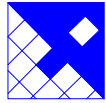




**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA**



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 II – EIXO NORTE
R15 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO
TOMO I – DESCRIÇÃO DOS LOTES**



FUNCATE - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

**TRECHO II – EIXO NORTE
R15 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO
TOMO I – DESCRIÇÃO DOS LOTES**

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, dezembro de 2001

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais - FUNCATE

Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional; Trecho II – Eixo Norte - R15 – Dossiê de Licitação – Tomo I – Descrição dos Lotes – São José dos Campos: Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais – FUNCATE, 2001.

10 p

1. Transposição de Águas
- I. Trecho II – Eixo Norte – R15 – Dossiê de Licitação – Tomo I – Descrição dos Lotes

CDU 556.5

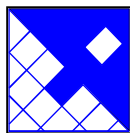
FUNCATE:

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

São José dos Campos – SP

CEP: 12210-131

Telefone: (0XX 12) 325 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/II.RF.OR.0002						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 II - EIXO NORTE
R15 - DOSSIÊ DE LICITAÇÃO
TOMO I - DESCRIÇÃO DOS LOTES**

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*

Anibal Young Eléspuru: Chefe da Equipe de Hidráulica e Hidrologia

*Giovanni Magnus Dantas Amaro – Engenheiro Civil
Rafael Guedes Valença – Engenheiro Civil
Sérgio Bianconcini – 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

Ricardo Carone: Chefe da Equipe de Engenharia Mecânica

Sidnei Collange: Chefe da Equipe de Engenharia Elétrica

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
Ricardo Sanches – Desenhista
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
Juliana Cristina Ribeiro da Silva – Técnica 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 R15 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO, parte integrante do **Projeto Básico do Trecho II – 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 II – Eixo Norte** compõe-se dos seguintes relatórios:

- R1 Descrição do Projeto
- R2 Critérios de Projeto
- R3 Sistemas de Adução e Geração nos Reservatórios Jati e Atalho
- R4 Sistema Adutor – Canais, Aquedutos, Tomadas de Usos Difusos, Túneis e Estruturas de Controle
- R5 Barragens e Vertedouros
- R6 Bases Cartográficas
- R7 Sistema de Drenagem
- R8 Geologia e Geotecnia
- R9 Estudos Hidrológicos e Sedimentológicos
- R10 Sistemas de Supervisão, Controle e Telecomunicações
- R11 Modelo Hidrodinâmico e Esquema Operacional
- R12 Sistema Elétrico
- R13 Canteiros e Sistema Viário
- R14 Cronograma e Orçamentos
- R15 Dossiê de Licitação
 - TOMO I – Descrição dos Lotes
 - TOMO II – Especificação Civil e Normas de Medição e Pagamento
 - TOMO III – Especificação Elétrica
 - Parte 1 – Especificação Técnica Geral
 - Parte 2 – Sistema de Transmissão de Fonia e Dados
 - Parte 3 – Cabos de Fibra Ótica
 - Parte 4 – Sistema de Comunicação Via Satélite
 - Parte 5 – Sistema Digital de Supervisão e Contrôlo
 - TOMO IV - Especificação Mecânica
 - Parte 1 – Equipamentos Hidromecânicos
 - Parte 2 – Equipamentos de Levantamento
 - Parte 3 – Conduto
 - Parte 4 – Válvulas Dispensoras
 - Parte 5 – Uso Difuso
 - TOMO V - Montagem
- R16 Memoriais de Cálculo
- R17 Caderno de Desenhos



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

ÍNDICE	PG.
1 . OBJETO E OBJETIVO.....	1
2 . CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
3 . DESCRIÇÃO DOS LOTES.....	9
3.1 Lotes de Obras Civas.....	9



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 – Trecho II.

Seu objetivo é apresentar a concepção dos lotes em que o Trecho II do PTSF foi dividido.

2 . CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Trecho II, objeto do presente estudo, foi dividido, para efeito do procedimento licitatório, relativo a execução de canais e obras correlatas, nos Lotes 4A e 4B. Essa divisão está apresentada nas figuras 2.1 e 2.2. O lote 4A tem seu início no eixo da Tomada d'Água do Reservatório de Jatí, no Estado do Ceará, e termina no final do aqueduto Catingueira, também no Estado do Ceará. Já o Lote 4B começa exatamente após o final do aqueduto Catingueira, no Estado do Ceará, e termina no início da estrutura de saída para o Trecho III no reservatório Cuncas, na Paraíba.

O sistema Jati está caracterizado por uma barragem de seção homogênea, com vertedouro livre na barragem direita, tomada d'água, túnel adutor que se direciona à futura e eventual casa de força, com derivação para a direita que termina em duas válvulas dispersoras. A barragem e o vertedouro estão definidos como escopo do Trecho I.

A vazão afluente é de 89,0 m³/s que corresponde à vazão recalçada máxima, por 8 bombas, da estação de bombeamento EB-I 3. O desnível entre o NA normal na tomada d'água em Jati e o NA normal de jusante é de 61,73 m.

