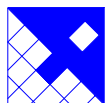




**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL  
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA**



**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  
R7 – GEOLOGIA E GEOTECNIA**



**TRECHO III – EIXO NORTE  
R7 – GEOLOGIA E GEOTECNIA**

# **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 – R7 – Geologia e Geotecnia. - São José dos Campos: Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais – FUNCATE, 2003.

127p

1. Transposição de Águas; Geologia.
- I. Trecho III – Eixo Norte – R7 – Geologia e Geotecnia.

CDU 556.18:551

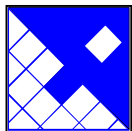
**FUNCATE:**

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, AAS, CRML	Data SET/2003
Verificação	RAA	Data SET/2003
Aprovação	ACAV	Data SET/2003
Aprovação	JAVM	Data SET/2003
Código FUNCATE	EN.B/III.RF.GL.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  
R7 - GEOLOGIA E GEOTECNIA**



**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*



### APRESENTAÇÃO

O presente documento se constitui no Relatório R7 – GEOLOGIA E GEOTECNIA, 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
<b>1 . OBJETO E OBJETIVO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 . ESTUDOS ANTERIORES</b> .....	<b>1</b>
<b>3 . SERVIÇOS REALIZADOS</b> .....	<b>1</b>
<b>3.1 Generalidades</b> .....	<b>1</b>
<b>3.2 Coleta e Análise de Dados Existentes</b> .....	<b>1</b>
<b>3.3 Interpretação de imagens de Satélite, de Radar e de Fotografias Aéreas</b> .....	<b>1</b>
<b>3.4 Mapeamento Geológico</b> .....	<b>2</b>
<b>3.5 Investigações de Sub-superfície</b> .....	<b>2</b>
<b>3.6 Ensaios de Laboratório</b> .....	<b>3</b>
<b>4 . INTERPRETAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS</b> .....	<b>3</b>
<b>4.1 Classificação dos Solos</b> .....	<b>3</b>
<b>4.2 Classificação dos Maciços Rochosos</b> .....	<b>3</b>
<b>5 . ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	<b>7</b>
<b>5.1 Características Regionais</b> .....	<b>7</b>
<b>5.2 Geologia Local</b> .....	<b>8</b>
<b>5.2.1 Unidade 1 (pe<sub>1</sub>)</b> .....	<b>8</b>
<b>5.2.2 Unidade 2 (pe<sub>2</sub>)</b> .....	<b>8</b>
<b>5.2.3 Aspectos Estruturais</b> .....	<b>8</b>
<b>6 . CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS DAS OBRAS</b> .....	<b>8</b>
<b>6.1 Generalidades</b> .....	<b>8</b>
<b>6.2 Canais</b> .....	<b>8</b>
<b>6.3 Aqueduto Cipó</b> .....	<b>9</b>
<b>6.4 Aqueduto Bom Jardim</b> .....	<b>9</b>
<b>6.5 Túnel Serra da Areia</b> .....	<b>10</b>
<b>6.6 Barragem Várzea Grande</b> .....	<b>11</b>
<b>6.7 UHE Salgado I</b> .....	<b>12</b>
<b>6.8 UHE Salgado II</b> .....	<b>15</b>
<b>7 . MATERIAIS NATURAIS DE CONSTRUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>7.1 Generalidades</b> .....	<b>17</b>
<b>7.2 Áreas de Empréstimo</b> .....	<b>17</b>
<b>7.3 Depósito de Areia e Cascalho</b> .....	<b>17</b>
<b>7.4 Materiais Pétreos</b> .....	<b>17</b>



## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

---

<b>8 . CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>17</b>
<b><i>ANEXO I – FOTOGRAFIAS.....</i></b>	<b>19</b>
<b><i>ANEXO II – DADOS DE SONDAGENS.....</i></b>	<b>25</b>
<b><i>ANEXO IIA - PERFIS DE SONDAGEM ROTATIVA E DESTRUTIVA.....</i></b>	<b>26</b>
<b><i>ANEXO IIB – FILMAGEM DE SONDAGEM DESTRUTIVA E FOTOGRAFIAS DE TESTEMUNHOS DE SONDAGEM.....</i></b>	<b>52</b>
<b><i>ANEXO IIC – PERFIS DE POÇOS DE INSPEÇÃO.....</i></b>	<b>115</b>
<b><i>ANEXO III – LEVANTAMENTO SÍSMICO.....</i></b>	<b>121</b>



## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

---

### 1 . OBJETO E OBJETIVO

Este relatório tem por objeto o Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste setentrional.

Seu objetivo é o de apresentar os resultados dos estudos geológicos e geotécnicos das obras previstas para o projeto básico do Trecho III – Eixo Norte, bem como os detalhes das investigações realizadas na área.

### 2 . ESTUDOS ANTERIORES

Os estudos geológico-geotécnicos para a elaboração do Projeto Básico do Eixo Norte basearam-se no Estudo de Viabilidade quando foram definidos os aspectos gerais da geologia e geotecnia, tanto em termos regionais, como específicos aos estudos das alternativas de traçado.

As informações do Estudo de Viabilidade elaborado pela FUNCATE encontram-se consubstanciadas nos seguintes relatórios:

R5	Mapeamento Geológico Regional	EN.V/G.RT.GL.0232.
R6	Programação Geral dos Trabalhos de Campo	EN.V/G.RT.GL.0230.
R7	Mapeamento Geológico-Geotécnico das Faixas de Obras	EN.V/G.RT.GL.0262.
R13	Pré-Dimensionamento Geotécnico das Obras	EN.V/G.RT.GL.0251.
R20	Investigações Geológico-Geotécnicas Complementares	EN.V/G.RT.GT.1001.
R21	Estudo de Túneis	EN.V/G.RT.GT.1012.

### 3 . SERVIÇOS REALIZADOS

#### 3.1 Generalidades

Os estudos geológicos e geotécnicos deste projeto básico foram desenvolvidos segundo metodologias básicas que incluíram a coleta e análise de dados existentes, a interpretação de imagens de satélite, de radar e de fotografias aéreas, trabalhos de mapeamento de campo e a execução de investigações geológico-geotécnicas.

#### 3.2 Coleta e Análise de Dados Existentes

A elaboração dos estudos geológicos e geotécnicos teve por base os dados regionais apresentados nos relatórios do Estudo de Viabilidade e no relatório geológico referente à Folha Jaguaribe-SE, elaborada pelo Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil-PLGB da CPRM-Serviço Geológico do Brasil.

A base cartográfica foi obtida a partir das cartas topográficas da SUDENE, na escala de 1:100.000, correspondentes às folhas Milagres (SB.24-Z-C-I), Cajazeiras (SB.24-Z-A-IV) e Souza (SB.24-Z-A-V) e da restituição aerofotogramétrica da faixa de obras na escala de 1:2.000 obtida a partir de voo na escala 1:12.000.

#### 3.3 Interpretação de imagens de Satélite, de Radar e de Fotografias Aéreas

A disponibilidade, na FUNCATE, de imagens do satélite LANDSAT na escala 1:100.000 e de mosaicos de radar 1:250.000 permitiu a sua interpretação para subsidiar a elaboração dos mapas geológicos na escala de 1:25.000. Nas áreas de obras especiais (túneis, barragens, aquedutos e usinas hidrelétricas) a interpretação foi complementada com a utilização de fotografias aéreas na escala de 1:12.000.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

### 3.4 Mapeamento Geológico

Os trabalhos de campo referentes ao mapeamento geológico foram desenvolvidos em duas etapas, sendo a primeira de caráter regional com a descrição de pontos ao longo do traçado e a segunda, voltada à observações nos locais das obras especiais.

O mapeamento teve uma abordagem geotécnica, enfatizando-se a identificação de tipos de solo, espessuras, tipos litológicos e aspectos estruturais, para subsidiar as diretrizes de escavação e tratamento de taludes. Esse mapeamento foi complementado com informações obtidas nas investigações de sub-superfície através de sondagens mecânicas, poços, furos a trado e levantamentos geofísicos de sísmica de refração.

### 3.5 Investigações de Sub-superfície

As investigações de sub-superfície foram programadas objetivando a definição de critérios para fundação de barragens, casa de força de UHE, aquedutos, tratamento de taludes e túneis e investigação de área de empréstimo.

Foram realizadas sondagens rotativas e a percussão, segundo as especificações da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental - ABGE, utilizando-se nas sondagens rotativas os diâmetros HX e NX e o amostrador SPT padrão nas percussões. Além das sondagens rotativas convencionais foram realizadas sondagens destrutivas (roto-percussivas) com o televisionamento dos furos. Associados a estas sondagens foram realizados ensaios de perda d'água sob pressão.

A perfilagem do furo, permite a observação da rocha, em sub-superfície, através de um dispositivo constituído por uma câmera digital, um espelho cônico e uma fonte luminosa, que permite a obtenção de uma imagem orientada do furo em 360°, na qual pode-se, em condições normais, observar o tipo de rocha, as descontinuidades do maciço, bem como calcular as suas orientações através da interseção dos traços dos planos de foliação, acamamento e de fratura com as referências geográficas do sistema.

