4
5.1 Estrutura de Controle em Caiçara.....	4
5.2 Canal.....	5
5.3 Aquedutos.....	5
5.4 Túnel Serra da Areia.....	6
5.5 Barragem Várzea Grande.....	7
5.6 Usina Hidrelétrica Salgado I.....	8
5.7 Usina Hidrelétrica Salgado II.....	9
5.8 Sistema Viário.....	10
5.9 Tomadas D'Águas de Uso Difuso.....	13
5.10 Operação do Sistema.....	13
5.11 Planejamento e Custo.....	14
5.12 Sistema de Transmissão.....	17
6 . FICHA TÉCNICA E DESCRIÇÃO GEOMÉTRICA DO TRECHO III.....	18



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

1 . OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste relatório é o Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional e o seu objetivo é a descrição do Projeto Básico do Trecho III, Eixo Norte.

2 . LOCALIZAÇÃO

O Trecho III localiza-se nos Estados da Paraíba e do Ceará, desenvolvendo-se a partir do futuro Reservatório Caiçara no município de São José de Piranhas, na Paraíba, em direção ao município de Aurora, no Ceará, tendo uma extensão aproximada de 62 km até o ponto de entrega no rio Salgado, afluente do rio Jaguaribe.

Este trecho inicia na estrutura de controle do reservatório Caiçara, nas coordenadas UTM Norte 9.222.756 e 543.755 Leste e termina na casa de força da futura usina hidrelétrica de Salgado II, no vale do rio Piranhas, nas coordenadas UTM Norte 9.222.755 e Leste 543.755. A localização da área do projeto está mostrada na **Figura 2.1**, e no desenho EN.B/III.DS.GR.0001, (página 1 do caderno de desenhos).

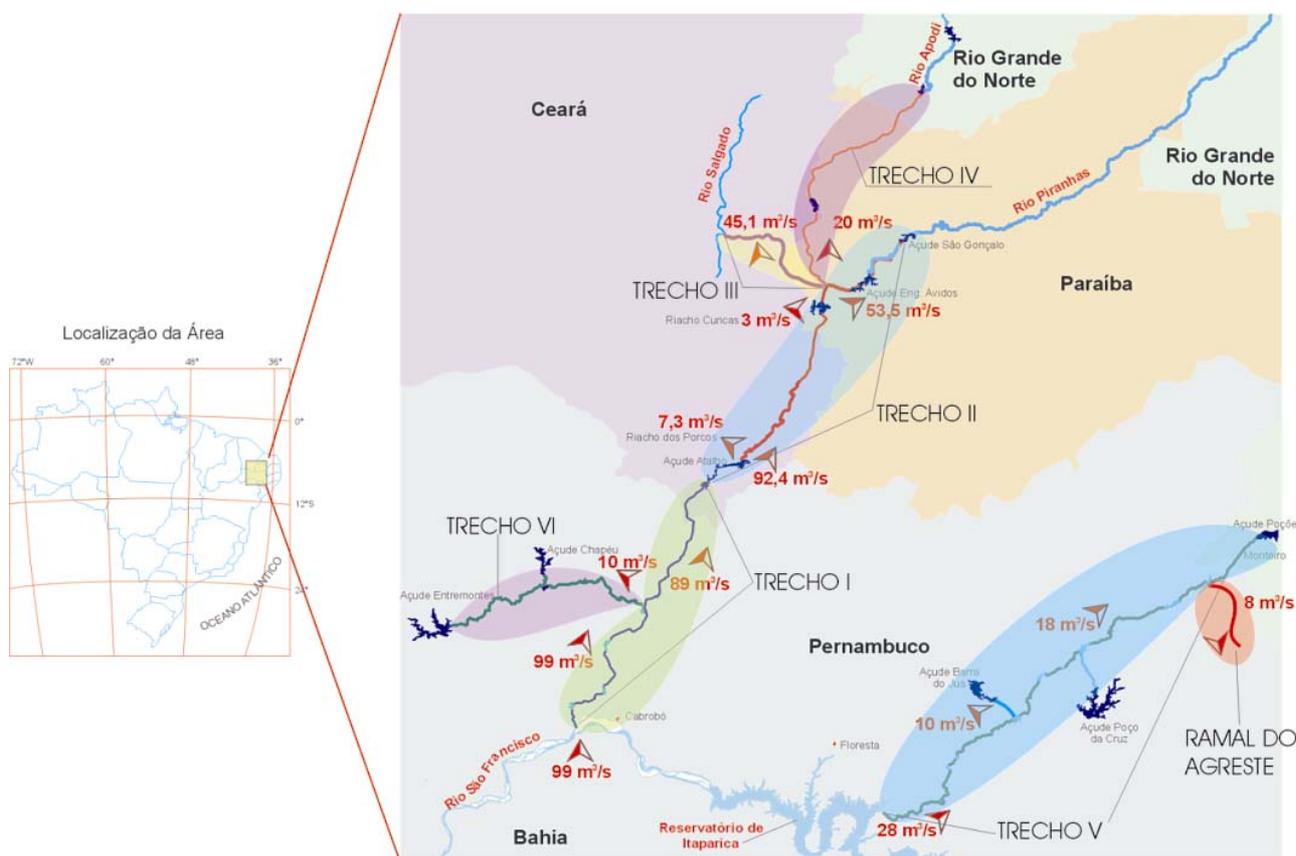


Figura 2.1 – Localização da área do Projeto

3 . INTRODUÇÃO

Os conceitos desenvolvidos para o sistema operativo da Transposição do rio São Francisco durante os estudos de Viabilidade foram adicionados da maximização da geração de energia elétrica, o que originou uma adaptação no traçado dos Trechos II e III. Esses traçados foram rearranjados de forma a tomar partido de desníveis topográficos compatíveis com a instalação de usinas hidrelétricas sem, no entanto, prejudicar o objetivo maior que é a distribuição das águas para atendimento das demandas em pontos específicos. A introdução das usinas hidrelétricas criou condicionantes no



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

comportamento hidrodinâmico do escoamento determinando uma nova análise da operação do sistema visando a geração otimizada, como mostrado nos relatórios R8 “Estudos Hidrológicos” e R10 “Modelo Hidrodinâmico e Esquema Operacional”.

A modificação do traçado abrange a criação de um reservatório imediatamente a jusante do túnel Cuncas II, denominado Caiçara que será o pivô de distribuição das vazões para os trechos II, III e IV, de forma que os canais que alimentarão os Trechos II e III serão construídos na encosta da Serra do Amaro. Ao final da serra, aproveitando-se o desnível até o vale do rio Salgado, a Oeste, e o vale do Piranhas a Leste, serão instaladas usinas hidrelétricas (**Figura 3.1**). Além disso, aproveitou-se o desnível existente nas barragens dos Açudes Eng. Ávidos e São Gonçalo, ambos atualmente em operação, para também ganhar potência instalada através de outras duas usinas. Ressalta-se que o desnível para o rio Salgado foi dividido em duas quedas aproximadamente iguais, que tornou a alternativa mais atraente, como mostrado no relatório “Otimização Energética dos Trechos II e III”, EN.V/G.RF.GR.0001 da FUNCATE.

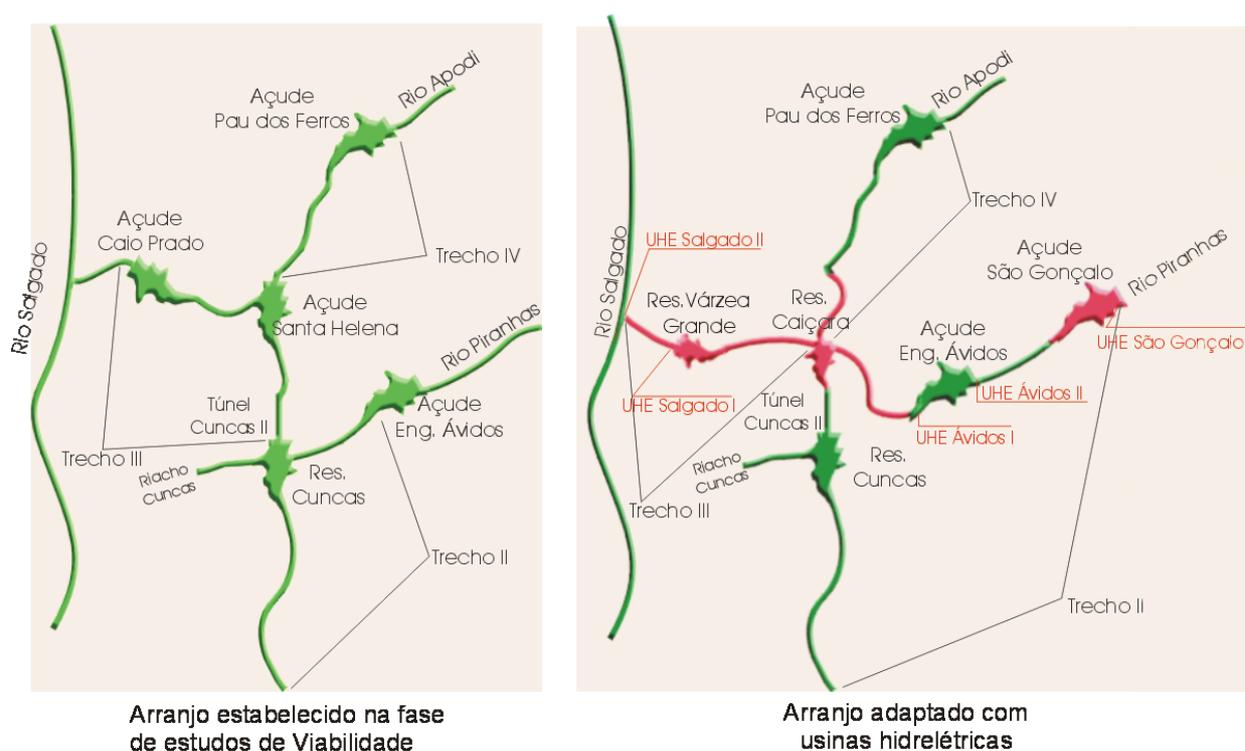


Figura 3.1 – Comparação entre os arranjos

Essas usinas, incluindo as já previstas de Jati e Atalho, têm um enfoque diferente das usinas convencionais, pois privilegiam a redução do consumo de energia do sistema integrado e operam de acordo com a hidrologia das demandas de suprimento e em paralelo exclusivo com o funcionamento das bombas de recalque do Trecho I. Dessa forma, sua viabilidade foi considerada em conjunto com todo o sistema da Transposição e a energia gerada será contabilizada como custo operacional evitado.