A tomada d'água estará localizada na ombreira direita da barragem de terra Jati, com fundação na El. 469,40/ 471,40 m.

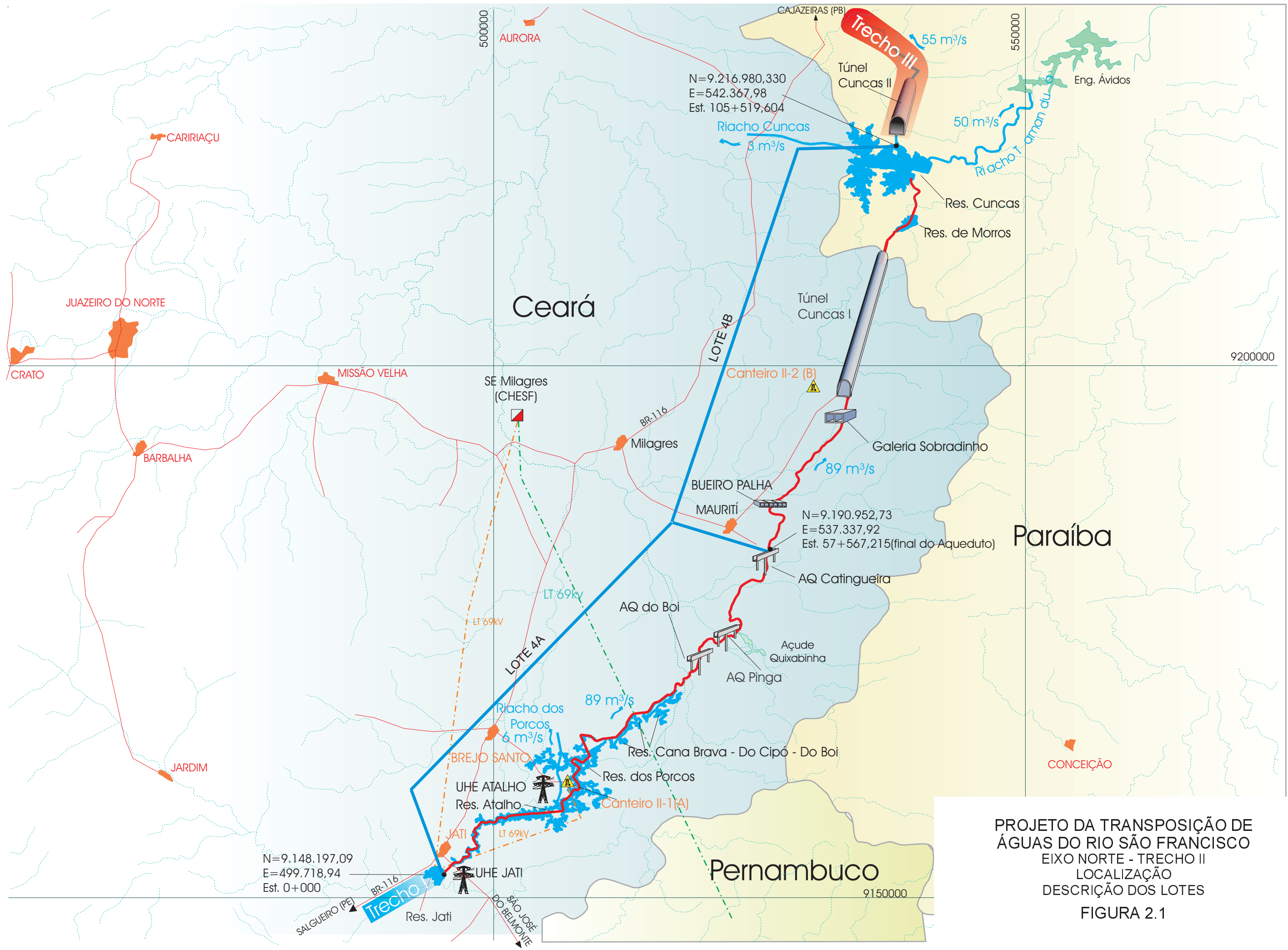
Será constituída por um bloco de 11,80 m de largura máxima e altura máxima de 19,40 m, tendo a crista na El. 488,80m.

No interior da tomada d'água estarão localizadas as ranhuras da comporta vagão de emergência, bem como a transição horizontal em concreto, na qual a seção retangular de 4,80 m de largura e 5,40 m de altura se transformará em seção circular de 5,40 m de diâmetro. A partir daí inicia-se um trecho curvo de 90°, blindado com revestimento de concreto, com 12,70 m de raio médio até a El. 463,00. A partir daí inicia-se o trecho vertical do túnel revestido em concreto armado.

No lado esquerdo da tomada d'água de Jati foi projetado um muro em CCR de gravidade que será abraçado pela barragem de terra. O comprimento deste muro é da ordem de 30 m, com paramentos de montante e jusante com inclinação de 1,0V:0,4H. Este muro apresenta-se fundado na El.472,00 m com crista de 4,0 m de largura na El. 488,80 m.