O levantamento geofísico por sísmica de refração foi realizado utilizando-se um sismógrafo digital com 12 canais e o procedimento de campo conhecido como "Arranjo Convencional" com o emprego de 12 geofones, com intervalos entre eles de 5, 7 e 10 m e a geração de ondas sísmicas através do impacto de uma marreta de 12 kg em uma placa de metal na superfície do terreno.

As investigações realizadas e suas quantidades estão apresentadas no **Quadro 3.1**:

**Quadro 3.1 – Resumo das Investigações**

Tipo de Investigação	Quantidade	Total (m)
Sondagem Rotativa	6	97,74
Sondagem Destrutiva c/ Tv	12	216
Levantamento Sísmico	17	3.035

Os resultados destas investigações estão apresentados nos desenhos de geologia sob a forma de seções geológico-geotécnicas, perfis individuais de sondagem (**Anexo IIA**); fotos dos testemunhos (**Anexo IIB**) e descrição de poços (**Anexo IIC**).



## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

---

Os materiais obtidos nas sondagens foram descritos dentro dos padrões usuais caracterizando-se para as rochas o grau de alteração, de coerência, de fraturamento e de permeabilidade e para os solos a granulometria, compactidade, consistência e origem geológica.

### 3.6 Ensaios de Laboratório

Os ensaios de laboratório limitaram-se a análises petrográficas de amostras de rocha do maciço onde serão implantadas a Barragem Várzea Grande e a UHE Salgado I. Foram analisadas 2 amostras, sendo uma de cada área.

## 4. INTERPRETAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS

Os dados obtidos nas investigações foram interpretados segundo critérios utilizados em projetos similares, adotando-se parâmetros de rocha e solo já consagrados na engenharia nacional, que serviram para a classificação dos maciços rochosos. No desenho EN.B/G.DS.GL.0003, página 27 do caderno de desenhos, estão apresentadas as legendas e convenções geológicas e geotécnicas adotadas no projeto.

### 4.1 Classificação dos Solos

Os solos foram classificados, inicialmente, quanto à origem geológica, se solos residuais ou transportados, estes incluindo os solos de origem aluvionar e de origem coluvionar. Os solos residuais foram distinguidos em dois grupos, um relativo aos solos homogêneos e mais superficiais, denominados de solos eluviais e, outro, envolvendo os solos heterogêneos com cores variegadas e estruturas reliquias, denominado de solo de alteração. A descrição tátil-visual dos solos nos perfis de sondagem incluiu a granulometria, definindo a natureza arenosa, argilosa e/ou siltosa das amostras obtidas, cor, compactidade e/ou consistência, esta com base nos ensaios de penetração. As denominações e representações utilizadas para os solos estão indicadas no desenho EN.B/G.DS.GL.0003, página 27 do caderno de desenhos.

A caracterização geotécnica dos solos foi realizada com base nos ensaios de laboratório que incluíram a determinação da granulometria, dos limites de plasticidade e das características de compactação. Para a determinação das características de resistência foram realizados ensaios triaxiais sob diferentes condições de solitação.

### 4.2 Classificação dos Maciços Rochosos

As rochas foram classificadas quanto ao tipo litológico em função da sua mineralogia e estrutura e enquadradas no perfil de intemperismo adotado, indicando tratar-se de rocha alterada mole ou dura e rocha sã. A classificação litológica foi detalhada através de análise petrográfica de lâminas delgadas. As descrições dos testemunhos de rocha das sondagens rotativas incluíram, além das características litológicas, as feições geológicas e os graus de alteração e de fraturamento, cujas denominações e representações estão indicadas no desenho EN.B/G.DS.GL.0003, página 27 do caderno de desenhos. A caracterização geomecânica das rochas foi tátil-visual.

Para a classificação dos maciços, objetivando-se a definição dos tratamentos dos taludes de escavações a céu aberto, foram adotados como parâmetros classificatórios os graus de alteração, fraturamento e de condutividade hidráulica, conforme mostra o **Quadro 4.1**.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

**Quadro 4.1 – Classificação de Maciços Rochosos – Parâmetros Classificatórios**

GRAU DE ALTERAÇÃO		
Grau	Denominação	Características
A1	Rocha sã	minerais primários sem vestígios de alteração ou com alterações físicas e químicas incipientes -juntas oxidadas ocasionalmente
A2	Rocha pouco alterada	alteração incipiente dos minerais e ao longo dos planos de fraturas - rocha levemente descolorida
A3	Rocha medianamente alterada	minerais medianamente alterados sem brilho - fraturas eventualmente preenchidas por material desgregado - rocha descolorida ou manchada por óxidos
A4	Rocha muito alterada	minerais muito alterados, totalmente sem brilho por vezes puerulentos e friáveis -fraturas preenchidas por material desagregado - rocha intensamente descolorida
A5	Rocha extremamente alterada	minerais totalmente alterados, gradando para solo, preservando estruturas originais da rocha - rocha totalmente descolorida

GRAU DE FRATURAMENTO		
Grau	Denominação	Características
F1	Rocha ocasionalmente fraturada	≤ 1 fratura/m
F2	Rocha pouco fraturada	2 a 5 fraturas/m
F3	Rocha medianamente fraturada	6 a 10 fraturas/m
F4	Rocha muito fraturada	11 a 20 fraturas/m
F5	Rocha extremamente fraturada	> 20 fraturas/m

CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA		
GRAU	DESIGNAÇÃO	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA OU COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE (K)
H0	Perda nula	Impermeável
H1	Permeabilidade muito baixa	<0,1 l/min.m.atm ou $K < 1 \times 10^{-5}$ cm/s
H2	Permeabilidade baixa	0,1 a 1 l/min.m.atm ou $10^{-5} < K < 10^{-4}$
H3	Permeabilidade média	1,0 a 5 l/min.m.atm ou $10^{-4} < K < 5 \times 10^{-4}$
H4	Permeabilidade alta	5,0 a 10 l/min.m.atm ou $5 \times 10^{-4} < K < 10^{-3}$
H5	Permeabilidade muito alta	> 10 l/min.m.atm ou $K > 10^{-3}$

Tomando-se estes parâmetros seguiu-se o critério estabelecido por Bieniawsky (1989) para a classificação dos maciços rochosos, conforme mostra o **Quadro 4.2**.





**Quadro 4.2 – Classificação de Maciços Rochosos**

CLASSE	GRAU DE FRATURAMENTO (fraturas/m)		GRAU DE ALTERAÇÃO
I	F1	<1	Rocha Sã (A1)
II	F2	1 a 5	Rocha Sã (A1) e Rocha Medianamente Alterada (A2)
	F3	6 a 10	
III	F4	11 a 20	
IV	F5	>20	Rocha Muito Alterada (A3)
V	Fraturamento Obliterado		Rocha Extremamente Alterada (A4)

Para fins das escavações subterrâneas foi adotado o Sistema Q definido por Barton (1995), para o estabelecimento do tipo de suporte em função da qualidade do maciço rochoso, utilizando-se também os parâmetros classificatórios apresentados no **Quadro 4.1**. Além disso, este sistema permite a correlação do valor de Q com a velocidade de propagação das ondas sísmicas P, definida pela equação:

$$V_p \approx \log Q + 3,5 \text{ (km/s)}$$

O **Quadro 4.3** apresenta a correlação aproximada entre  $V_p \times Q \times K$  para rocha dura.

**Quadro 4.3 – Correlação Q x  $V_p$  x K**

<b>Q</b> =	0,001	0,1	1	10	100
<b><math>V_p</math> (km/s) <math>\approx</math></b>	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5
<b>K (cm/s) =</b>	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	impermeável	impermeável

A **Figura 4.2** apresenta as classes de maciços e tipos de tratamento definidos pelo sistema Q de Barton (op.cit.), para escavações subterrâneas.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