Como conseqüência, a operação hidráulica dos canais e reservatórios no trecho foi modificada para atender simultaneamente a dois critérios relativos ao atendimento das demandas de suprimento hídrico e à maximização de energia. Os estudos hidrológicos mostram que o conceito da sinergia hídrica fica preservado com esta modificação de operação.



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

Para a garantia dessa operação hidráulica foi necessária a adoção de usinas hidrelétricas com potências instaladas por máquina diferentes em uma mesma usina, de forma a criar condições flexíveis de atendimento das variações de vazão de suprimento. Conseqüentemente, o Trecho III tem capacidade para suprir desde alguns poucos metros cúbicos por segundo até a vazão total prevista da ordem de 45 m³/s.

As vazões máximas adaptadas para a nova forma de operar o sistema, associadas aos desníveis topográficos, possibilitaram a determinação das potências das usinas hidrelétricas, cujo esquema de arranjo e balanço das potências instaladas estão mostradas na **Figura 3.2**. Na instalação final do sistema, a diferença entre as potências máximas de bombeamento e a de geração é de 36,5 MW, o que representa 18% da demanda elétrica necessária do bombeamento.

Em termos de energia média gerada o valor é equivalente a 63 MW médios. e a energia requerida pelas estações de bombeamento no Trecho I é 102 MW médios, resultando em um déficit médio de 39 MW.

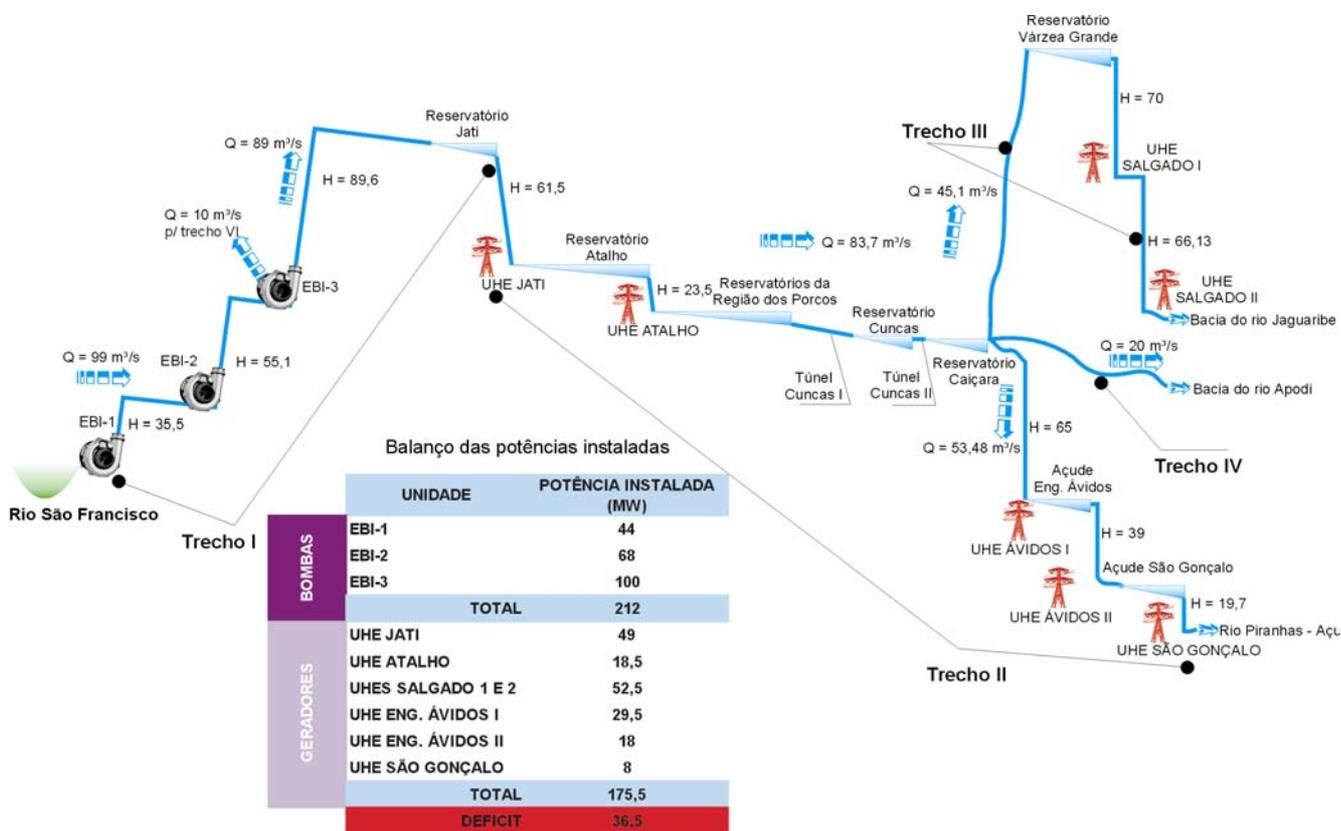


Figura 3.2 – Balanço das potências instaladas

3.1 Estudos Anteriores

Entre 1.999 e 2.000 foram desenvolvidos os estudos de viabilidade, de inserção regional e ambiental de todo o sistema, a cargo do Consórcio Engecorps - Harza, da VBA e do Consórcio Jaakko Pöyry - Tahal, respectivamente, contratados pela FUNCATE por meio de licitações públicas.

Ainda no ano de 2.000, da mesma forma, foram desenvolvidos os projetos básicos dos Trechos I e V sob a responsabilidade do Consórcio Engecorps - Harza e da própria FUNCATE, respectivamente. O Projeto Básico do Trecho II foi inteiramente desenvolvido pela FUNCATE, no decorrer do ano de 2001. O projeto do Trecho III, objeto deste estudo, foi, também, desenvolvido totalmente pela FUNCATE, entre 2002 e 2003.



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

4 . TRAÇADO

Com o novo arranjo do traçado, o Trecho III partirá do Reservatório Caiçara e, por meio de canais, túnel e aquedutos atingirá o reservatório de Várzea Grande, previsto para estabilizar o comportamento hidrodinâmico da adução e servir como câmara de carga da usina hidrelétrica de Salgado I. O canal de fuga de Salgado I dará origem a um canal que atinge a câmara de carga da usina hidrelétrica de Salgado II, cujo canal de fuga restituirá as águas da transposição ao rio Salgado.

A disposição das obras e suas características principais podem ser vistas nos desenhos de números EN.B/III.DS.GR 0001 e 0002 (páginas 1 e 2 do caderno de desenhos).

5 . DESCRIÇÃO GERAL E OPERAÇÃO DO SISTEMA

5.1 Estrutura de Controle em Caiçara

O reservatório Caiçara, como já descrito no trecho II, tem como finalidade principal a distribuição de vazão para os Trechos II, III e IV.

O Trecho III se desenvolve a partir da estrutura de controle de superfície localizada no reservatório Caiçara que permitirá a saída da vazão de 45,9 m³/s para o canal de jusante.

Nessa estrutura foram previstos quatro vãos, cada um medindo 3,8 m de largura e 3,89 m de altura, sendo cada um deles equipado com uma comporta do tipo segmento de 6,9 m de raio. O acionamento de cada uma das comportas segmento será feito através de dois servomotores, enquanto que a operação de todas as comportas será realizada por uma única central hidráulica, instalada na Casa de Comando, situada no coroamento da respectiva estrutura, conforme pode ser observado na **Figura 5.1**. (Desenho EN.B/III.DS.ET.0004 – página 101 do caderno de desenhos).

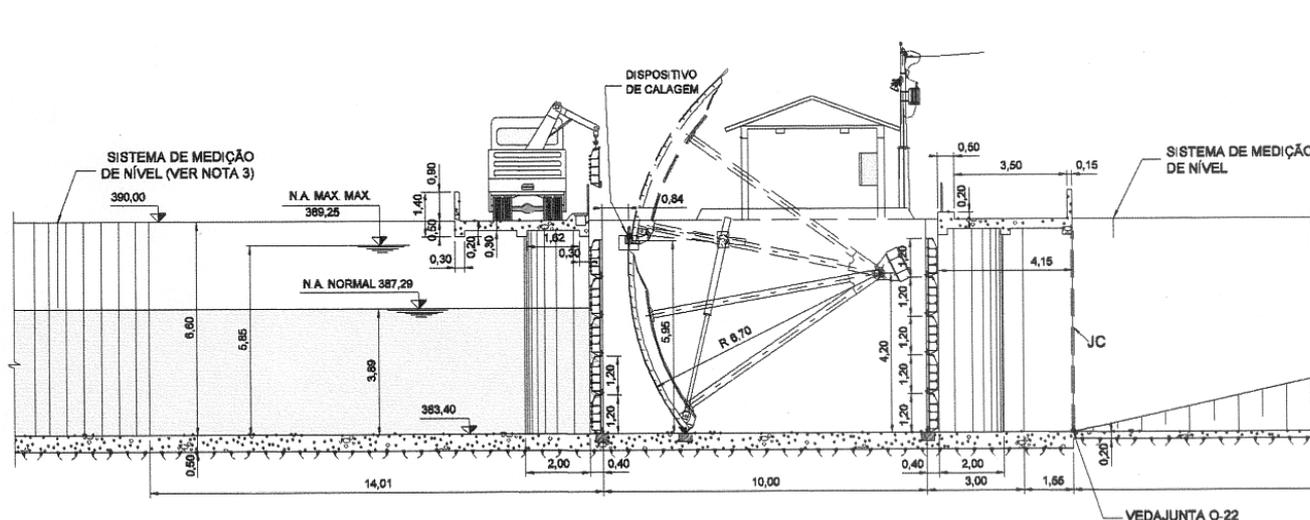


Figura 5.1 – Estrutura de Controle do Trecho III

Para fins de manutenção, serão utilizados dois jogos de comportas ensecadeira, a serem posicionadas nas ranhuras a montante e a jusante da comporta segmento. A estocagem dos elementos das comportas ensecadeira foi prevista para ser feita nas próprias ranhuras de Estrutura de Controle situada no reservatório Caiçara. Como o vão das comportas ensecadeira é igual, um único jogo servirá para as estruturas de controle de continuação do Trecho II e de saída do Trecho III. Essa solução será facilitada pelo emprego de guindastes móveis para a montagem e manutenção dos equipamentos, e pela pequena distância entre estas Estruturas de Controle.