No lado direito da tomada d'água de Jati, complementando a barragem de terra, foi projetada uma barragem em CCR de paramento de montante vertical e paramento de jusante com inclinação 1,0V:0,8H. O comprimento deste trecho de barragem é da ordem de 109,0 m, apresentando-se fundado entre as elevações 472,00 m e 485,00 m, estando a crista de 4,0 m de largura na El. 488,80 m.

O túnel adutor de Jati inicia-se na tomada d'água, situada no corpo da barragem, através de um poço vertical, desenvolvido entre as cotas 470 e 418, e a partir daí, desenvolve-se em um trecho subhorizontal até a casa de força, totalizando 238 m de comprimento, conforme indicado no desenho de nº EN.B/II.DS.ET.0009. A seção de escavação será em arco retângulo com 6,20 m de altura e de largura no trecho subhorizontal, e circular, com diâmetro de 6,20 m, no trecho vertical. O túnel será totalmente revestido com concreto estrutural, com seção circular de 5,40 m de diâmetro. O diâmetro interno do túnel de 5,40 m foi definido considerando a velocidade da água no túnel inferior a 4,0 m/s. O dimensionamento estrutural efetuado indicou que a espessura do concreto de revestimento não

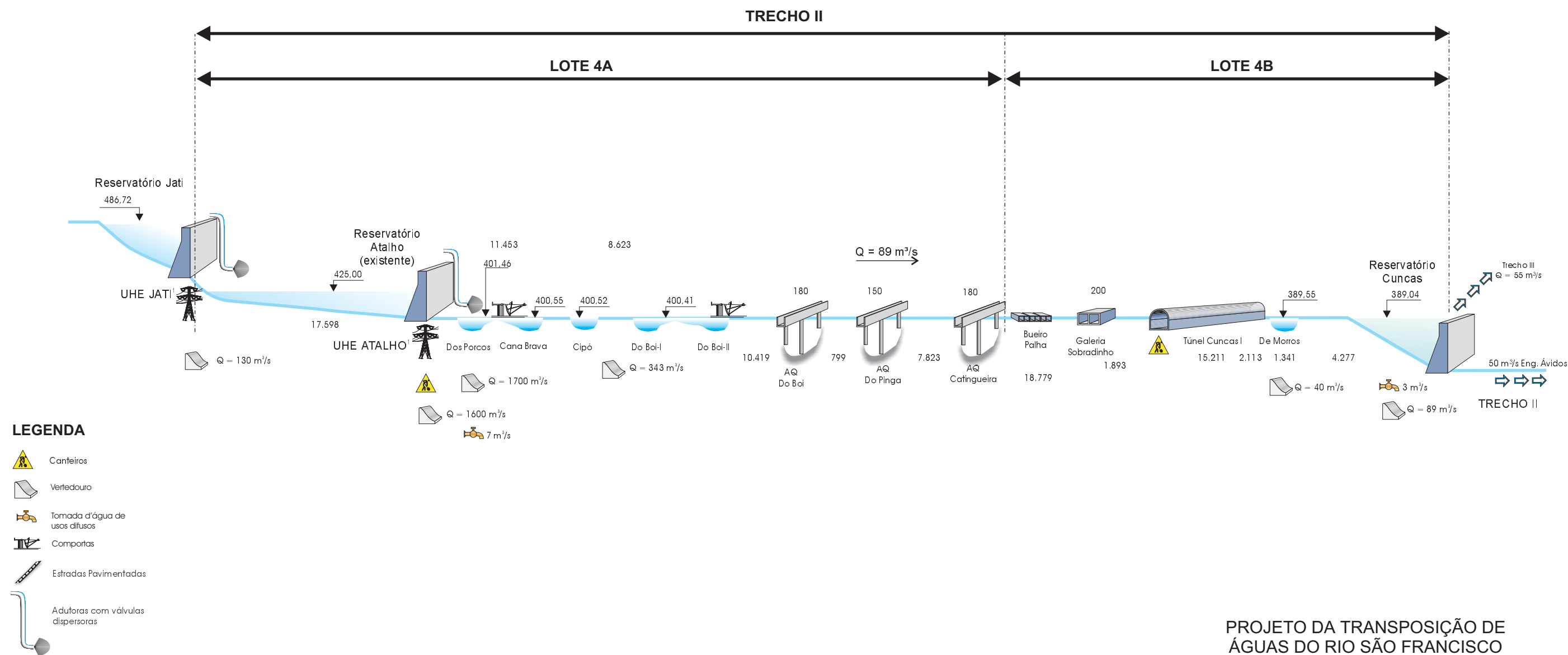


PROJETO DA TRANSPosição DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO
 EIXO NORTE - TRECHO II
 LOCALIZAÇÃO
 DESCRIÇÃO DOS LOTES
 FIGURA 2.1

QUADRO RESUMO

Vazão (m³/s)	Extensões (m)				Níveis d'água (msnm)		Desnível (m)	OBS.	
	Total	Reservatórios futuros	Canais *	Túnel **	Aqueduto	Início			Fim
89	105.510	34.356	46.058	15.411	510	425,00	389,04	35,96	

* incluindo as transições
 ** incluindo a galeria



LEGENDA

- Canchais
- Vertedouro
- Tomada d'água de usos difusos
- Comportas
- Estradas Pavimentadas
- Adutoras com válvulas dispersoras

1- As usinas hidrelétricas de Jati e Atalho, de acordo com a evolução do cenário de tarifas proposto, só se tornam viáveis em 2011 e 2014, respectivamente quando, então, entrarão em operação..