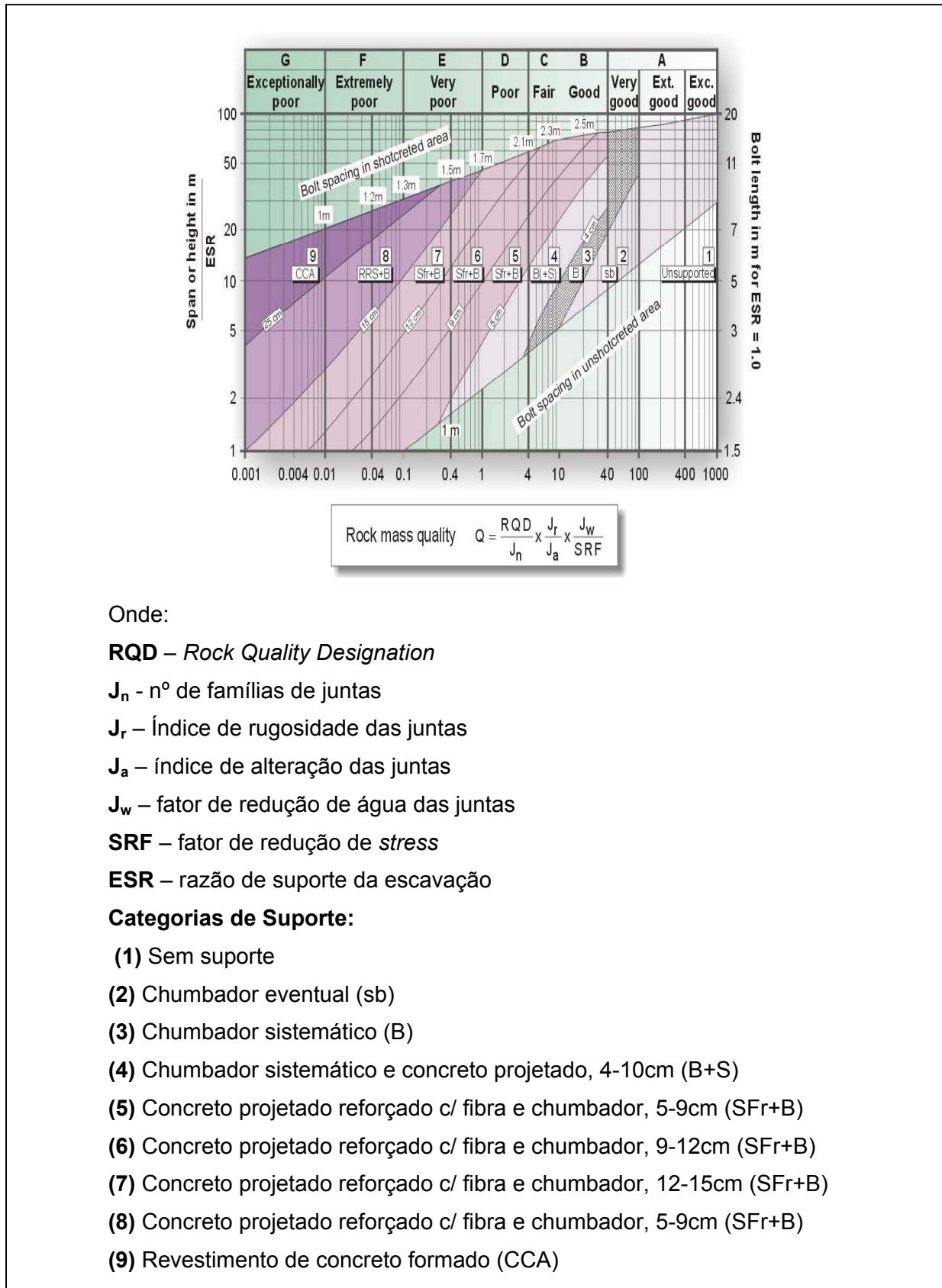


Figura 4.2 – Classificação de Maciços e Classes de Suporte de Túneis, segundo Barton, 1995.



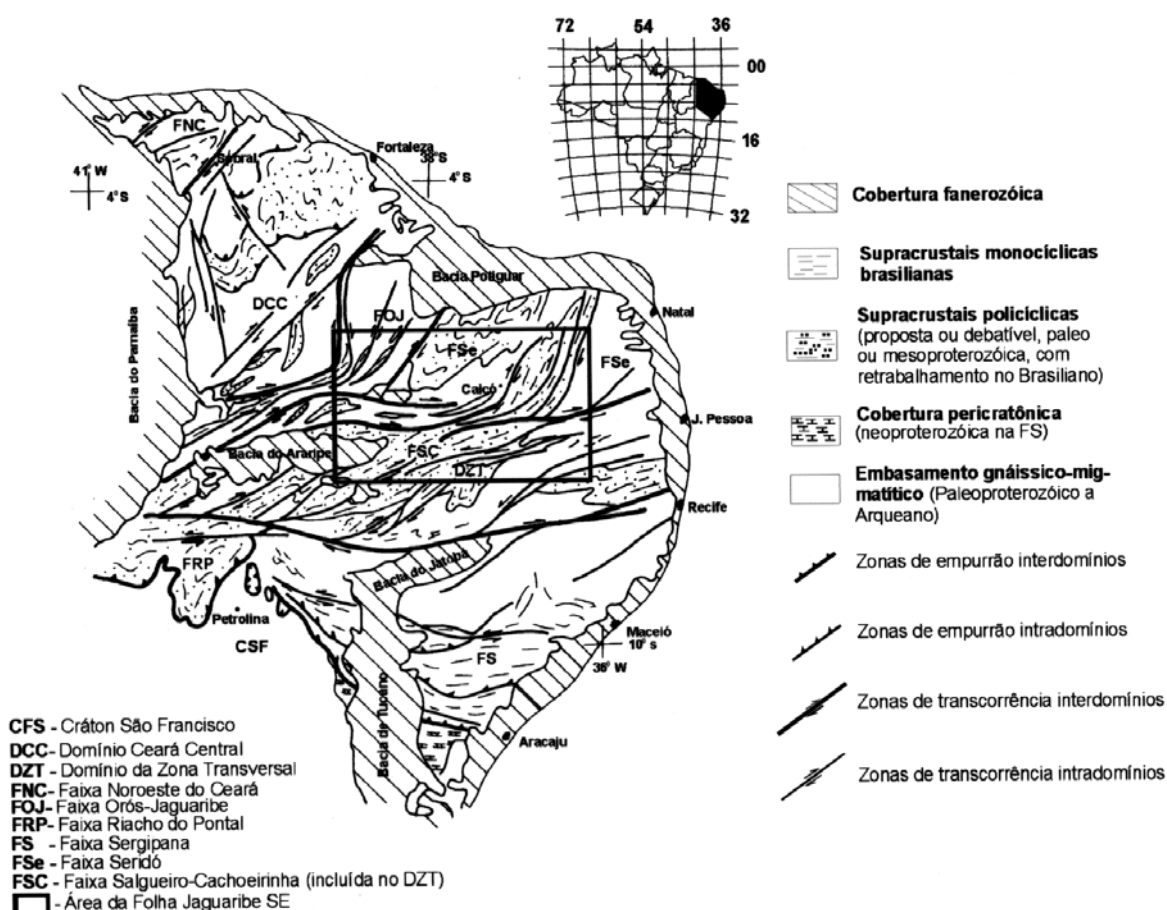
## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

### 5. ASPECTOS GEOLÓGICOS

#### 5.1 Características Regionais

O Trecho III encontra-se inserido na *Província Borborema* que consiste em uma entidade tectônica na qual dominam terrenos de idade arqueana e proterozóica, constituídos por rochas metamórficas de baixo e alto grau e rochas ígneas, ocorrendo também coberturas sedimentares fanerozóicas e cenozóicas.

A configuração geológica desta província é o resultado de eventos tectono-magmáticos ocorridos durante o ciclo Brasileiro, de idade Proterozóica, bem como do tectonismo ocorrido no paleozóico e no mesozóico, relacionados com a abertura do Oceano Atlântico. Estes eventos geraram um arcabouço estrutural caracterizado por extensas zonas lineares de mobilidade crustal, representadas por falhamentos com orientação E-W e NE-SW, delimitando um mosaico de terrenos com características geológicas distintas, conforme apresentado na **Figura 5.1**.



**Figura 5.1 – Divisão tectônica da Província Borborema em domínios estruturais e faixas supracrustais, com localização da Folha Jaguaribe (CPRM, 2.000).**

Os esforços tectônicos a que foi submetida a região atravessada pelo Trecho III, imprimiram às rochas deformações dúcteis e rúpteis, caracterizadas por falhamentos normais e de rejeito direcionais, dobramentos, foliações miloníticas e fraturamentos de origem extensional e de cisalhamento. Essas deformações foram mais intensas no âmbito do embasamento, onde se mostram mais evidentes.

O desenho EN.B/III.DS.GL.0018, página 26 do caderno de desenhos, apresenta o mapa geológico regional, mostrando as principais unidades litoestratigráficas e as feições estruturais



## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

mais marcantes, de acordo com a Carta Geológica da Folha Jaguaribe, elaborada pela CPRM em 2.000.

### 5.2 Geologia Local

O contexto geológico da região atravessada pelo Trecho III, de acordo com a Carta Geológica da Folha Jaguaribe, corresponde ao Terreno Granjeiro que, em termos gerais, constitui-se de uma associação de rochas gnáissicas-migmatíticas e granitóides.

Para efeito da caracterização geológico-geotécnica do substrato rochoso da área em questão, este terreno foi dividido em duas unidades.

#### 5.2.1 Unidade 1 ( $\rho\epsilon_1$ )

Esta unidade ocupa as faixas de relevo acidentado, colinoso, e constitui-se de uma associação de biotita-hornblenda gnaisses bandados, localmente homogêneos, por vezes migmatizados, e migmatitos exibindo estruturas do tipo dobrada, *schillieren* e nebulítica e granitóides de granulação média a grossa localmente porfíricos.

#### 5.2.2 Unidade 2 ( $\rho\epsilon_2$ )

Esta unidade caracteriza-se por um relevo ondulado a suavemente ondulado, sendo constituída fundamentalmente por biotita-gnaisses e biotita-hornblenda gnaisses bandados, por vezes migmatizados exibindo freqüentemente estrutura dobrada e *schillieren*, localmente com intercalações de rochas anfíbolíticas e ultramáficas eventualmente associadas a formações ferríferas e migmatitos.