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

5.2 Canal

Os canais do Trecho III, que iniciarão no reservatório da barragem de Caiçara e terminarão na câmara de carga da UHE Salgado II, serão constituídos de dezessete trechos, com o comprimento total de 50.218 m. A topografia do trecho, bastante acidentada, determinou a utilização de vários aquedutos em substituição aos aterros.

Os canais foram dimensionados com a finalidade de aduzir a vazão de 45,1 m³/s, sendo trapezoidal a jusante da Estrutura de Controle, com largura de base de 4 m, talude laterais com inclinação 1V:1,5H, escavado em solo e rocha ou construídos em aterro, com declividade de 0,0001 m/m e altura da lâmina d'água de 4 m (Desenhos EN.B/II.DS.GT 0042 e 0043 - páginas 032 e 033 do caderno de desenhos). Na área de escoamento os taludes serão impermeabilizados com manta geossintética, por sua vez protegida mecanicamente por uma camada de concreto com fibras plásticas.

5.3 Aquedutos

Os aquedutos são estruturas em concreto que substituem os canais em trechos reduzidos, que cortam bacias de drenagem que têm uma vazão correspondente a chuvas com período de recorrência de 100 anos igual ou maior que 60 m³/s, não comportando uma solução de drenagem convencional, ou então o trecho do canal em aterro se torna solução antieconômica em comparação com a solução em aqueduto (desenhos EN.B/III.DS.ET.0006, 0007 e 0008 - páginas 109, 107 e 108 do caderno de desenhos)

Neste trecho foram projetados 14 aquedutos dimensionados para a vazão de 45,10 m³/s, com célula simples:

AQUEDUTO	COMPRIMENTO (m)
São Joaquim	300
Angical	450
Taboca de Cima	300
Balanço	300
Cipó	1260
Bom Jardim	1620
Serra da Areia	540
Casemiro	810
Serra Nova	330
Mofumbo	510
Ribeiro	420
Taboca	390
Jitirana	180
Salgado	180

Os dois extremos dos aquedutos serão estruturas de transição de 30 m de comprimento, para passar da seção do canal para a seção do aqueduto em formato retangular e vice-versa como mostrado na **Figura 5.2**. (Desenho ET.B/III.DS.ET.0007 - página 107 do caderno de desenhos).



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

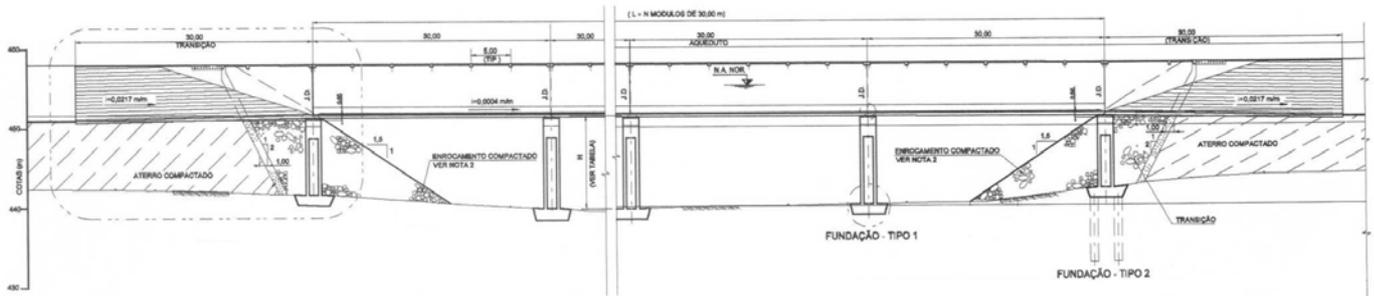


Figura 5.2 – Aqueduto do Trecho III

Os comprimentos indicados na tabela anterior referem-se somente à parte do aqueduto, sem a inclusão dos trechos das transições de montante e jusante. Os aquedutos têm forma retangular com declividade de 0,0004 m/m. Para a vazão de 45,1 m³/s, a sua base é de 7 m de largura e altura variável em função dos estudos hidrodinâmicos, em torno de 6 m livres.(Figura 5.3).

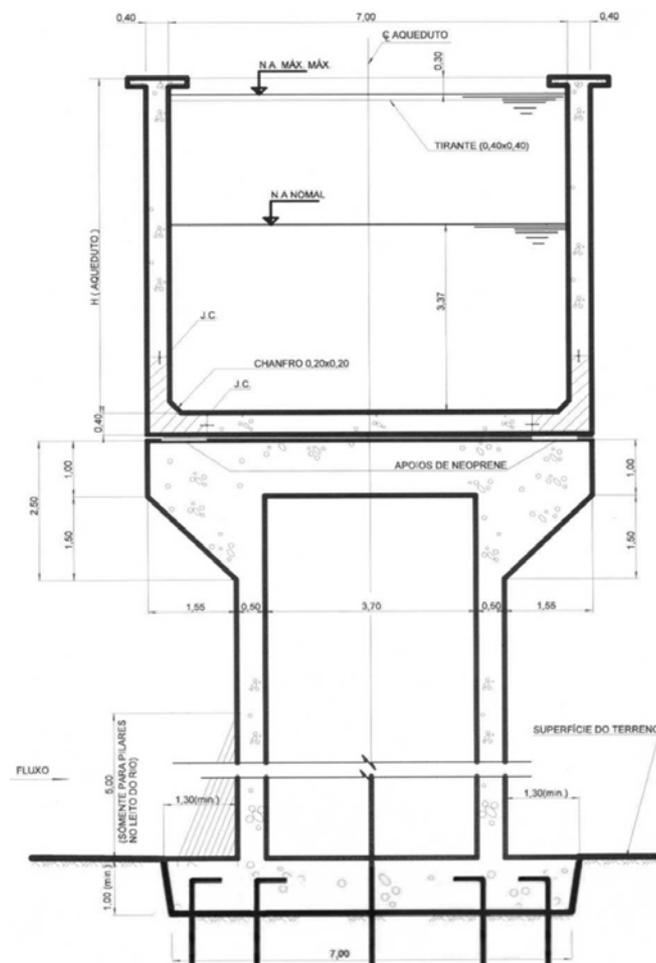


Figura 5.3 - Aqueduto do Trecho III – Seção Transversal

5.4 Túnel Serra da Areia

O túnel Serra da Areia terá um comprimento de 550 m, entre as estacas 36+856 e 37+406. Este túnel foi dimensionado com a finalidade de aduzir uma vazão de 45,1 m³/s através de uma seção arco-retângulo de 7,2 m de largura e altura. Escavado em rocha, terá uma altura da lâmina d'água limitada a 5,4 m de altura e a declividade economicamente fixada em 0,0004 m/m na



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

etapa de estudos de viabilidade (Desenhos EN.B/III.DS.GT. 0050 e 0049 - páginas 103 e 104 do caderno de desenhos).

5.5 Barragem Várzea Grande

Ao final do primeiro trecho de canal será implantada a barragem de Várzea Grande com 2 diques auxiliares. A posição em planta da barragem Várzea Grande está indicada no desenho EN.B/III.DS.GT.0027 (página 111 do caderno de desenhos). Além da otimização do comportamento hidrodinâmico, o reservatório correspondente funcionará como câmara de carga da UHE Salgado I.

Trata-se de uma barragem do tipo enrocamento com face de concreto. A seção típica da barragem é zoneada e definida em função dos materiais disponíveis para sua construção e parte deles provenientes das escavações obrigatórias. A região à montante situada imediatamente sob a face de concreto da barragem será constituída por uma transição com finos. A região central será constituída de enrocamento compactado energeticamente. A porção do talude a jusante, será constituída por enrocamento compactado com energia mais branda, sendo capeado por grandes blocos de rocha. (Figura 5.4)

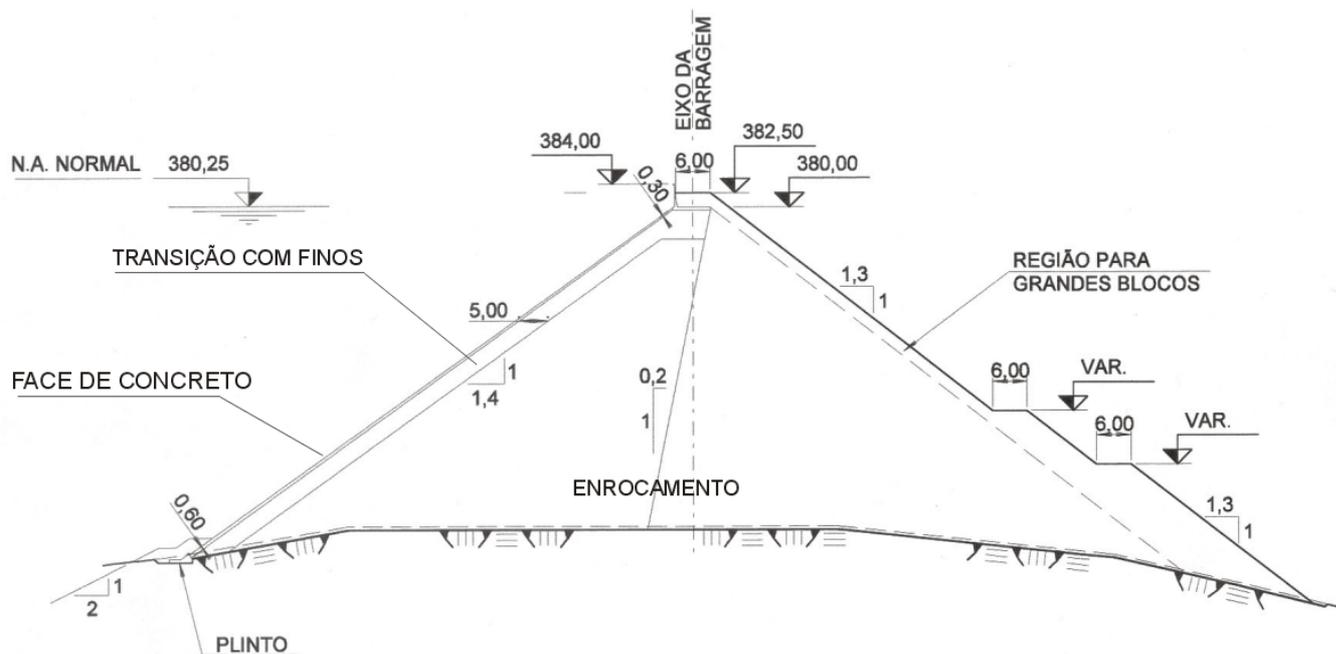


Figura 5.4 – Seção da Barragem de Várzea Grande

O pé de montante da barragem será constituído por um plinto de concreto armado solidarizado à rocha de fundação por intermédio de chumbadores de 32 mm.