PROJETO DA TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO
 TRECHO II - EIXO NORTE
 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS
 DESCRIÇÃO DOS LOTES
 FIGURA 2.2



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

seja inferior a 0,40 m, considerando-se concreto com resistência característica à compressão $f_{ck}=25\text{MPa}$.

A bifurcação blindada terá um trecho de 10 m de comprimento e 5,4 m de diâmetro, na saída do túnel, antes de chegar à derivação que aduzirá as águas para as válvulas dispersoras. O terminal que alimentará as turbinas da futura usina hidrelétrica será fechado com uma calota esférica.

Após a bifurcação oblíqua implantada no final do túnel, a adução à casa das válvulas dispersoras é efetuada por um trecho reto em rampa que apresenta cerca de 25 m de comprimento e 6,0 m de desnível. Um muro de 1,5m de espessura, a ser construído com crista na El. 432,00, vai separar a bifurcação oblíqua em rampa e a estrutura das válvulas da futura e eventual casa de força.

Após a rampa, a tubulação de adução de 4,0 m de diâmetro passa por uma derivação de 140° e por uma bifurcação simétrica que reduz a tubulação simples a duas tubulações de 1,6m de diâmetro.

A estrutura das válvulas dispersoras situa-se à direita da futura e eventual Casa de Força.

O canal de fuga da futura usina Jati, a partir da bacia de dissipação, se mesclará com o canal de saída das válvulas formando um canal trapezoidal, não revestido, com largura de base de 24,5 m, taludes laterais de 1V:2H, escavado em solo e rocha, com coeficiente de rugosidade de *Manning* $n=0,035 \text{ s/m}^3$, declividade de 0,0001 m/m, vazão de $130,0\text{m}^3/\text{s}$, altura da lâmina d'água de 4,00m e extensão de 1.060 m. A função desse canal é aduzir as águas transpostas ao reservatório de Atalho, em sua cota de nível mínimo operacional.

Após o percurso em canal, atinge-se o reservatório de Atalho, na estaca 2+809, no qual se percorre 14.789m, indo até a estaca 17+598, encontrando a tomada d'água para o túnel adutor.

Faz parte do escopo dos serviços a reforma parcial da barragem de Atalho, como segue:

A revisão dos estudos hidrológicos mostrou que a cheia correspondente ao período de retorno de 1000 anos deve elevar o nível máximo maximorum do reservatório para a cota 329,8, deixando uma borda livre de apenas 20 cm. Por esse motivo, adicionando-se ainda a sobrelevação devida ao efeito das máximas ondas prováveis, estabeleceu-se que a cota da barragem de Atalho deverá ser elevada em 1,0 m, para a cota 431,0 m. Essa adaptação está considerada como um elemento do Projeto Básico do Trecho II.

O alteamento da barragem e do dique correspondente será realizado em seção homogênea, utilizando para sua construção os materiais argilosos existentes nas proximidades, tais como, solo residual de micaxisto; RAM (rocha alterada mole) e material de bota-fora existente na margem direita do riacho Jardim, próximas às estacas 19+800 e 19+900. Este bota-fora foi formado na época da construção da barragem, entre os anos de 1990 e 1991.

Por outro lado, a alternativa de traçado com reservatórios a jusante de Atalho fará com que o reservatório dos Porcos submerja parte do talude de jusante da Barragem Atalho. Nessa condição esse talude não é estável, pois os coeficientes de segurança ao deslizamento não atendem o critério de projeto.

Dessa forma foi projetada uma berma de estabilização com 37,50m de largura, com crista situada na cota 404,00m, talude 1V:2H e aterro constituído por solo compactado.

A tomada d'água de emboque do túnel adutor em Atalho estará localizada à esquerda da barragem de terra, com fundação na El. 400,50/402,50 m.

Será constituída por um bloco de 11,80 m de largura máxima e 30,50 m de altura máxima, tendo a crista na El. 431,00 m.

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 retangular de 4,80 m de largura e 5,40 m de altura se transformará em seção circular de 5,40 m de diâmetro. A partir daí inicia-se um trecho reto escavado em rocha de aproximadamente 260,0 m de comprimento e de seção arco-retângulo de 6,20 m de



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

largura e altura, que após o revestimento de concreto armado ficará com seção circular de 5,40 m de diâmetro.

Este túnel foi projetado para aduzir a vazão de 89 m³/s da tomada d'água às válvulas dispersoras com possibilidade de aduzir, numa segunda etapa, para uma Casa de Força.