Os desenhos de nº EN.B/III.GL.0001 a EN.B/III.GL.0004, páginas 28 a 31 do caderno de desenhos, mostram as áreas de ocorrência destas unidades ao longo do traçado do Trecho III.

#### 5.2.3 Aspectos Estruturais

As feições estruturais mais marcantes na área atravessada pelo Trecho III são os falhamentos com orientação NW-SE e E-W, de caráter transcorrente, e um fraturamento com orientação NE bastante evidente na imagem de radar.

As rochas gnáissico-migmatíticas possuem foliação variando, predominantemente, de N80°W a E-W, com mergulhos para NE e N variando de 45° a 60°. Em termos gerais pode-se assumir que o maciço rochoso mostra-se medianamente a pouco fraturado. As direções predominantes variam de N30°-60°E e N20°-60°W com mergulhos sub-verticais.

## 6 . CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS DAS OBRAS

### 6.1 Generalidades

Conforme descrito no item 5 – Aspectos Geológicos, o Trecho III tem como substrato rochoso uma associação de rochas gnáissico-migmatíticas, com rochas granitóides subordinadas.

### 6.2 Canais

Na estrutura de controle na Barragem Caiçara, no Trecho II, tem-se a derivação para o Trecho III. O canal será desenvolvido na zona de contato entre as unidades geológicas 1 e 2, descritas no item 5.2 – Geologia Local. Os desenhos EN.B/III.DS.GL.0001 a EN.B/III.DS.GL.0004, páginas 28 a 31 do caderno de desenhos, mostram o posicionamento geológico de todo o trecho em canal.

Ao longo do traçado são freqüentes as exposições de rocha sã e rocha alterada, tendo-se espessuras de solos de alteração e solos coluviais variando de 1 a 2 metros. Espessuras de solo



## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

---

mais expressivas podem ocorrer localmente em situações de meia encosta e de sopé de áreas serranas.

### 6.3 Aqueduto Cipó

O Aqueduto Cipó, será implantado entre as estacas 28+250 e 29+510, permitindo a passagem por sobre as cabeceiras do riacho do Cipó e terá a fundação de seus pilares em solo de alteração de rocha gnáissica.

As seções sísmicas de refração levantadas nas áreas previstas para os encontros de montante e de jusante e na sua porção central, indicaram a presença de três horizontes distintos.

Na área do encontro de montante, o horizonte superior foi caracterizado pela velocidade de 0,5 km/s correspondente à cobertura de solo de alteração/colúvio, com espessura variando de 1,5 a 2,5 m. O horizonte intermediário que apresenta velocidades de 2,5 km/s, correlacionado a um substrato de rocha medianamente a muito alterada, pouco a muito fraturada, com espessura de 8 a 12 m. O horizonte inferior, correspondente a condições de rocha sã a pouco alterada, pouco fraturada, caracteriza-se pela velocidade de 5,2 km/s.

Na porção central o horizonte sísmico superior, correspondente à cobertura de solo de alteração/colúvio caracteriza-se pela velocidade de 0,5 km/s e apresenta uma espessura que varia de 1,5 a 3 m. O horizonte intermediário apresenta velocidades de 1,35 a 1,5 km/s, correlacionável a rocha medianamente a muito alterada, pouco a muito fraturada, com espessura variando de 12,5 a 20 m. O horizonte inferior correspondente à rocha sã a pouco alterada, pouco fraturada, caracteriza-se pela velocidade de 5 km/s.

Na área do encontro de jusante a cobertura de solo/colúvio está representada por um horizonte sísmico com velocidades de 0,45 a 0,5 km/s, com espessura variando de 5 a 6,5 m. O horizonte intermediário apresenta velocidade de 1,25 km/s, correlacionável a rocha medianamente a muito alterada, pouco a muito fraturada. O horizonte inferior, correspondente a rocha sã a pouco alterada e pouco fraturada, apresenta velocidade de 5 km/s.

O desenho EN.B/III.DS.GL.0005, página 105 do caderno de desenhos, apresenta o mapa e a seção geológico-geotécnica da área do aqueduto.

### 6.4 Aqueduto Bom Jardim

O Aqueduto Bom Jardim, será implantado entre as estacas 33+200 e 34+820, permitindo a passagem por sobre as cabeceiras dos riachos da Ipueira e da Jitirana e terá a fundação de seus pilares em solo de alteração de

A seção sísmica levantada na área do encontro de montante identificou três horizontes sísmicos, sendo um superior com velocidades de 0,37 a 0,43 km/s e espessura variando de 2 a 3 m, correspondente à cobertura de solo. O horizonte intermediário com velocidades 0,93 a 1,15 km/s, correlaciona-se a rocha moderadamente a muito alterada, pouco a muito fraturada, apresentando espessura variando de 5 a 14 m. O horizonte inferior, correspondente a rocha sã a pouco alterada e pouco fraturada, caracteriza-se pelas velocidades de 4,7 a 5,2 km/s.

Na porção central do aqueduto foram levantadas duas seções sísmicas que indicaram uma cobertura de solo com espessura variando de 2 a 7 m, relacionada a velocidades de 0,45 a 0,47 km/s.

Entre o encontro de montante e a parte central, a sondagem SRD-14 revelou uma cobertura de solo de 1 m seguido de rocha gnáissico-granítica gradando de muito alterada a pouco alterada (A2/A4) até a profundidade final a 20 m.

Na área do encontro de jusante o horizonte superior caracteriza-se por velocidades de 0,4 a 0,45 km/s, correspondente à cobertura de solo, indicando uma variação de espessura de 1,5 a 3 m. Segue-se um horizonte intermediário com velocidade de 0,8 a 1,35 km/s e espessura variando





## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

de 26 a 7 m em direção a parte central, que é correlacionável a rocha muito a moderadamente alterada, pouco a muito fraturada. O horizonte inferior caracteriza-se por velocidades de 4,80 a 5 km/s, sendo correspondente a rocha sã a pouco alterada e pouco fraturada.

### 6.5 Túnel Serra da Areia

O túnel Serra da Areia atravessa a serra homônima no seu extremo sudeste, com uma extensão de 540 m, com orientação aproximada N35°E.

O emboque e desemboque foram investigados através de sondagens destrutivas com televisamento do furo (SRD-15 e SRD-16) e por sísmica de refração.

Sua escavação se dará em um maciço de rocha pertencente à Unidade 1, compreendendo rochas granítico-gnaissicas.

A sondagem SRD-15, na área do emboque, revelou uma cobertura de solo com espessura de 3 m seguindo-se rocha granítico-gnaissica muito a medianamente alterada (A4/A3), ocasionalmente fraturada (F1), até a profundidade final do furo a 20 m.

A seção sísmica levantada segundo o eixo do túnel nesta área, identificou três horizontes distintos, sendo o superior caracterizado por uma velocidade de 0,55 km/s e com espessura variando de 3 a 4 m, correspondente à cobertura de solos. O horizonte intermediário, com velocidades variando de 1,3 a 1,5 km/s, apresenta espessura de 18 a 19 m na área do emboque e é correlacionável a uma condição de rocha muito a medianamente alterada, pouco a muito fraturada. O horizonte inferior, correspondente à rocha sã a pouco alterada, pouco fraturada, caracteriza-se por uma velocidade de 4,6 km/s.

Na área do desemboque, a sondagem SRD-16 mostrou espessura de solo coluvionar e de alteração de 1 e 6 m respectivamente, capeando rocha granítico-gnaissica muito a medianamente alterada (A4/A3), pouco fraturada (F1), até a profundidade final de 20 m.

A seção sísmica levantada nesta área, ao longo da parte inicial do eixo do túnel em direção a montante, identificou a presença de três horizontes. Na área do emboque tem-se um horizonte superior com pela velocidade de 0,55 km/s apresentando espessura de 4 a 5 m, correspondente a cobertura de solo. O horizonte intermediário caracteriza-se pela velocidades de 1,5 km/s, correlacionável à rocha medianamente a muito alterada, pouco a medianamente fraturada, com espessura variando de 17 a 24 m. O horizonte inferior apresenta velocidade de 4,60 km/s, correspondente a rocha sã a pouco alterada, ocasionalmente fraturada.

A sondagem e o levantamento sísmico indicam que os trechos iniciais dos emboques do túnel serão escavados em rocha alterada, requerendo especial atenção quanto ao suporte e ao avanço da escavação. Ao longo do seu traçado a cobertura de rocha sã deverá ser pouco espessa.

O desenho EN.B/III.DS.GL.0007, página 102 do caderno de desenhos, apresenta o mapa e a seção geológico-geotécnica dos emboques do túnel.

O número de dados na região dos emboques do túnel Serra da Areia é muito pequeno para análises mais detalhadas, porém dá uma indicação de que as descontinuidades principais deverão ter direção aproximadamente ortogonal à diretriz do túnel. (**Figura 6.1**).