O talude de montante terá uma inclinação de 1,4H:1V e o de jusante 1,3H:1V, com berma para acesso. A altura máxima da barragem será de aproximadamente 90 m. O volume d'água total, acumulado no reservatório, no nível normal operacional, será $54,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

O sistema de auscultação do comportamento do maciço da barragem será constituído por marcos superficiais, células de recalque e extensômetros múltiplos, conforme indicado no desenho EN.B/III.DS.GT.0029 (página 115 do caderno de desenhos).

Para garantir a estanqueidade do reservatório de Várzea Grande deverão ser implantados dois diques auxiliares. O Dique 1 será do tipo enrocamento com núcleo impermeável de terra. Já o Dique 2, por ser menor, será basicamente de solo compactado, conforme pode ser observado no desenho EN.B/III.DS.GT.0024 (página 117 do caderno de desenhos).



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

Na barragem foi incorporado um vertedor de segurança dimensionado para escoar a vazão de 10 m³/s, que é a vazão máxima de dimensionamento deste trecho. Essa vazão corresponde a um evento acidental em que haverá uma vazão de montante e a tomada d'água da usina hidrelétrica estará com vazão nula, o que ocasionará o enchimento do reservatório até vertimento. Note-se que, neste caso, a vazão é maior que aquela definida como o máximo maximorum hidrológico que soma os efeitos da operação diária com uma enchente de período de recorrência de 1.000 anos.

A cota da crista da barragem será 384 m e a soleira do vertedouro estará na cota 382,88 m. Sua estrutura foi projetada em concreto massa, com comprimento da soleira de 45 m. A altura máxima do vertedouro é de 3,38 m, terminando em um muro de concreto gravidade, em cada extremidade. A seguir as águas são lançadas em uma pequena bacia de dissipação de 5,26 m de comprimento sendo, então conduzidas à drenagem no terreno natural (desenho EN.B/III.DS.ET.0001 - página 116 do caderno de desenhos) escavado até a cota 380.

5.6 Usina Hidrelétrica Salgado I

O sistema Salgado I iniciará na margem direita do reservatório de Várzea Grande, sendo que o sistema adutor de geração será composto por uma tomada d'água, um túnel de adução que se conectará a um conduto forçado metálico exposto que terminará na casa de força e válvula dispersora.

O desnível geométrico entre o nível d'água normal do reservatório e o nível d'água normal no canal de fuga será de 70 m.

O circuito hidráulico será caracterizado por uma tomada d'água, dotada de grades com dimensões 6,7 m de altura 5,5 m de largura, e com uma comporta tipo vagão com 4 m de altura e 4 m de largura.

Em seguida, está previsto um túnel adutor revestido em concreto, com 4 m de diâmetro e 140 m de comprimento. O diâmetro interno foi definido considerando a velocidade de escoamento inferior a 4 m/s. O dimensionamento estrutural efetuado indicou que a espessura do concreto de revestimento não seja inferior a 0,3 m, considerando-se concreto com resistência característica à compressão $f_{ck} = 25$ MPa.

Na seqüência existirá um conduto forçado que terminará numa casa de força, onde estarão alojadas quatro unidades geradoras e uma válvula dispersora situada na sua margem direita de 1,5 m de diâmetro, que permitirá a passagem da vazão de 45,1 m³/s, com abertura total, e com o nível d'água mínimo no reservatório. A válvula lançará o jato numa fossa previamente escavada, com a finalidade de minimizar os problemas de erosão do canal receptor.

A potência da futura usina foi determinada para a vazão de 45,1 m³/s e altura geométrica de 70 m, resultando uma potência instalada total de 27 MW. Foram adotadas quatro unidades turbo-geradoras de eixo horizontal tipo Francis, cada uma com uma válvula borboleta a montante, gerador à direita e câmara de sucção à esquerda, sendo duas unidades de 9 MW, uma de 6 MW e uma de 3 MW de potência instalada. (**Figura 5.5** e detalhado nos desenhos EN.B/III.DS.GT.0031 e 0033, EN.B/III.DS.ME.0002, a 0004, páginas 119 a 124 do caderno de desenhos)



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

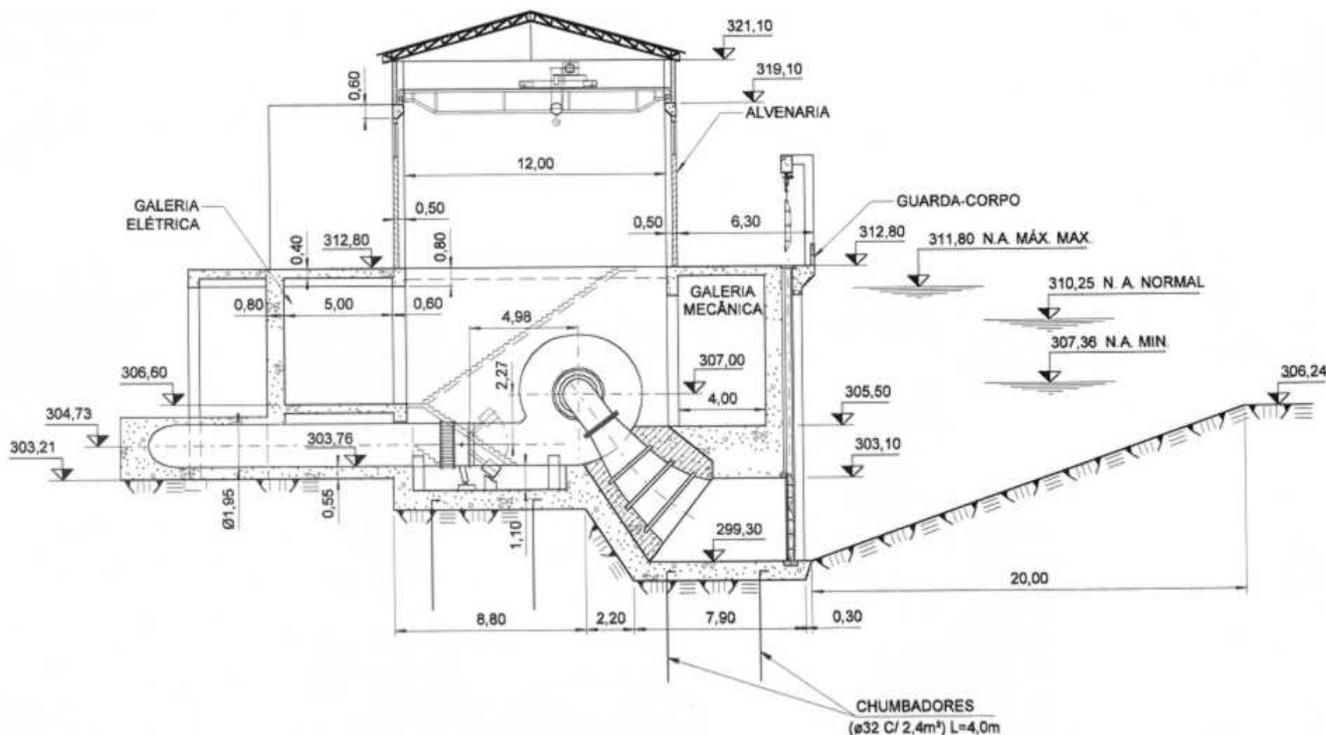


Figura 5.5 – Casa de Força de Salgado I

5.7 Usina Hidrelétrica Salgado II

O circuito de adução de Salgado II terá uma câmara de carga ao final do trecho em canal que vem do canal de fuga de Salgado I, uma tomada d'água embutida, um conduto forçado com ramificação para quatro unidades geradoras e uma válvula dispersora. O canal de fuga da UHE Salgado II segue num trecho curto até desembocar no rio Salgado.

A Câmara de Carga da UHE Salgado II terá 120 m de comprimento e 50 m de largura apresentando no seu lado direito um vertedouro de soleira livre com 55 m de comprimento.

Esse vertedouro foi concebido em lâmina livre, dimensionado para escoar 45,1 m³/s. A altura do vertedouro será de 5,79 m, terminando numa pequena bacia de dissipação de 2 m de comprimento, e então lançando as águas na drenagem do terreno natural.

O vertedouro situado no lateral direita da câmara de carga de Salgado II será implantado num local que apresenta praticamente rocha sã aflorante. Por isso, será fundado em rocha de boa qualidade, conforme pode ser observado no desenho EN.B/III.DS.GT.0030 (página 136 do caderno de desenhos).

A tomada d'água será implantada na extremidade de jusante desta câmara de carga, na parte central. Será constituída por um bloco de 7,2 m de largura, cerca de 18,4 m de comprimento máximo e 15,54 m de altura máxima, tendo a crista na cota 312,3 m, conforme pode ser observado na seção do desenho EN.B/III.DS.GT.0038 – página 137 do caderno de desenhos.

O bocal de entrada terá 5,5 m de largura máxima e 6,8 m de altura. O paramento de montante terá a inclinação de 5V:1H.

No interior da tomada d'água estão locadas as ranhuras da comporta vagão de emergência, bem como a transição em concreto, na qual a seção quadrada de 4 m de lado se transformará em seção circular de 4 m de diâmetro. A partir daí inicia-se um trecho curvo de aproximadamente 35°, revestido de concreto, com 30 m de raio médio, perfazendo o comprimento de 18,4 m (desenhos EN.B/III.DS.GT.0036 e GT.0038 - páginas 135 e 137 do caderno de desenhos).