O trecho inclinado do túnel inicia-se na El. 405,20 m, junto à tomada d'água e termina na El. 392,60 m, junto a bifurcação para as estruturas das válvulas dispersoras.

Nos últimos 10 m de túnel inicia-se o engastamento da bifurcação blindada no concreto, tendo em conta que no local a combinação da cobertura da rocha com a qualidade do maciço não é suficiente para contrapor as pressões internas. Esta blindagem está ligada a jusante com o ramo que se dirige à Casa de Força e termina numa calota de fechamento e com o ramo que se bifurca obliquamente à estrutura das válvulas dispersoras situada no lado esquerdo.

Após a bifurcação implantada no final do túnel, a adução à casa das válvulas dispersoras é efetuada por um trecho reto em rampa que apresenta cerca de 36,0 m de comprimento e cerca de 12,0 m de desnível. Um muro de 1,5m de espessura, a ser construído até as El. 405,00/409,30 m vai separar a bifurcação em rampa e estrutura das válvulas, da futura casa de força. Após a instalação da tubulação de aço de 4,0 m de diâmetro, devidamente apoiada no maciço rochoso, este espaço será reaterrado até o pátio da El. 409,30m.

Após a rampa, a tubulação de adução de 4,0 m de diâmetro passa por uma derivação de 140° e por uma bifurcação simétrica que reduz a tubulação simples a duas tubulações de 2,2 m de diâmetro, conforme pode ser observado no desenho EN.B/II.DS.ET.0011.

A estrutura das válvulas dispersoras situa-se à esquerda da futura Casa de Força.

A estrutura situada no desemboque das válvulas dispersoras é formada por duas câmaras blindadas de formato interno cilíndrico de 4,75m de diâmetro, com centro na El. 428,00m, e formato externo retangular. Após a saída do jato, a câmara dupla blindada apresenta 4,40m de comprimento. A extremidade de jusante da estrutura das válvulas dispersoras é formada por um muro vertical de 0,5m de espessura que liga a laje de fundo à El. 397,50 m.

O canal de fuga das válvulas dispersoras de Atalho apresenta, na El. 397,50 m, um trecho reto de 5,00 m e em seguida uma bacia dissipadora de 19,74 m de comprimento, com seção transversal trapezoidal com fundo de 14,50 m na El. 394,88 m. Após a bacia dissipadora o canal de fuga das válvulas dispersoras segue até concordar com o futuro canal de restituição da Casa de Força de Atalho.

Em seguida aparece o reservatório dos Porcos com as seguintes estruturas:

- Barragem dos Porcos com 1039,0 m de comprimento, 27,5 m de altura máxima, com a crista situada na cota 405,50 m. Trata-se de uma barragem do tipo homogênea em função dos materiais disponíveis para sua construção e das condições geológicas das fundações e das ombreiras.
- Dique dos Porcos apresenta 201,17 m de comprimento, 7,65 m de altura máxima, com crista situada na cota 405,50 m. Trata-se de um dique do tipo homogêneo em função dos materiais disponíveis para sua construção e das condições geológicas das fundações e das ombreiras.
- Vertedouro dos Porcos com crista na cota 402,46 m em concreto rolado e lâmina livre, carga de 2,00m, comprimento da soleira de 334,00m, terminando numa bacia de dissipação da ordem de 30,0 m de comprimento.
- Tomada d'água de derivação, dimensionada para 7 m³/s, com duas válvulas dispersoras, com diâmetro de 700 mm. Esta tomada está implantada em estrutura formada por CCR, anexa ao vertedouro, com 5,5m de comprimento, com bocal retangular de 4,5 m de largura e 3,0 m de



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

altura, dotado de grade e comporta ensecadeira dupla (2 x 1,75 x 3,0), com um pilar central de 1,0 m de espessura.

Este bocal retangular reduz para uma seção circular de 1,5m de diâmetro, apresentando a jusante a estrutura que bifurca e reduz para duas válvulas dispersoras de 700 mm de diâmetro. A jusante da válvula dispersora, a estrutura apresenta uma bacia de dissipação do jato da válvula, conforme pode ser observado no desenho EN.B/II.DS.ME.0003.

Entre o reservatório dos Porcos e o reservatório Cana Brava a passagem de água se dá através de um canal de interligação escavado sem revestimento, localizado fora do eixo geométrico do sistema, próximo à estaca 29+500. Nesse canal será construída uma estrutura de controle projetada para uma vazão de 89 m³/s. Essa estrutura tem por finalidade conter as vazões de cheias no reservatório dos Porcos.

Na Estrutura de Controle estão previstos três vãos, sendo cada um equipado com uma comporta do tipo segmento. O acionamento de cada uma das comportas segmento é feito através de dois servomotores, conectados a uma única central hidráulica, instalada na Casa de Comando.