Note-se que as descontinuidades subverticais raramente são amostradas em furos verticais, tendenciosos neste aspecto. Porém, o mapeamento de superfície mostra uma grande incidência desse tipo de estrutura, que não aparecem nos estereogramas, como o da **Figura 6.1** originadas somente dos dados obtidos na filmagem dos furos. Esta afirmação também se aplica às análises estruturais subseqüentes



## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

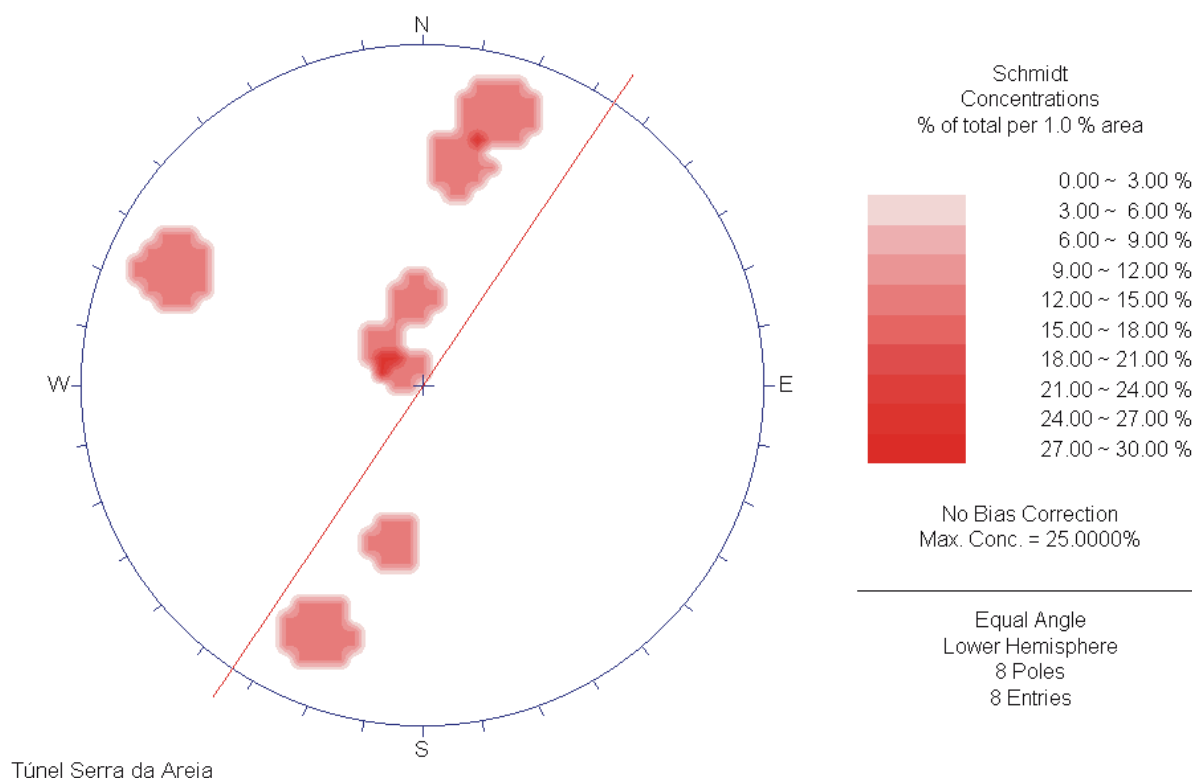


Figura 6.1

### 6.6 Barragem Várzea Grande

A barragem Várzea Grande, será implantada lado sul da serra homônima, em domínio de biotita-hornblenda gnaiss, localmente dobrado e migmatizado.

O eixo da barragem foi investigado através de sondagem rotativa convencional (SR-18), sondagem destrutiva com televisamento do furo (SRD-19, SRD-20 e SRD-21) e sísmica de refração.

O levantamento sísmico ao longo do eixo identificou a presença de três horizontes sísmicos, sendo o superior caracterizado por velocidades de 0,45 a 0,5 km/s, com espessura variando de 1 a 6 m, correspondente à cobertura de solo/colúvio, um intermediário com velocidades de 1,4 a 2,2 km/s e espessura variando de 6 a 16 m, correlacionável a rocha muito a pouco alterada, medianamente a muito fraturada e um horizonte inferior com velocidades de 4,8 e 5 km/s, correspondente à rocha sã a pouco alterada, pouco fraturada.

Na ombreira direita a sondagem SRD-21 mostrou uma espessura de 1 m de solo de alteração capeando rocha gnáissica pouco alterada (A2) que se estende até o final do furo a 25 m. A sísmica de refração indica nesta área uma espessura de 3,5 m de solo/colúvio, sobre um maciço com 15 m de espessura correspondente a rocha muito a pouco alterada, muito a extremamente fraturada, seguido da presença de rocha sã pouco fraturada, apresentando velocidades de 0,5 km/s, 1,65 km/s e 4,8 km/s respectivamente.

Na porção central do eixo as sondagens SRD-19 e SRD-20 indicaram uma espessuras de solo/colúvio de 1 m e de 10 m, respectivamente, recobrimo um maciço de biotita-hornblenda gnaiss. No furo SRD-20 tem-se rocha alterada até a profundidade de 17 m, seguida de rocha sã (A1) até a profundidade final de 25 m. Na sondagem SRD-19 tem-se rocha gnáissica (A2) até fim do furo a 25 m.

Na ombreira esquerda a sondagem SR-18 e o ensaio de penetração SPT indicam uma espessura de 2,07 m de colúvio/solo de alteração capeando um maciço com rocha

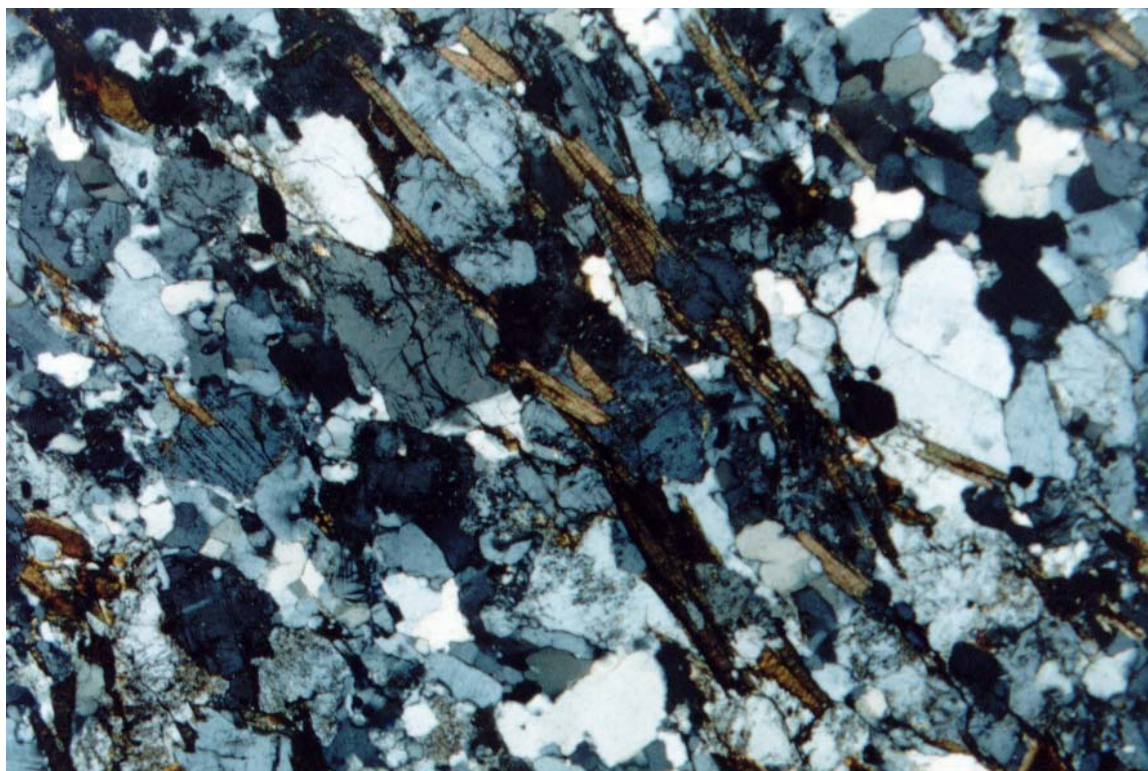


## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

medianamente alterada (A3) e extremamente fraturada (F5) até a profundidade de 6,56 m, passando para rocha medianamente a pouco alterada (A3/A2), muito fraturada (F4), até 21,3 m, seguida de rocha sã (A1) extremamente a muito fraturada (F5/F4) até a profundidade final do furo em 25,07 m.

A análise petrográfica de uma amostra do furo SR-18, coletada na profundidade de 13,68 m, identificou um biotita gnaisse blastomilonítico, de composição granítica, finamente bandado, com textura granolepidoblástica/xenoblástica, constituído por quartzo (35-40%), microclínio (30%), plagioclásio (20-25%), biotita (5%), opacos (traços). A **Fotomicrografia 6.1** ilustra a característica geral da rocha.