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

O conduto forçado será constituído por uma linha de 4 m de diâmetro, com eixo a montante na cota 300,64 m, e eixo a jusante na cota 238,7 m, na entrada da Casa de Força. O comprimento do conduto, em planta, é de cerca de 125 m, e sua inclinação será de aproximadamente 40% com a horizontal.

A potência da usina foi determinada para a vazão de 45,1 m³/s e a altura geométrica de 66,13 m resultando uma potência total de 25,5 MW, adotando-se quatro unidades turbo geradoras de eixo horizontal, tipo Francis, cada uma com uma válvula borboleta a montante, gerador a direita e câmara de sucção à esquerda, com duas unidades de 8,5 MW, uma de 5,5 MW e uma de 3 MW de potência instalada. (Figura 5.6 e no desenho EN.B/III.DS.ME.0006 – página 138 do caderno de desenhos.

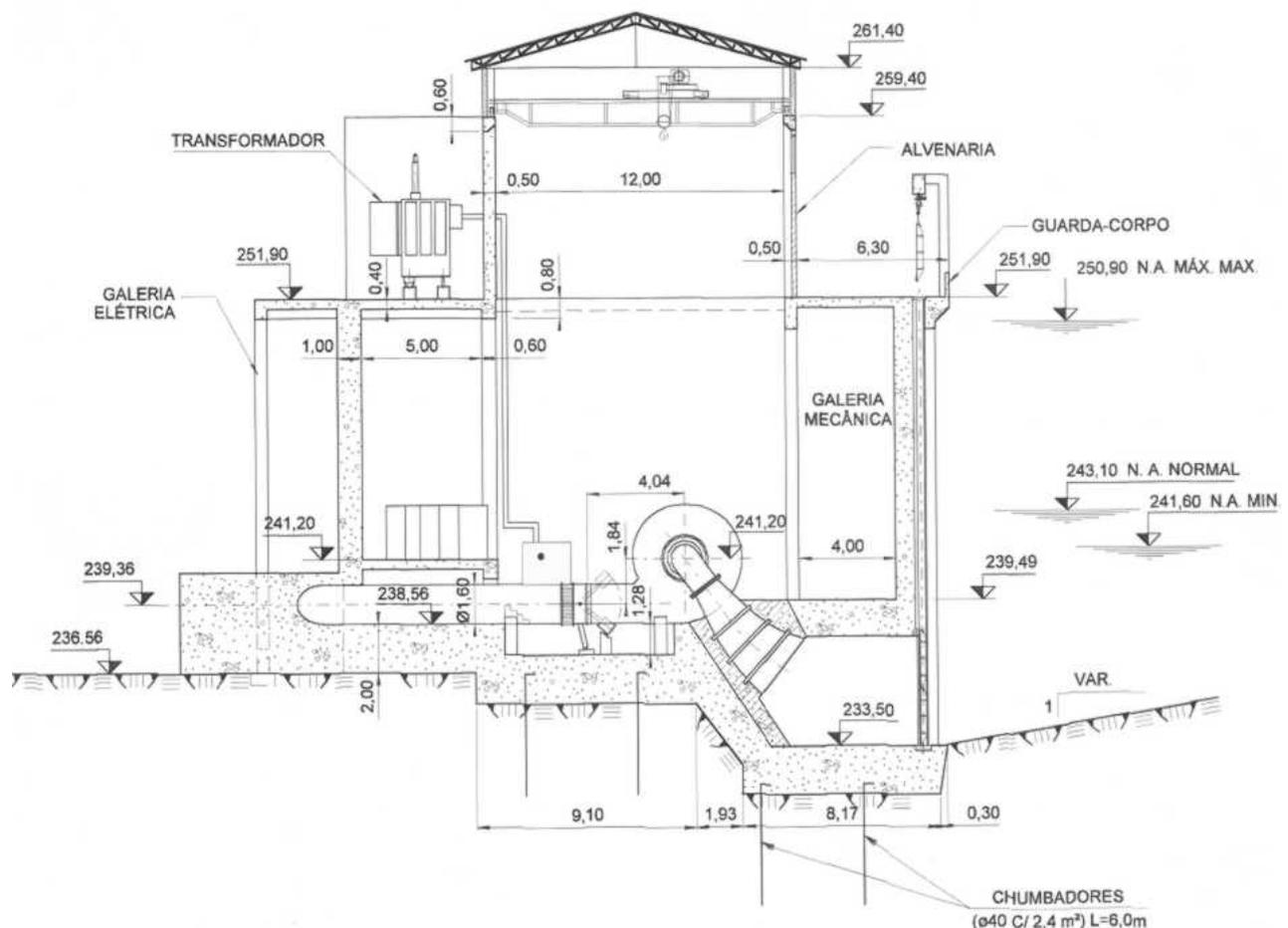


Figura 5.6 – Casa de Força de Salgado II

Também nesta usina será instalada uma válvula dispersora com diâmetro 1,5 m. Esta válvula permitirá a passagem da vazão de 45,1 m³/s, com abertura total, e com o nível d'água mínimo no reservatório e lançará o jato numa fossa previamente escavada, com a finalidade de minimizar os problemas de erosão do canal receptor.

5.8 Sistema Viário

Como o traçado do canal interferirá com o sistema viário local, serão necessárias obras de interligação para a manutenção das condições de trânsito de veículos e pedestres. Essas obras serão dos seguintes tipos:

- Ponte Tipo 1B (TB-36) indicadas para estradas vicinais que atravessam perpendicularmente o canal em situação de corte ou aterro. Estas pontes terão 1 vão, com comprimento de 35



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

m, trem tipo TB 36 com duas faixas de 3 m. Em cada lado do tabuleiro das pontes foram projetados passeios de 1 m de largura e guarda corpo de 0,8 m de altura, não apresentando acostamento (desenho EN.B/III.DS.ET.0002 - página 159 do caderno de desenhos). Neste trecho foram projetadas 9 pontes Tipo 1B (TB-36):

Localização	Corte/Aterro	Estaca
Jusante da Estrutura de Controle	Mista	6+900
Cabeça da Onça para o Atalho	Mista	9+000
Taboca de Cima para Queiroga	Aterro	22+740
Serra Nova para Mofumbo	Aterro	42+300
Olho d'Água da Éguas para o Ribeiro	Aterro	48+900
Umburana para o Ribeiro	Corte	51+580
Garra para o Taboca	Corte	55+200
Jusante da Casa de Força de Salgado I	Aterro	58+700
Montante da Câmara de Carga de Salgado II	Aterro	67+300

- Ponte Tipo 1A (TB-45) para dar continuidade à BR-116, que liga os municípios de Fátima e Monte Alegre no Ceará, com Classe IV e duas faixas de rolamento de 6 m. Em cada lado do tabuleiro da ponte foram projetados passeios de 1 m de largura e guarda corpo de 0,8 m de altura (**Figuras 5.7 e 5.8** - desenho EN.B/III.DS.ET.0003 - página 160 do caderno de desenhos).