Essa estrutura será dividida no sentido do fluxo em 3 blocos, separados entre si por veda-juntas periféricos *fungerband* tipo O-22. A estrutura de entrada apresenta um afunilamento de 45° antes de entrar na câmara central, onde estão instaladas as comportas, seguindo-se um trecho de transição antes de entrar no canal adutor. (Ver desenho EN.B/II.DS.ME.0004)

A próxima estrutura é a barragem Cana Brava localizada entre as estacas 29+597 e a 31+757, com 2169,7 m de comprimento, 26,5 m de altura máxima, com crista situada na cota 402,35 m. Trata-se de uma barragem do tipo zoneada.

Para se superar o divisor de águas entre os reservatórios Cana Brava e do Cipó, e criar condições para que eles operem integrados, será necessário escavar um canal de interligação, também fora do alinhamento do eixo geométrico, próximo à estaca 32+700, sem revestimento, com 25,0 m de largura e taludes 1V:2H, até encontrar material de 1ª categoria; nesse ponto construir-se-á uma berma de transição com 3,0 m de largura, passando o talude a ter inclinação de 1V:1,5H. A altura da lâmina d'água será de 5,0m.

A barragem do Cipó, estrutura seguinte, está situada entre as estacas 32+088 e 32+705, totalizando 616m de comprimento. A crista da barragem está projetada para a cota 402,35, o que determina uma altura máxima de 25,65 m. Trata-se de uma barragem do tipo zoneada.

Devido estarem interligados, e com características hidráulicas particulares, os reservatórios Cana Brava, do Cipó e do Boi, descrito adiante, operam como se fossem um só, necessitando de um vertedouro com 530m de extensão para verter as cheias do sistema. Por problemas geológicos e topográficos optou-se por dividi-lo em dois, sendo um localizado na barragem do Cipó e o outro na barragem do Boi I. Esses vertedouros terão comprimentos respectivos de 430,0 m e 100,0 m, com uma carga máxima de 0,5 m, coeficiente de descarga de 1,8, que permitirá a passagem da vazão de 340,0 m³/s de pico da enchente do período de recorrência de 1000 anos. A sua vazão específica é, portanto, de 0,64 m³/s. A altura do vertedouro é de 2,5 m terminando numa bacia de dissipação de 10,0 m de comprimento, a partir da qual a água escoará sobre a rocha até atingir o talvegue.

Entre os reservatórios de Cipó e do Boi I a passagem de água se dá através de um canal de interligação escavado em solo natural, mais uma vez localizado fora do eixo, próximo a estaca 34+000, com 601,33 m de extensão.

A próxima estrutura será a barragem do Boi que está subdividida em dois segmentos. A barragem do Boi I, que está situada entre as estacas 34+157 e 35+577, totalizando cerca de 1.440m, tem a crista da barragem projetada para a cota 402,35, conferindo-lhe uma altura máxima de 26,15 m. Trata-se de uma barragem do tipo zoneada.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Já a barragem do Boi II está situada entre as estacas 35+692 e 37+053, totalizando cerca de 1.361m. A sua altura máxima é de 28,35m. Trata-se de uma barragem do tipo homogênea.

Ao fim desses reservatórios encontra-se a estrutura de saída, que tem a mesma descrição da estrutura de controle na saída do reservatório dos Porcos, exceto pelo número de comportas que, neste caso é 4. A estrutura localiza-se na estaca 38+016 e se configura como o início do canal adutor, propriamente dito.

Da estaca 38+016 até a estaca 48+435 o traçado passa a ser feito por canal, até o aqueduto do Boi, com uma extensão de 10.350,00 m.

O aqueduto do Boi está situado entre as estacas 48+435 a 48+615, totalizando 180 m de extensão.

Em geral, os aquedutos são formados por uma laje de fundo e duas paredes laterais. Na parte superior dos aquedutos foram instalados tirantes de travamento a cada 5 m, de seção transversal de 0,4 x 0,4 m.

Os pilares de sustentação da estrutura superior do aqueduto são estruturas celulares com seções vazadas retangulares de 0,40 m de espessura. Para os aquedutos do Boi e Pinga, descrito a seguir, na parte inferior dos pilares, junto à fundação, considerou-se um bloco maciço encabeçando 4 estacas circulares apresentando 8,0 m de profundidade média e 1,0 m de diâmetro. Na parte superior dos pilares foi implantada uma estrutura maciça sobre a qual foram colocadas almofadas de neoprene para apoio da estrutura adutora.

Os pilares, num trecho de aproximadamente 5 m de comprimento, apresentam forma hidrodinâmica na face de montante, de modo a minimizar os efeitos decorrentes do fluxo da água do rio em alta velocidade.

Nas juntas de construção e de contração da estrutura adutora foram inseridas veda-juntas, de modo a impedir vazamentos. Nas juntas de construção das vigas pré-moldadas, foram implantadas veda-juntas tipo *Fungenband* O-22. Nas juntas de contração da estrutura adutora foram inseridas veda-juntas tipo Jeene JJ4050M.

Para as estruturas dos aquedutos, formadas pelas transições, adução, pilares e fundações foram adotadas a classe de concreto B, que apresenta $f_{ck}=25$ MPa aos 28 dias.