Ensaio de perda d'água sob pressão indicaram na área da ombreira esquerda condições de condutividade hidráulica média (H3), no intervalo de 10 a 25 m da sondagem SR-18 e no furo SRD-21 condutividade muito baixa (H1) de 6 a 9 m e condutividade média (H3) no intervalo de 21 a 24 m. Na parte central do eixo no furo SRD-19 constatou-se condutividade muito alta (H5) no intervalo de 4 a 7 e alta (H4) no intervalo de 12 a 15 m, enquanto de no furo SRD-20 apresentou condutividade alta (H4) de 9 a 12 m, condutividade média (H3) de 12 a 21 m e condutividade baixa (H2) até 24 m.



**Fotomicrografia 6.1: (luz polarizada)**

### 6.7 UHE Salgado I

Este aproveitamento hidrelétrico terá sua captação no reservatório da Barragem Várzea Grande através de um túnel de adução e casa de força, em um maciço de rocha gnáissica.

O traçado do túnel de adução foi investigado através de sondagens rotativas convencionais e por levantamento sísmico de refração, cujos resultados estão descritos no item 6.6.2.

A área prevista para a implantação da casa de força foi investigada através de sondagens rotativas convencionais (SR-34 e SR-35) e de levantamento sísmico de refração.





## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

---

A sondagem SR-34, realizada lateralmente à parte central no eixo da casa de força, revelou uma espessura de solo de alteração de 2,26 m, capeando biotita-hornblenda gnaisse muito alterado (A4) e muito fraturado (F4), que se estende até a profundidade de 5,28 m, seguindo-se a mesma rocha medianamente alterada (F3) também muito fraturada (F4) até a profundidade final do furo a 12,66 m.

Ensaio de perda d'água realizados no intervalo de 9 a 12 m, indicaram uma condição de condutividade hidráulica média (H3) para o maciço rochoso.

A sondagem SR-35, realizada também lateralmente ao eixo da casa de força, atravessou rocha gnáissica, muito a medianamente alterada (A4/A3) com intercalações anfibolíticas até 4,18 m, seguindo-se a mesma rocha medianamente alterada (A3) e extremamente fraturada (F5) até o final do furo a 9 m, localmente extremamente alterada (A5).

Ensaio de perda d'água nos intervalos 3 a 6 m e 6 a 9 m indicaram condutividade hidráulica baixa (H2).

A seção sísmica obtida ao longo do eixo da casa de força mostrou a presença de três horizontes distintos sendo um superior, correspondente ao capeamento de solos, com velocidades variando de 0,47 a 0,5 km/s com espessura variando de 1 a 3 m. O horizonte intermediário caracteriza-se por velocidades de 0,93 a 1,3 km/s, com espessura variando de 13 a 22,5 m, correspondendo à condição de rocha medianamente a extremamente alterada, extremamente fraturada. O horizonte inferior caracteriza-se pela presença de velocidades variando de 4,8 e 4,9 km/s, correspondendo a rocha sã pouco alterada, pouco fraturada.

A escavação da casa de força se dará em condições de rocha medianamente a extremamente alterada (A3/A5) e extremamente fraturada (F5).

O túnel de adução da UHE Salgado I situa-se no flanco sul da Serra da Várzea Grande, apresentando uma extensão de 140 m e uma orientação aproximada N42°E.

O emboque e desemboque foram investigados através de sondagens rotativas convencionais (SR-26 e SR-27) e ao longo de todo o seu traçado foi realizado levantamento sísmico de refração.

Na área do emboque a sondagem SR-26 atravessou uma cobertura de colúvio/solo de 1,60 m capeando rocha granítica sã (A1) extremamente a moderadamente fraturada (F5/F4) que se estende até 9,73 m. Desta profundidade até 11,05 m tem-se rocha gnáissica extremamente alterada (A5), seguindo-se rocha gnáissica pouco alterada (A2) e extremamente fraturada (F5) até a profundidade final de 24,42 m. O intervalo de 10,5 a 14,5 m corresponde à seção do túnel.

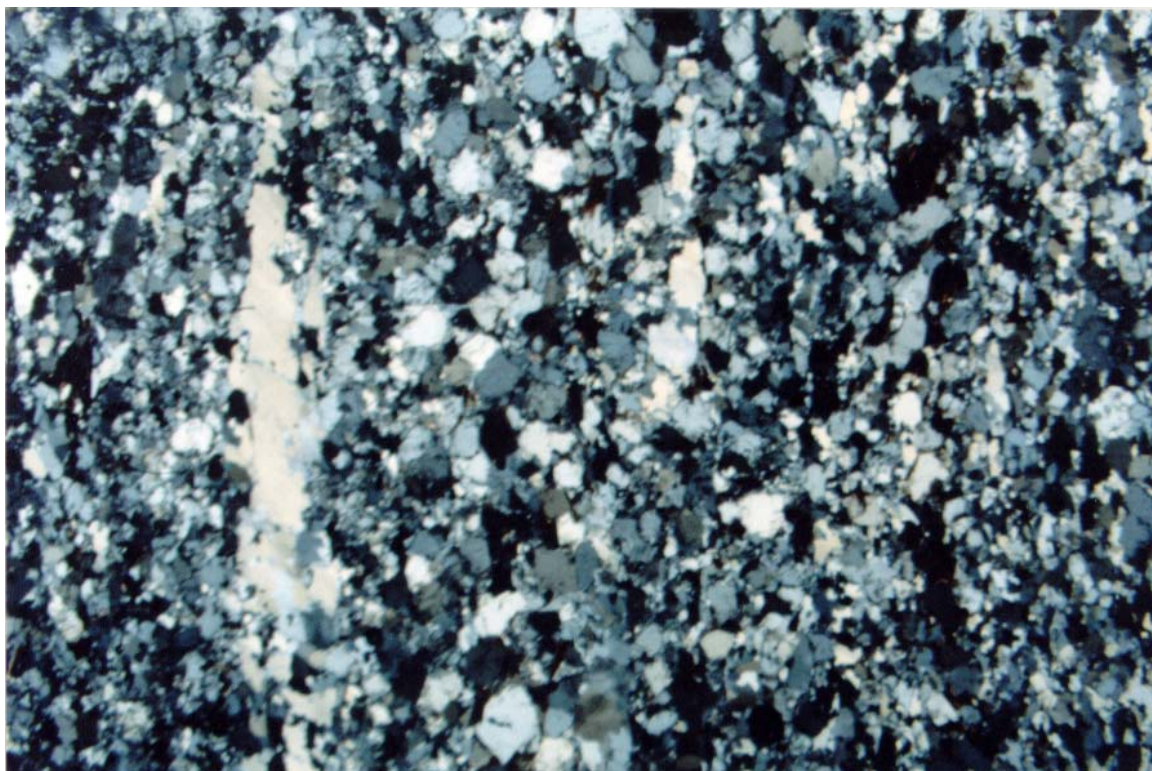
Ensaio de perda d'água sob pressão revelaram condições de alta condutividade hidráulica (H4) no intervalo correspondente à seção do túnel, tendo-se baixa condutividade acima e condutividade média abaixo da seção.

Na área do desemboque a sondagem SR-27, após 1,07 m de cobertura de solo de alteração, atravessou um intervalo de rocha gnáissica pouco alterada (A2) e extremamente fraturada (F5) até a profundidades de 10,95 m. Desta profundidade até o final do furo a 25,5 m tem-se rocha gnáissica sã (A1) medianamente fraturada (F3). O intervalo de 12,5 a 16,5 m corresponde à seção do túnel.

A análise petrográfica de uma amostra do furo SR-27 coletada na profundidade de 23,7 m identificou um biotita gnaisse blastomilonítico, de composição granítica/granodiorítica, com bandamento milimétrico, constituído por plagioclásio+microclínio (60%,  $\pm$  1:1), quartzo (20-30%), biotita (~5%), acessórios (clorita, sericita, zircão, titanita e epidoto). A **Fotomicrografia 6.2** ilustra a característica geral da rocha.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico



**Fotomicrografia 6.2: (luz polarizada)**

Ensaio de perda d'água sob pressão revelaram condições de baixa condutividade hidráulica (H2) no intervalo correspondente à seção do túnel, bem como em intervalos acima e abaixo da mesma.

O levantamento sísmico ao longo do traçado do túnel identificou três horizontes sísmicos distintos. O horizonte superior com velocidades de 0,37 a 0,63 km/s, correspondente à cobertura de solo/colúvio, apresenta espessura variando de 1,5 a 10 m, sendo que nas áreas do emboque e do desemboque indica espessura de 3 m. O horizonte intermediário caracterizado por velocidades de 1,1 a 1,6 km/s, apresenta espessura variando de 1 a 25 m, sendo que no emboque e no desemboque, as espessuras são de 25 e 19 m respectivamente. Este horizonte é correlacionável, no geral, às condições de rocha pouco alterada e extremamente fraturada, localmente extremamente alterada, no qual situa-se o emboque. O horizonte inferior, com velocidade de 4,7 km/s, corresponde a rocha sã, no qual será implantado o desemboque.

Na área de emboque a escavação se iniciará no domínio de rocha pouco alterada (A2), medianamente fraturada (F3), extremamente fraturada (F5) localmente, por uma extensão de aproximadamente 25 m seguindo-se rocha sã (A1) daí em diante, enquanto que o desemboque situa-se em rocha sã.