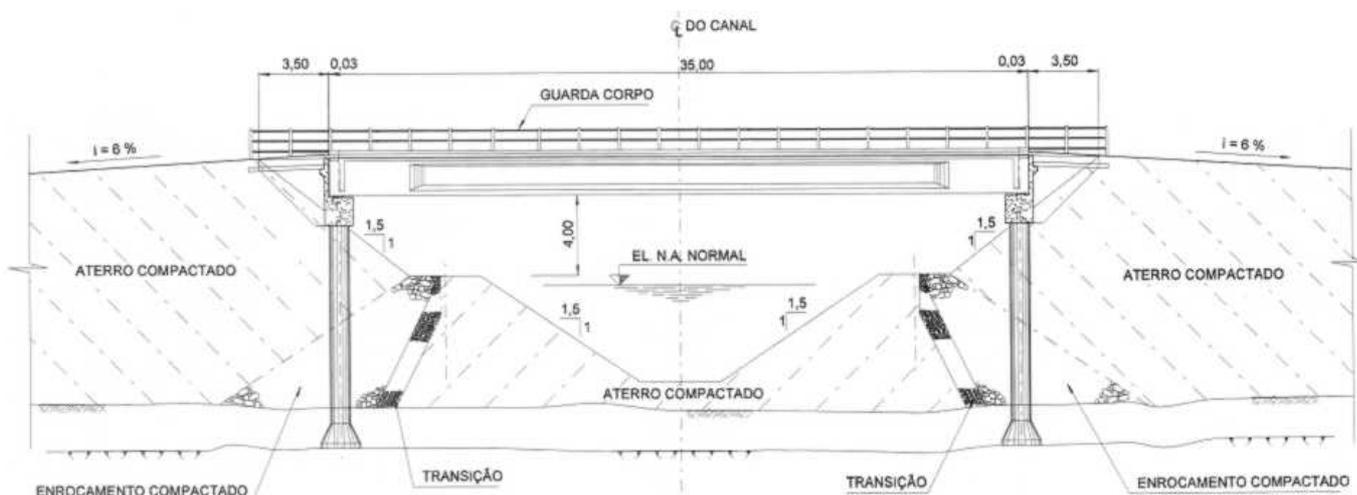


Figura 5.7 – Ponte TB – 45



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

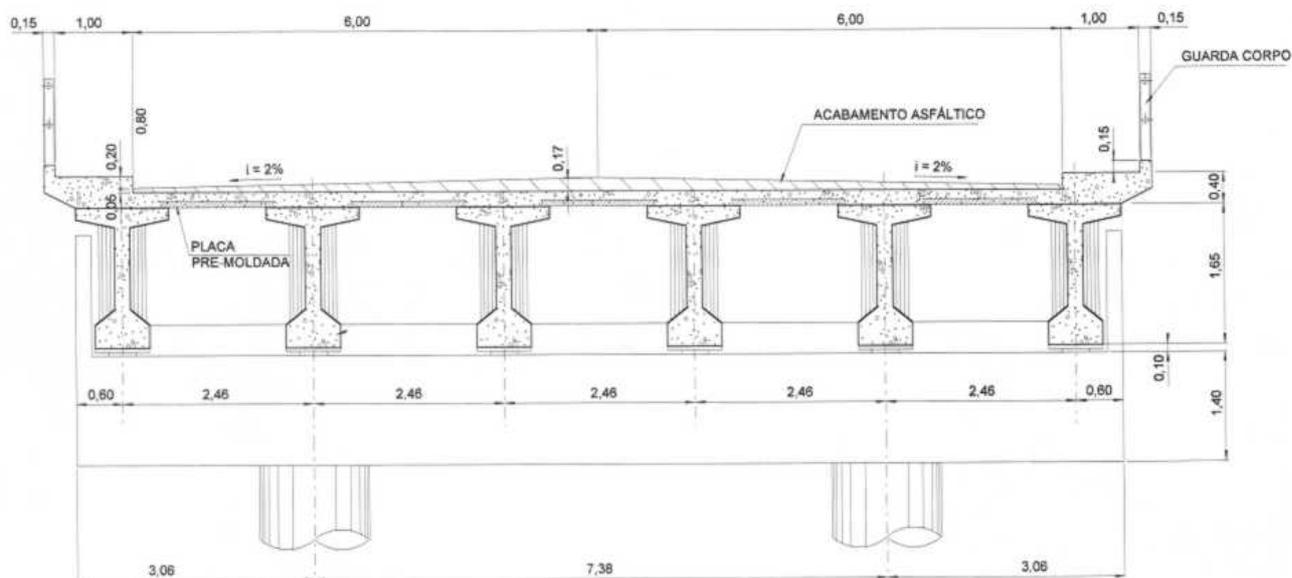


Figura 5.8 – Ponte TB- 45 – Seção

- As passarelas foram previstas para reintegrar o sistema de acesso de pedestres e animais local tendo sido projetadas 6 passarelas em concreto com as seguintes principais características: 1 vão de 21 m, 2 m de largura livre e 3,2 m de largura total (Figura 5.9 (a), (b) e (c) - desenho EN.B/III.DS.ET.0005 - página 161 do caderno de desenhos). Sua localização é a seguinte:

Localização	Corte/Aterro	Estaca
Rudado para Amaro	Mista	11+900
Tambor para Marimbos	Aterro	15+500
Tambor para Marimbos	Aterro	19+100
Barriguda para o Tipi	Corte	31+300
Serra da Várzea Grande para Jitirana	Aterro	61+500
Serra da Várzea Grande para Jitirana	Aterro	64+300

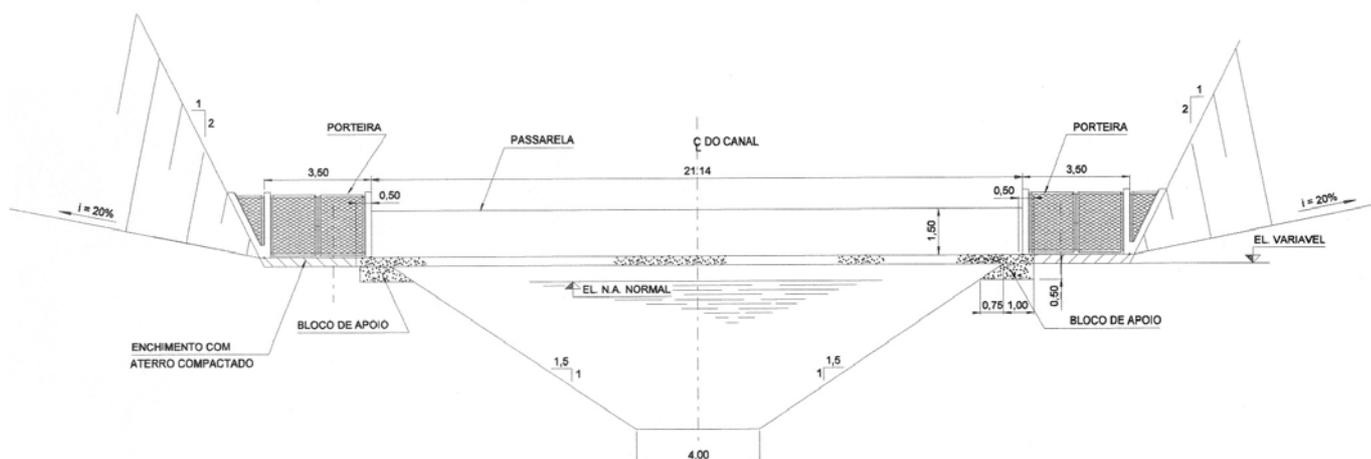


Figura 5.9 a – Passarela – Corte



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

O controle dessas informações e a operação das comportas, válvulas, bombas e turbinas será feita à distância com opção de acionamento manual no local em casos de pane no sistema, pelo Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC) centralizado na Central de Comando Operacional (CCO) localizada na subestação da Estação de Bombeamento EBI –1 no Trecho I.

Cada vez que for necessário um determinado volume de água para atender a uma demanda específica, ou várias, será acionado o sistema de bombeamento no Trecho I. Se esse volume tiver seu uso após o reservatório Caiçara, cada uma das comportas dos Trechos II, III e IV se abrirá até o nível da vazão correspondente à cada trecho, permitindo a vazão pelo tempo necessário para garantir o volume demandado. Essas demandas são identificadas pelo nível d'água dos reservatórios finais do sistema de transposição pelas necessidades de usos difusos ao longo do traçado dos eixos. O sistema, como concebido, permite o aporte de vazões variadas, desde poucos metros cúbicos por segundo até a vazão máxima prevista para cada trecho, com a correspondente geração elétrica.

Caso a água bombeada se destine aos Trechos II e III, a partir do reservatório Caiçara, as usinas hidrelétricas entrarão em operação imediatamente antes das bombas, enviando a energia para acionamento dos motores respectivos. Nos casos de operação diária, o sistema operará durante 21 horas, sendo desligado no período de ponta do sistema elétrico integrado, diminuindo o custo operacional evitando o pagamento das tarifas em horário de ponta. Os reservatórios integrantes do sistema de transposição garantirão uma constância das vazões no período de inatividade de 3 horas.

Nos casos de vazões máximas, o sistema operará normalmente, sem o acionamento das comportas, durante cinco dias, quando então deverá ser feita uma manobra para restaurar os níveis dos reservatórios à sua posição original. Este fato, explicado no relatório R10 “Modelos Hidrodinâmicos e Esquema Operacional” se deve a pequenos resíduos de volume nos reservatórios, que se somam diariamente, devendo ser regulados semanalmente para evitar o vertimento de água bombeada.

Esse ajuste deve ser feito com manobras de comportas, bombas e válvulas, que trarão os reservatórios participantes do sistema de adução aos níveis originais do início da operação do primeiro dia.

Ponderou-se entre fazer as manobras diariamente ou em períodos maiores. O risco de operação inadequada, seja por mal funcionamento dos equipamentos eletrônicos, elétricos ou mecânicos ou por falha do operador, foi considerado muito alto se tiver uma frequência diária, decidindo-se operar o sistema durante cinco dias, manobrando no sexto. Ressalta-se que esse efeito atinge seu máximo quando as vazões são as máximas previstas.

5.11 Planejamento e Custo

As obras previstas neste Projeto Básico do Trecho III têm como principal característica as obras lineares, como canais e aquedutos, apesar de neste trecho conter também duas usinas hidrelétricas.

Neste caso específico, o que norteou o planejamento quanto ao prazo de execução foi a execução dos canais e aquedutos e logicamente a data de liberação de água no Trecho II até o reservatório de Caiçara, onde existirá a estrutura de controle que dá início ao Trecho III.

Com estas premissas adotadas, a primeira fase para a construção do trecho III resultou em trinta e seis meses, considerando a totalidade das obras civis, e a montagem das máquinas relativas a esta fase da obra.

O estudo da evolução das demandas hídricas mostra que evolução das energias geradas conseqüentes tem uma distribuição como mostrada no **Gráfico 5.1**. Adotando o ano de 2007 como início de operação da primeira etapa deste sistema a instalação dos grupos geradores



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

será feita em quatro etapas: imediata, 6 anos, 11 anos e 18 anos. O planejamento foi baseado nesta suposição e poderá ser adaptado em função de ajustes das demandas hídricas.

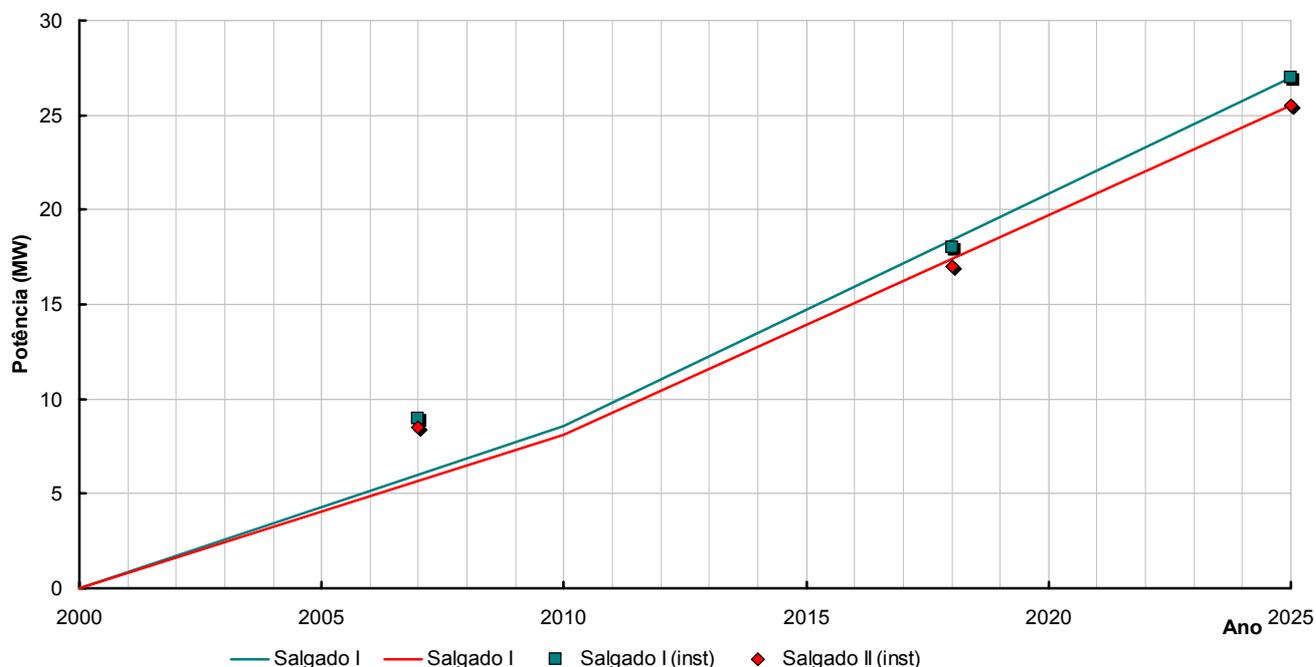


Gráfico 5.1 – Evolução das potências necessárias em função da evolução das demandas hídricas

O custo de referência total previsto para o trecho III é de aproximadamente R\$ 617.654.394,00 (seiscentos e dezessete milhões, quinhentos e cinquenta e quatro mil, trezentos e noventa e quatro reais) e a data de referência é Fevereiro de 2003.