Da estaca 48+615, final do aqueduto do Boi, até a estaca 49+414 o traçado volta a ser feito por canal, até o aqueduto Pinga.

O aqueduto Pinga está situado entre as estacas 49+414 a 49+564, totalizando 150 m de extensão.

O trajeto entre o aqueduto Pinga e o aqueduto Catingueira, da estaca 49+564 até a estaca 57+387, é feito através de canal.

O aqueduto Catingueira está situado entre as estacas 57+387 a 57+567, totalizando 180 m de extensão. Para este aqueduto não será necessária a inclusão das 4 estacas para o bloco de fundação, tendo em conta que o topo rochoso encontra-se na superfície do terreno natural.

O trajeto entre o aqueduto Catingueira e a galeria Sobradinho, da estaca 57+567 até a estaca 76+347, é feito em canal.

O canal adutor, ao atravessar transversalmente um curso d'água denominado riacho Sobradinho, com elevação de fundo da ordem de 10m abaixo do leito natural do riacho, transformou-se em galeria, permitindo que o riacho passasse por cima da mesma. Esta galeria é formada por 3 células de seção retangular que apresentam 4,70 m de largura e 6,0 m de altura. Vai da estaca 76+347 até a estaca 76+547.

O trajeto entre a galeria Sobradinho e o emboque do túnel Cuncas, da estaca 76+547 até a estaca 78+440, é feito através de canal.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O túnel Cuncas constitui-se na principal obra ao longo do sistema adutor do Trecho II – Eixo Norte com um comprimento de 15.211 m, limitado entre as estacas 78+440 e 93+651. Este túnel foi dimensionado com a finalidade de aduzir 89 m³/s através de uma seção de escavação, do tipo arco retângulo com 9,3 m de largura, exceto nos emboques revestidos com concreto estrutural, quando essa largura é de 8,0 m. O túnel deverá ter o seu piso totalmente regularizado com concreto magro com espessura de 20 cm.

Nos seus 50 m iniciais e finais o túnel deverá ser revestido com concreto estrutural, armado com tela soldada Q333, aço CA60B. O revestimento está projetado com 0,30 m de espessura, sendo adotado concreto que apresenta $f_{ck} = 25$ MPa aos 28 dias.

O trajeto entre o túnel Cuncas e o reservatório de Morros, da estaca 93+651 até a estaca 95+764, é feito através de canal sem revestimento.

A barragem de Morros tem cerca de 525m de comprimento e altura máxima de 15m, localizada fora do eixo geométrico.

A seção típica da barragem é homogênea, em função dos materiais disponíveis para sua construção de empréstimos ou das escavações obrigatórias e das condições geológicas das fundações e das ombreiras. A crista da barragem tem a cota de 391,20m.

O vertedor do reservatório de Morros terá 63,0m de comprimento, foi dimensionado para a vazão de 40,0 m³/s e a cota de sua crista é 389,80m. Sua descrição é a mesma dos correspondentes nos reservatórios Cipó e do Boi.

Após o reservatório de Morros, e até o reservatório Cuncas, entre as estacas 97+106 e 101+382, o trajeto é retomado em canal com revestimento.

O reservatório Cuncas é formado pela barragem principal e dois diques, cuja denominações são: Barragem Cuncas, Dique Cuncas e Dique Pereiros.

Há duas Tomadas d'Água em Cuncas. a primeira, com uma vazão de 3 m³/s, tem por finalidade a derivação para o riacho Cuncas. A segunda tomada é projetada para a derivação de 50 m³/s de água para o reservatório Eng^o. Ávidos.

A interligação entre os trechos II e III da Transposição de Águas do Rio São Francisco – Eixo Norte, será efetuada através de uma estrutura de controle localizada na margem norte do reservatório Cuncas, para uma vazão máxima de 55,0 m³/s. Nesta estrutura estão previstos dois vãos, equipados cada um com comporta segmento acionadas por dois servomotores.

O dique dos Pereiros, parte integrante do reservatório Cuncas, apresenta uma extensão de 50 m, com crista na cota 391,10 m e altura máxima de 6,10 m. Complementa essa obra a implantação de vertedouro em ambas às ombreiras.

A seção típica do dique é homogênea, em função dos materiais disponíveis para sua construção e das condições geológicas das fundações e das ombreiras. A seção homogênea, construída em solo residual de gnaiss ou xistos, colúvios ou argila aluvionar.

A seção típica da barragem Cuncas é homogênea, em função dos materiais disponíveis para sua construção e das condições geológicas das fundações e das ombreiras.

O dique Cuncas está localizado na estrada de terra secundária que liga as localidades de Cacaré, Prazeres e Engenho Velho Quixeromobim (PB).

A seção típica do dique é homogênea, em função dos materiais disponíveis para sua construção e das condições geológicas das fundações e das ombreiras. A seção homogênea será construída em solo residual de gnaiss ou argila aluvionar. O Dique Cuncas, tem cota de coroamento de 391,10m. O comprimento da crista é de 211,64m.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O NA Normal do reservatório é de 389,04m, o NA Mínimo é de 386,46m e o NA Max Maximorum é de 390,04m.