O desenho EN.B/III.DS.GL.0009, página 118 do caderno de desenhos, apresenta o mapa e a seção geológico-geotécnica do túnel.

Na região da barragem Várzea Grande e da UHE Salgado I, os dados geoestruturais mostram uma consistência de duas famílias de descontinuidades. Uma subhorizontal e outra, secundária, com direção aproximada EW, mergulhando cerca de 50° para N (**Figura 6.2**). A conjugação desses sistemas pode gerar blocos de rocha que tenderão a escorregar a partir das superfícies de escavação, não sendo importantes para a escavação do túnel. O mapeamento sistemático durante as escavações deverá ser feito com mais atenção nas paredes do espelho e esquerda hidráulica do emboque do túnel, onde a probabilidade de ocorrência dessas feições conjugadas é maior.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

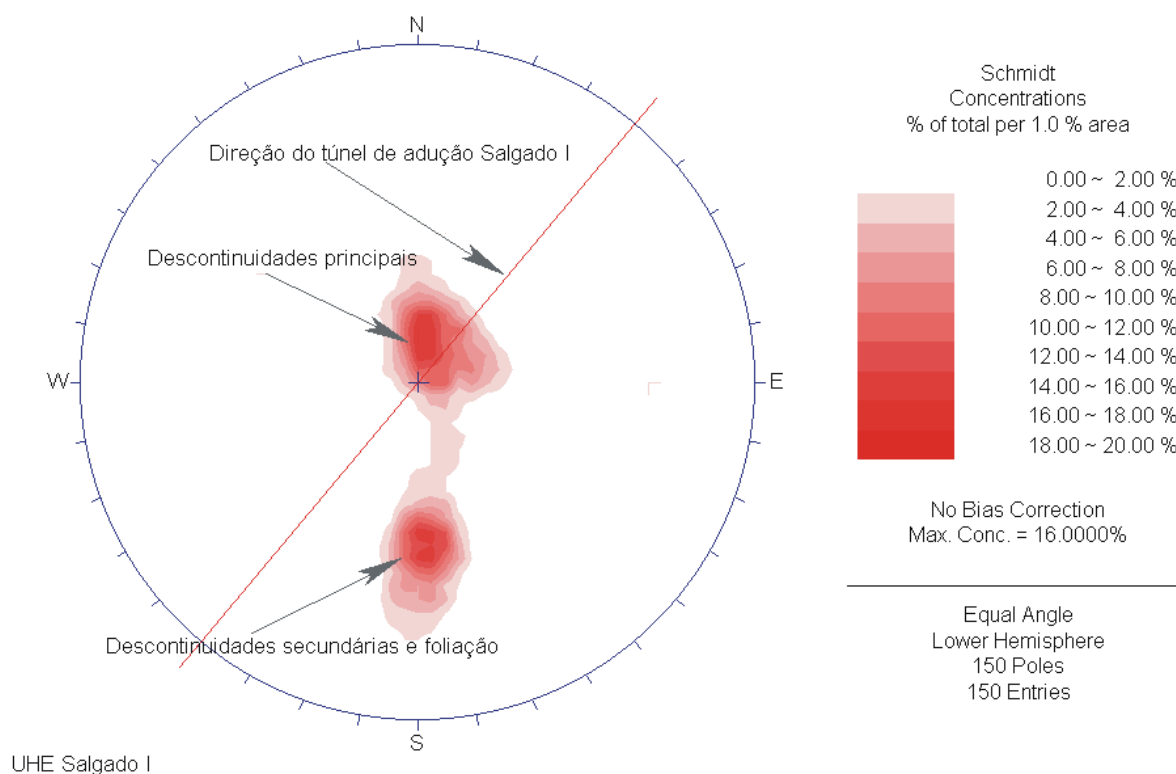


Figura 6.2

### 6.8 UHE Salgado II

Este aproveitamento hidrelétrico situa-se no final do trecho em canal, no extremo oeste da Serra da Várzea Grande.

As áreas previstas para a implantação da câmara de carga e da casa de força foram investigadas através de sondagem rotativa convencional (SR-37), sondagens destrutivas com televisamento dos furos (SRD-38 e SRD-39) e levantamento sísmico de refração.

Na área da câmara de carga a sondagem SR-37 atravessou uma cobertura de solo de 1,24 m de espessura, seguindo-se biotita gnaiss medianamente alterado (A3) e extremamente fraturado (F5) até 2,94 m. A partir daí tem-se gnaiss medianamente alterado e medianamente fraturado (F3) até 10,06 m com uma intercalação anfíbolítica de 10,06 a 10,95 muito alterada (A4) e extremamente fraturada (F5). Desta profundidade até o final do furo tem-se o biotita gnaiss pouco alterado (A2) e muito fraturado (F4).

A seção sísmica levantada transversalmente à área de escavação da câmara de carga indicou a presença de três horizontes sísmicos. O horizonte superior caracteriza-se pelas velocidades de 0,5 e 0,55 km/s e corresponde à uma cobertura de solo com espessura variando de 2,5 a 4,5 m. O horizonte intermediário com velocidade de 1,85 km/s é correlacionável à rocha medianamente a pouco alterada, medianamente a muito alterada e apresenta espessura de 13 a 30 m. O horizonte inferior com velocidade de 4,80 km/s corresponde à rocha sã a pouco alterada e pouco fraturada.

Ensaio de perda d'água indicaram condições de condutividade hidráulica média (H3) nos intervalos de 5 a 8 m e de 11 a 14 m. Nos intervalos de 8 a 11 m e 14 a 17 m obteve-se uma condutividade baixa (H2) enquanto que na parte final do furo, de 17 a 20 tem-se uma condutividade muito baixa (H1).

Na área de escavação da casa de força, a sondagem SRD-38 localizada na lateral da parte central do eixo de alinhamento das turbinas, atravessou uma cobertura de solo de 3 m de



## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

espessura, seguindo-se biotita gnaisse medianamente alterado (A3) até 10 m. Daí em diante a rocha encontra-se sã (A1) até o final do furo a 12 m de profundidades.

Ensaio de perda d'água sob pressão nos intervalos de 7 a 10 e 10 a 12 indicaram condutividade hidráulica muito baixa e muito alta respectivamente.

A sondagem SRD-39, no canal de fuga, atravessou uma espessura de 2 m de solo capeando biotita gnaisse medianamente alterado passando a sã (A3/A1) a 6 m. Desta profundidade até o final do furo em 14 m tem-se rocha sã (A1).

Ensaio de perda d'água sob pressão no intervalo de 5 a 14 indicaram perda nula.

A seção sísmica levantada transversalmente a área de escavação, passando pelo eixo da casa de força, indicou a presença de três horizontes sísmicos. O superior, com velocidade de 0,4 e 0,5 km/s, corresponde à uma cobertura de solo com espessura de 1 a 3 m. O intermediário caracterizado por velocidades de 1,55 a 1,9 km/s e com espessura variando de 10 a 17 m, correlaciona-se a uma condição de rocha medianamente alterada. O horizonte inferior, correspondente à rocha sã a pouco alterada apresentou velocidade de 4,8 km/s.

A escavação para implantação da câmara de carga e da casa de força se dará em um maciço de rocha gnáissica moderadamente alterada (A3), o que não deve requerer tratamentos especiais para os taludes

Neste caso, a dispersão dos dados geoestruturais é grande, ratificando a necessidade de mapeamento sistemático, criterioso, nas paredes de escavação. A tendência é que as descontinuidades tenham direções próximas a NE, com maior incidência em NEE, com mergulhos cobrindo toda a gama de variação, de horizontal a vertical. Assim, quaisquer superfícies de escavação com direção aproximada NE estarão sujeitas à maior concentração de descontinuidades problemáticas.