O custo previsto para as obras civis é de R\$ 562.694.303,42 (quinhentos e sessenta e dois milhões seiscentos e noventa e quatro mil trezentos e três reais e quarenta e dois centavos) com previsão de desembolso nos trinta e seis primeiros meses de obra. O custo por tipo de obra está mostrado na **tabela 5.1**.



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

Item	Obra	Custo (R\$)
1	ESTRUTURA DE CONTROLE NO RESERVATÓRIO CAIÇARA	R\$ 2.569.724
2	CANAL DE ADUÇÃO	R\$ 179.825.806
3	AQUEDUTO	R\$ 72.938.828
4	TÚNEL	R\$ 3.851.664
5	RESERVATÓRIO VÁRZEA GRANDE	R\$ 88.077.923
6	UHE SALGADO I - 27.000	R\$ 33.924.588
7	UHE SALGADO II - 25.500	R\$ 34.032.180
8	TOMADAS D'ÁGUA DE USO DIFUSO	R\$ 6.766.180
9	PONTES : BR, PE e PASSARELAS.	R\$ 3.945.137
10	OBRAS DE INFRA ESTRUTURA	R\$ 94.107.770
11	LINHA DE TRANSMISSÃO	R\$ 10.515.676
12	CUSTO INDIRETOS	R\$ 87.098.918
Custo Total		R\$ 617.654.394

Tabela 5.1 – Resumo do custo das obras do Trecho III

O custo previsto para o fornecimento e montagem eletromecânica é de R\$ 54.960.090,00 (cinquenta e quatro milhões, novecentos e sessenta mil e noventa reais) com desembolso previsto para as três fases da obra.

O Fluxo de Caixa previsto para a execução total da obra em suas diversas fases esta apresentado na **tabela 5.2**



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

Ano	Custo(R\$)	Observações
1.	169.659.796	
2.	329.740.316	
3.	98.815.954	Entrada em operação
4.	0	
5.	0	
6.	0	
7.	0	
8.	0	
9.	0	
10.	0	
11.	0	
12.	0	
13.	3.687.178	
14.	1.379.873	Entrada em operação da 2ª etapa de motorização das usinas hidrelétricas
15.	0	
16.	0	
17.	0	
18.	0	
19.	0	
20.	10.043.073	
21.	4.328.204	Entrada em operação da 3ª etapa de motorização das usinas hidrelétricas
Total	617.654.394	

Tabela 5.2 – Desembolso para a construção da complementação do Trecho II

5.12 Sistema de Transmissão

Para garantir a transmissão de energia das usinas hidrelétricas às unidades de bombeamento foi necessário conceber um sistema de transmissão, detalhado no relatório R16 “Linha de Transmissão”, cuja constituição é a seguinte:

- Linha de transmissão entre a Subestação Caiçara e a Subestação da UHE Ávidos I, em 69 kV, (Trecho II);
- Linha de transmissão entre a Subestação da UHE Ávidos I e a Subestação de Ávidos II, em 69 kV, (Trecho II);
- Linha de transmissão entre a Subestação da UHE Ávidos II e a Subestação de São Gonçalo, em 69 kV, (Trecho II);

O sistema se interligará ao sistema de bombeamento do Trecho I, através da linha de transmissão em 230 kV, do Trecho II, que sai da subestação Caiçara.



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

Todas as linhas de transmissão serão protegidas contra descargas atmosféricas através de cabos do tipo Optical Ground Wire Cable (OPGW), que além da proteção servirão de meio físico para transmissão de voz e dados entre o CCO - Centro de Controle e Operação instalado junto à EBI-1 - e o resto do sistema.

Note-se que, sempre que possível, estruturas de controle, tomadas de usos difusos e outras estruturas de pequeno porte serão alimentadas por linhas locais.

6 . FICHA TÉCNICA E DESCRIÇÃO GEOMÉTRICA DO TRECHO III

Ficha Técnica

Barragem Caiçara	NA _{Max Max}	NA _{Normal}	NA _{Mínimo}	Vazão (m³/s)
Montante – est. 4+326,88	389,25	387,29	375,00	83,70
Estrutura de Controle Comportas Segmento	Est. 0+280,09	4 x (3,80 m x 5,95 m)		45,10
Descarregador de Fundo Válvulas Dispersoras	2 x Ø = 0,5 m			2,00
Vertedouro de Emergência	L= 74,50 m			83,70

Canal 1	Estaca	Linha d'água	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	6+341	4,02 m	0,015	0,0001 m/m	45,10
Jusante	14+760				
Canal Trapezoidal - Taludes internos 1,5H : 1,0V - Base: 4,0 m					

Aqueduto São Joaquim	Estaca	Linha d'água	Base	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	14+760	3,37 m	7,0 m	0,015	0,0004 m/m	45,10
Jusante	15+060					

Canal 2	Estaca	Linha d'água	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	15+060	4,02 m	0,015	0,0001 m/m	45,10
Jusante	15+800				
Canal Trapezoidal - Taludes internos 1,5H : 1,0V - Base: 4,0 m					

Aqueduto Angical	Estaca	Linha d'água	Base	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	15+800	3,37 m	7,0 m	0,015	0,0004 m/m	45,10
Jusante	16+250					

Canal 3	Estaca	Linha d'água	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	16+250	4,02 m	0,015	0,0001 m/m	45,10
Jusante	21+130				



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

Canal Trapezoidal - Taludes internos 1,5H : 1,0V - Base: 4,0 m

Aqueduto Taboca de Cima	Estaca	Linha d'água	Base	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	21+130	3,37 m	7,0 m	0,015	0,0004 m/m	45,10
Jusante	21+430					

Canal 4	Estaca	Linha d'água	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	21+430	4,02 m	0,015	0,0001 m/m	45,10
Jusante	26+200				

Canal Trapezoidal - Taludes internos 1,5H : 1,0V - Base: 4,0 m

Aqueduto Balanço	Estaca	Linha d'água	Base	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	26+200	3,37 m	7,0 m	0,015	0,0004 m/m	45,10
Jusante	26+500					

Canal 5	Estaca	Linha d'água	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	26+500	4,02 m	0,015	0,0001 m/m	45,10
Jusante	28+250				

Canal Trapezoidal - Taludes internos 1,5H : 1,0V - Base: 4,0 m

Aqueduto Cipó	Estaca	Linha d'água	Base	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	28+250	3,37 m	7,0 m	0,015	0,0004 m/m	45,10
Jusante	29+510					

Canal 6	Estaca	Linha d'água	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	29+510	4,02 m	0,015	0,0001 m/m	45,10
Jusante	33+200				

Canal Trapezoidal - Taludes internos 1,5H : 1,0V - Base: 4,0 m

Aqueduto Bom Jardim	Estaca	Linha d'água	Base	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	33+200	3,37 m	7,0 m	0,015	0,0004 m/m	45,10
Jusante	34+820					

Canal 7	Estaca	Linha d'água	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	34+820	4,02 m	0,015	0,0001 m/m	45,10
Jusante	36+856				

Canal Trapezoidal - Taludes internos 1,5H : 1,0V - Base: 4,0 m



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

Túnel Serra da Areia	Estaca	Linha d'água	Seção	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	36+856	5,40	arco - retângulo	0,0004 m/m	45,10
Jusante	37+406		R = 3,60 m		
		Coef. Manning Equivalente: 0,028			

Canal 8	Estaca	Linha d'água	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	37+406	4,02 m	0,015	0,0001 m/m	45,10
Jusante	39+480				
Canal Trapezoidal - Taludes internos 1,5H : 1,0V - Base: 4,0 m					

Aqueduto Serra da Areia	Estaca	Linha d'água	Base	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	39+480	3,37 m	7,0 m	0,015	0,0004 m/m	45,10
Jusante	40+020					

Canal 9	Estaca	Linha d'água	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	40+020	4,02 m	0,015	0,0001 m/m	45,10
Jusante	41+050				
Canal Trapezoidal - Taludes internos 1,5H : 1,0V - Base: 4,0 m					

Aqueduto Casemiro	Estaca	Linha d'água	Base	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	41+050	3,37 m	7,0 m	0,015	0,0004 m/m	45,10
Jusante	41+860					

Canal 10	Estaca	Linha d'água	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	41+860	4,02 m	0,015	0,0001 m/m	45,10
Jusante	43+200				
Canal Trapezoidal - Taludes internos 1,5H : 1,0V - Base: 4,0 m					

Aqueduto Serra Nova	Estaca	Linha d'água	Base	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	43+200	3,37 m	7,0 m	0,015	0,0004 m/m	45,10
Jusante	43+530					

Canal 11	Estaca	Linha d'água	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	43+530	4,02 m	0,015	0,0001 m/m	45,10
Jusante	44+680				



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

Canal Trapezoidal - Taludes internos 1,5H : 1,0V - Base: 4,0 m						
Aqueduto Mofumbo	Estaca	Linha d'água	Base	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	44+680	3,37 m	7,0 m	0,015	0,0004 m/m	45,10
Jusante	45+190					

Canal 12	Estaca	Linha d'água	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	45+190	4,02 m	0,015	0,0001 m/m	45,10
Jusante	49+200				
Canal Trapezoidal - Taludes internos 1,5H : 1,0V - Base: 4,0 m					

Aqueduto Ribeiro	Estaca	Linha d'água	Base	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	49+200	3,37 m	7,0 m	0,015	0,0004 m/m	45,10
Jusante	49+620					