3 . DESCRIÇÃO DOS LOTES

Duas foram as premissas básicas e primordiais levadas em consideração para a transformação do Trecho II em dois Lotes de obras civis. A primeira premissa teve como orientação conjugar-se, ponderavelmente, as dificuldades logísticas de sua extensão geográfica com o ganho sinérgico de sua divisão. Já a segunda teve como norte regulador a economicidade advinda da ponderação das obras que compõem cada um deles. Além disso, não se pode esquecer uma terceira premissa, não básica como as outras duas, porém, determinante para o desenho dos lotes. Esta terceira premissa foi a localização da cidade pólo de Brejo Santo, no Estado do Ceará, com razoável condição de infraestrutura, cuja situação geográfica e a qualidade de sua infra-estrutura determinou um centro geométrico favorável à solução adotada.

3.1 Lotes de Obras Civis

Lote 4A.

O Lote 4A, assim numericamente designado dado a sua posição entre os lotes integrantes da etapa licitatória inicial, é um dos dois lotes relativos à execução de canais e obras correlatas integrantes do Trecho II.

As suas principais características são : 22.128 m de canais artificiais, 2 (dois) reservatórios, 3 (três) aquedutos com um total de 510m, 1 (uma) galeria e 2 (dois) túneis, o de Jati e o de Atalho, num total de 484m. As principais características das obras civis são:

- Escavação em solo e material escarificável : 2.689.381,58 m³
- Escavação em rocha : 1.580.307,59 m³
- Aterro compactado : 6.371.676,00 m³
- Concreto de revestimento : 34.486,00 m³
- Impermeabilização com geomembrana : 551.617,00 m²

Há estradas de serviço ao lado do canal com 3,5m de largura cada uma, assim como estradas laterais para acesso ao canal.

Ao longo dos canais há tomadas de uso difuso com vazões de 0,1, 0,2, e 0,5 m³/s, com ou sem bombeamento, na quantidade total de 6 (seis) em todo o Lote 4A.

Em todo o traçado há um sistema de drenagem interna para evitar subpressão nas paredes do canal, assim como um sistema de drenagem externa para a proteção das obras da transposição. Toda a extensão dos canais é guarnecida por cerca de proteção de ambos os lados.

Serão executadas 6 passarelas ao longo do Lote 4A visando possibilitar a passagem de pessoas de um lado para outro do canal. Também serão executadas 11 pontes, sendo 1 (TB 45), classe II, com faixa de rolamento de 3,5m e acostamento de 2,5m, transpondo a rodovia que liga Jati (CE) a São José do Belmonte (PE); três com faixa de rolamento de 3,0 m e acostamento de 1,5 m, denominada Tipo 2 classe IV (TB-45), ao lado dos aquedutos Boi (6 vãos), Pinga (5 vãos) e Catingueira (6 vãos) e, por fim, 7 (TB 36), com 3,0 m de faixa de rolamento e 1 vão, designadas como Tipo 1C.

Lote 4B.

O Lote 4B, assim designado, não só pelo seu posicionamento entre os lotes integrantes da presente etapa licitatória, como também pelo seu posicionamento dentro do Trecho II, é um dos dois lotes relativos a execução de canais e obras correlatas integrantes do Trecho II,



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

diferenciando-se do Lote 4A basicamente pela ocorrência de obra em túnel com 15.223m de extensão na região de Cuncas.

As suas principais características são : 26.942 m de canais artificiais, 2 (dois) reservatórios, e 1 (um) túnel, o de Cuncas, num total de 15.223m. As principais características das obras civis são:

- Escavação em solo e material escarificável : 3.179.934,65 m³
- Escavação em rocha : 428.774,43 m³
- Aterro compactado : 775.754,00 m³
- Concreto de revestimento : 44. 046,00 m³
- Impermeabilização com geomembrana : 704.534,00 m²

Há estradas de serviço ao lado do canal com 3,5m de largura cada uma, assim como estradas laterais para acesso ao canal.

Ao longo dos canais há tomadas de uso difuso com vazões de 0,1, 0,2, e 0,5 m³/s, com ou sem bombeamento, na quantidade total de 9 (nove) em todo o Lote 4B.

Em todo o traçado há um sistema de drenagem interna para evitar subpressão nas paredes do canal, assim como um sistema de drenagem externa para a proteção das obras da transposição. Toda a extensão dos canais é guarnecida por cerca de proteção de ambos os lados.

Serão executadas 5 passarelas ao longo do Lote 4B visando possibilitar a passagem de pessoas de um lado para outro do canal. Também serão executadas 9 pontes, sendo 1 (TB 45), classe IV, com faixa de rolamento de 3,0m e acostamento de 1,5m, com 2 vãos, denominada Tipo 2, ao lado do Bueiro Palha, e 8 (TB 36), com 3,0 m de faixa de rolamento e 1 vão, designadas como Tipo 1C.