Canal 13	Estaca	Linha d'água	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	49+620	4,02 m	0,015	0,0001 m/m	45,10
Jusante	52+000				
Canal Trapezoidal - Taludes internos 1,5H : 1,0V - Base: 4,0 m					

Aqueduto Taboca	Estaca	Linha d'água	Base	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	52+000	3,37 m	7,0 m	0,015	0,0004 m/m	45,10
Jusante	52+390					

Canal 14	Estaca	Linha d'água	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	52+390	4,02 m	0,015	0,0001 m/m	45,10
Jusante	55+561				
Canal Trapezoidal - Taludes internos 1,5H : 1,0V - Base: 4,0 m					

Barragem Várzea Grande	NA _{Max Max}	NA _{Normal}	NA _{Mínimo}	Vazão (m³/s)
Montante – estaca 55+561	383,13	380,25	377,35	
Vertedouro de Emergência	L = 45,00 m			10,1

UHE Salgado I	NA _{Max Max}	NA _{Normal}	NA _{Mínimo}	Vazão (m³/s)
Montante	383,13	380,25	377,35	
Jusante	311,80	310,25	307,35	
Válvula Dispersora	Ø = 1,50 m			45,10



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

Conduto Forçado	$\varnothing = 4,0 \text{ m}$		45,10
Unidades Geradoras	Francis horizontal	1 x 3,0 MW + 1 x 6,0 MW + 2 x 9,0 MW = 27 MW	

Canal 15	Estaca	Linha d'água	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	58+232	4,02 m	0,015	0,0001 m/m	45,10
Jusante	62+520				
Canal Trapezoidal - Taludes internos 1,5H : 1,0V - Base: 4,0 m					

Aqueduto Jitirana	Estaca	Linha d'água	Base	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	62+520	3,37 m	7,0 m	0,015	0,0004 m/m	45,10
Jusante	62+700					

Canal 16	Estaca	Linha d'água	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	62+700	4,02 m	0,015	0,0001 m/m	45,10
Jusante	67+130				
Canal Trapezoidal - Taludes internos 1,5H : 1,0V - Base: 4,0 m					

Aqueduto Salgado	Estaca	Linha d'água	Base	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	67+130	3,37 m	7,0 m	0,015	0,0004 m/m	45,10
Jusante	67+310					

Canal 17	Estaca	Linha d'água	Manning	Declividade	Vazão (m³/s)
Montante	67+310	4,02 m	0,015	0,0001 m/m	45,10
Jusante	67+470				
Canal Trapezoidal - Taludes internos 1,5H : 1,0V - Base: 4,0 m					

UHE Salgado II	NA _{Max Max}	NA _{Normal}	NA _{Mínimo}	Vazão (m³/s)
Montante	311,44	309,23	306,31	
Jusante	250,90	243,10	241,60	
Vertedouro de segurança	L = 55,00			45,10
Válvula Dispersora	$\varnothing = 1,50 \text{ m}$			45,10
Conduto Forçado	$\varnothing = 4,0$			45,10
Unidades Geradoras	Francis horizontal	1 x 3,0 MW + 1 x 5,5 MW + 2 x 8,5 MW = 25,5 MW		



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

Descrição Geométrica do Trecho III

ITEM	DESCRIÇÃO	L (m)	ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL	COORDENADAS				Característica
					N (Início)	E (Início)	N (Fim)	E (Fim)	
1	Aproximação da Estrutura de Controle - Trecho III	308	5.988	6.296	9.222.447	543.875	9.222.724	543.778	Q = 45,1 m3/s
2	Canal da Estrutura de Controle - Trecho III	25	6.296	6.320	9.222.724	543.778	9.222.744	543.763	
3	Estrutura de Controle - Trecho III	29	6.320	6.349	9.222.744	543.763	9.222.768	543.747	
4	Canal	8.411	6.349	14.760	9.222.768	543.747	9.225.652	536.562	
5	Ponte Tipo 1B - Jusante da Estrutura de Controle	20	6.900		9.223.206	543.420			
6	Ponte Tipo 1B - Cabeça do Onça para o Amaro	20	9.000		9.223.949	541.557			
7	Passarela Rudado para o Amaro	27	11.900		9.225.034	539.102			
8	Aqueduto São Joaquim	300	14.760	15.060	9.225.652	536.562	9.225.771	536.287	
9	Canal	740	15.060	15.800	9.225.771	536.287	9.226.211	535.741	
10	Passarela Tambor para a Marimbas	20	15.500		9.226.042	535.965			
11	Aqueduto Angical	450	15.800	16.250	9.226.211	535.741	9.226.661	535.738	
12	Canal	4.880	16.250	21.130	9.226.661	535.738	9.226.928	531.657	
13	Passarela Tambor para a Marimbas	20	19.100		9.227.118	533.193			
14	Aqueduto Taboca de Cima	300	21.130	21.430	9.226.928	531.657	9.226.629	531.686	
15	Canal	4.770	21.430	26.200	9.226.629	531.686	9.227.146	528.160	
16	Ponte Tipo 1B - Taboca de Cima para o Queiroga	20	22.740		9.225.952	530.768			
17	Aqueduto Balanço	300	26.200	26.500	9.227.146	528.160	9.227.217	527.868	
18	Canal	1.750	26.500	28.250	9.227.217	527.868	9.228.819	527.990	
19	Ponte Tipo 1A - BR -116 - Fátima para Monte Alegre	20	26.180		9.227.141	528.179			
20	Aqueduto Cipó	1.260	28.250	29.510	9.228.819	527.990	9.230.068	528.158	
21	Canal	3.690	29.510	33.200	9.230.068	528.158	9.232.186	526.282	
22	Passarela Barriguda para o Tipi	31	31.300		9.231.291	527.138			
23	Aqueduto Bom Jardim	1.620	33.200	34.820	9.232.186	526.282	9.233.758	526.674	
24	Canal	2.036	34.820	36.856	9.233.758	526.674	9.235.522	526.601	
25	Túnel Serra da Areia	550	36.856	37.406	9.235.522	526.601	9.235.977	526.910	
26	Canal	2.074	37.406	39.480	9.235.977	526.910	9.237.307	526.538	
27	Aqueduto Serra da Areia	540	39.480	40.020	9.237.307	526.538	9.237.773	526.266	
28	Canal	1.030	40.020	41.050	9.237.773	526.266	9.238.727	526.081	
29	Aqueduto Casemiro	810	41.050	41.860	9.238.727	526.081	9.239.448	525.712	
30	Canal	1.340	41.860	43.200	9.239.448	525.712	9.239.734	524.452	



Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

ITEM	DESCRIÇÃO	L (m)	ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL	COORDENADAS				Característica
					N (Início)	E (Início)	N (Fim)	E (Fim)	
31	Ponte Tipo 1B - Serra Nova para o Mufumbo	20	42.300		9.239.528	525.326			Q = 45,1 m3/s
32	Aqueduto Serra Nova	330	43.200	43.530	9.239.734	524.452	9.239.829	524.136	
33	Canal	1.150	43.530	44.680	9.239.829	524.136	9.240.162	523.042	
34	Aqueduto Mofumbo	510	44.680	45.190	9.240.162	523.042	9.240.432	522.609	
35	Canal	4.010	45.190	49.200	9.240.432	522.609	9.241.411	519.089	
36	Ponte Tipo 1B - Olho D'Água das Éguas para o Ribeiro	20	48.900		9.241.238	519.335			
37	Aqueduto Ribeiro	420	49.200	49.620	9.241.411	519.089	9.241.653	518.746	
38	Canal	2.380	49.620	52.000	9.241.653	518.746	9.241.472	517.099	
39	Ponte Tipo 1B - Umburana para o Ribeiro	43	51.580		9.241.424	517.501			
40	Aqueduto Taboca	390	52.000	52.390	9.241.472	517.099	9.241.188	516.832	
41	Canal	3.060	52.390	55.450	9.241.188	516.832	9.241.383	514.317	
42	Ponte Tipo 1B - Garra para o Taboca	39	55.200		9.241.498	514.532			
43	Reservatório Várzea Grande	2.250	55.450	57.700	9.241.383	514.317	9.241.379	512.107	
44	Canal de aproximação da Tomada D'Água da UHE Salgado I	27	57.700	57.727	9.241.379	512.107	9.241.358	512.089	
45	Tomada D'Água Salgado I	18	57.727	57.745	9.241.358	512.089	9.241.345	512.078	
46	Conduto Forçado Salgado I	447	57.745	58.192	9.241.345	512.078	9.241.003	511.790	
47	Casa de Força UHE Salgado I	19	58.192	58.211	9.241.003	511.790	9.240.988	511.778	27,0 MW
48	Canal de Fuga Salgado I	137	58.211	58.347	9.240.988	511.778	9.248.878	511.697	
49	Canal	137	58.347	62.520	9.248.878	511.697	9.240.528	507.919	
50	Ponte Tipo 1B - Jusante da Casa de Força de Salgado I	20	58.700		9.240.564	511.538			
51	Passarela Serra da Várzea Grande para o Jitirana	20	61.500		9.240.494	508.922			
52	Aqueduto Jitirana	180	62.520	62.700	9.240.528	507.919	9.240.605	507.756	
53	Canal	4.430	62.700	67.130	9.240.605	507.756	9.241.111	503.875	
54	Passarela Serra da Várzea Grande para o Jitirana	20	64.300		9.240.370	506.383			
55	Aqueduto Salgado	180	67.130	67.310	9.241.111	503.875	9.241.289	503.851	
56	Ponte Tipo 1B - Montante da Camara de Carga da UHE Salgado II	20	67.300		9.241.279	503.852			
57	Canal	361	67.310	67.671	9.241.289	503.851	9.241.598	504.001	
58	Aproximação da Câmara de Carga da UHE Salgado II	101	67.671	67.772	9.241.598	504.001	9.241.678	503.971	
59	Câmara de Carga de Salgado II	119	67.772	67.891	9.241.678	503.971	9.241.718	503.859	
60	Tomada D'Água Salgado II	13	67.891	67.904	9.241.718	503.859	9.241.728	503.843	
61	Conduto Forçado Salgado II				9.241.728	503.843	9.241.774	503.720	
62	Casa de Força UHE Salgado II				9.241.774	503.720	9.241.788	503.707	25,5 MW
63	Canal de Fuga Salgado II				9.241.788	503.707	9.241.821	503.676	