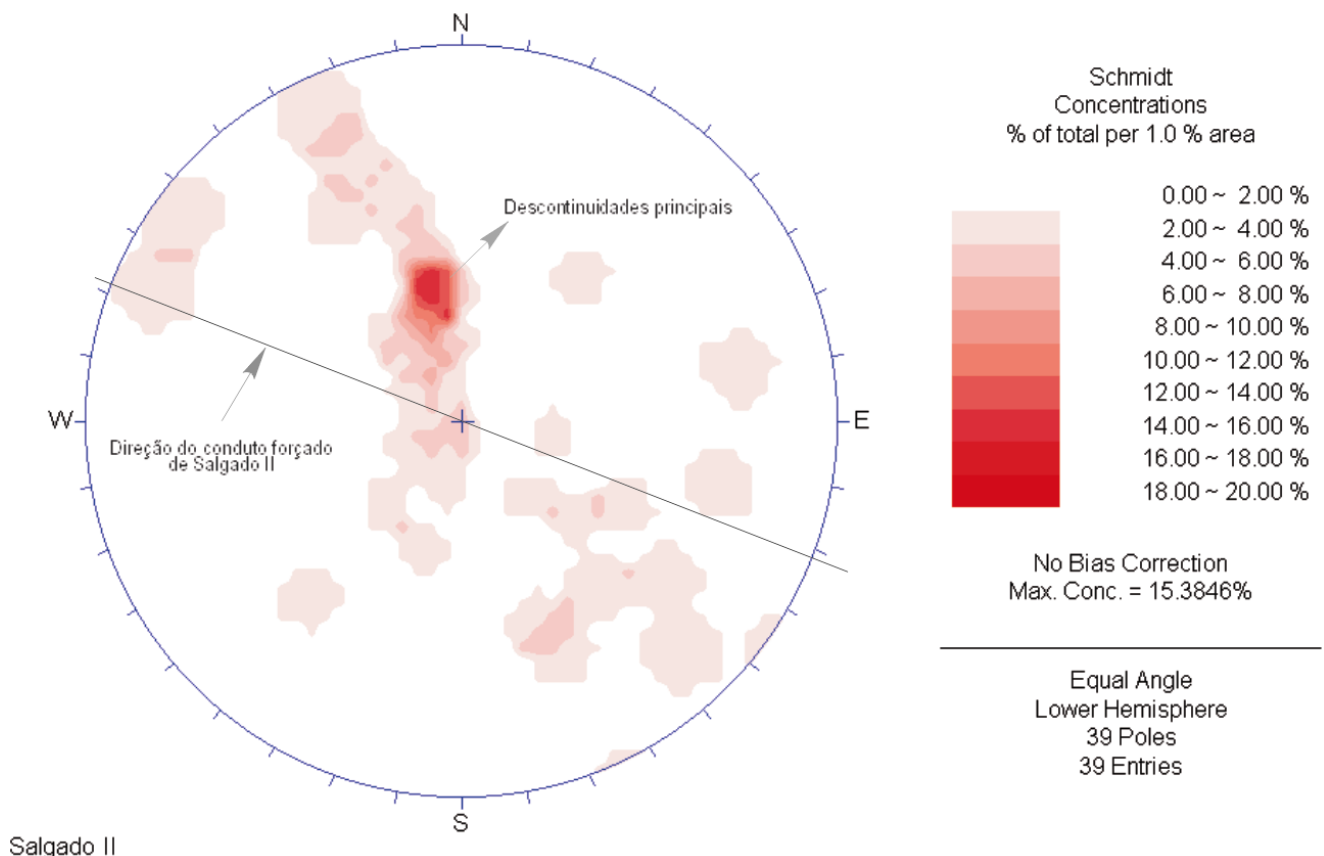


Figura 6.3





### 7 . MATERIAIS NATURAIS DE CONSTRUÇÃO

#### 7.1 Generalidades

As características geológicas da região indicam restrições quanto a disponibilidade de alguns materiais naturais de construção, notadamente de solos argilosos e de areia. O critério construtivo estabelecido para os trechos em canal prevê a compensação de materiais ao longo do traçado, atendendo os aterros com material proveniente da escavação dos cortes.

#### 7.2 Áreas de Empréstimo

A pesquisa de áreas de empréstimo ficou restrita à proximidade dos locais dos barramentos Várzea Grande e Caiçara, este último pertencente ao Trecho II.

Nas proximidades da barragem Várzea Grande foram realizadas sondagens a trado e constatou-se a inexistência de solos para o emprego no núcleo da barragem.

#### 7.3 Depósito de Areia e Cascalho

A ausência de planícies aluvionares expressivas, implica na falta de depósitos expressivos que possam atender, de forma contínua e sistemática. Os pequenos depósitos existentes mal atendem a demanda do consumo de areia para obras residenciais. A várzea do riacho da Jitirana, afluente da margem direita do rio Salgado, apresenta um pequeno potencial para atender uma demanda localizada, dada a sua pequena expressão. Deve ser destacado que esta várzea é ocupada, ao longo de toda sua extensão, por culturas de subsistência, por serem as terras mais úmidas da região.

Portanto, outras alternativas devem ser consideradas, como a fabricação de areia a partir de material pétreo abundante na região.

#### 7.4 Materiais Pétreos

A ocorrência de rochas migmatíticas e granitóides com boas características geomecânicas, dispersas por toda a área atravessada pelo traçado, assegura o suprimento para obtenção de agregados e finos para concreto e transições bem como de blocos para enrocamento.

Extensos afloramentos aliados à situações topográficas favoráveis e pequenas espessuras de solo, contribuem para explorações bastante econômicas destes materiais. Exemplo disso tem-se a pedra de rocha granitóide que foi utilizada para a construção do Açude Bartolomeu, próximo a estrutura de derivação para o Trecho III, na barragem Caiçara (Trecho II).

A presença de quartzo deformado na mineralogia das rochas indica a necessidade de correção do concreto que os use como agregado, devido ao potencial reativo em contato com alcalis do cimento.

### 8 . CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os trabalhos desenvolvidos ao longo do Trecho III permitiram, no geral, se obter com bom grau de conhecimento, as condições de escavação e fundação das obras a serem implantadas ao longo do seu traçado.

O substrato rochoso ao longo do traçado apresenta em termos gerais uma relativa uniformidade litológica, sendo constituído fundamentalmente por uma associação de rochas gnáissicas e migmatíticas, com rochas granitóides subordinadas. São freqüentes as exposições de rocha sã, por vezes sob a forma extensos lajedos, a exemplo do que ocorre ao longo das serras do Amaro e da Várzea Grande. Este substrato encontra-se recoberto por espessuras de solo, variando na média de 1 a 2 m, apresentando espessuras maiores localmente.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

---

No geral o maciço apresenta boas características geomecânicas, podendo requerer algum tratamento especial localizadamente.

A falta de disponibilidade de jazimentos de areia para atendimento à obra faz com que a alternativa de produção de finos para concreto, a partir de material pétreo seja considerada.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

---



**Vista do flanco sul da Serra da Várzea Grande, a jusante da barragem homônima, constituída por rochas gnáissicas e migmatíticas da Unidade 1. Em primeiro plano afluam rochas gnáissicas da Unidade 2. No canto direito tem-se a área prevista para a implantação da casa de força da UHE Salgado II.**





**Biotita gnaiss moderadamente deformado, exibindo dobras suaves, aflorando na Serra da Várzea Grande próximo ao eixo do canal, a montante da UHE Salgado II.**



**Biotita gnaiss (Unidade 1), exibindo lineação de estiramento mineral caracterizando zona de cisalhamento, aflorante na Serra da Várzea Grande a montante da UHE Slagado II.**



**Biotita gnaiss com bandas anfibolíticas (Unidade 2), aflorando nas proximidades do eixo do canal, entre os aquedutos Serra Nova e Mufumbo.**



**Granitóide porfirítico (Unidade 1), aflorante no eixo do canal entre os aquedutos Casemiro e Serra Nova.**





**Migmatito (Unidade 2) exibindo estruturas dobrada e “schlieren”, cortado por veio pegmatóide, aflorante no eixo do canal nas proximidades do aqueduto Cipó.**



**Biotita-hornblenda gnaissse bandado com alguma granada (Unidade 2), aflorante no eixo do canal entre a barragem Caiçara e o aqueduto São Joaquim.**



**Biotita gnaiss bandado (Unidade 2) intensamente fraturado, cortado por veios pegmatóides, aflorante em zona de falha próximo ao aqueduto Taboca de Cima.**





**RELAÇÃO DE SONDAGENS POR OBRA**

<b>OBRA</b>	<b>SONDAGENS</b>
<b>Canal</b>	SRD-12
<b>Aqueduto Cipó</b>	SRD-13
<b>Aqueduto Bom Jardim</b>	SRD-14
<b>Túnel Serra da Areia</b>	SRD-15; SRD-16
<b>Canal</b>	SRD-17
<b>Barragem Várzea Grande</b>	SR-18; SRD-19; SRD-20; SRD-21
<b>UHE Salgado I</b>	SR-26; SR-27; SR-34; SR-35
<b>Canal</b>	SRD-36
<b>UHE Salgado II</b>	SR-37; SRD-38; SRD-39

**SR** – sondagem rotativa

**SRD** – sondagem destrutiva com televisamento

DATA	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO	ESTACA: ---	N: 9.225.849	SRD-12
INÍCIO: 05/05/2003	LOCAL: TRECHO III CANAL	AFAST. ---	E: 537.659	
TÉRMINO: 05/05/2003			COTA: 392,00 m INCL./RUMO: 0°/-	

DATA E NA(m)	PROF. (m)	PERFIL	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	Ø E REV.	GRAU DE ALTERAÇ.	GRAU DE FRATURAMENTO N° DE FRAT./m	ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA - l / min. / m											Prof. de Cava esp. (res. máx.)	PROF. TRECHO (m)	
							PRESSÃO EFETIVA kg/cm²	0.1	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10
05/05/2003	1,00		SOLO RESIDUAL	5"			F5												H1	
	2,00		ARGILA SILTOSA, POUCO ARENOSA, COESA, PLÁSTICA, MARROM AVERMELHADO.																	
	6,00		SAPROLITO, DE GRANULAÇÃO MÉDIA, MEDIANAMENTE ALTERADO, C/PRESENÇA DE ARGILÓ-MINE-RAIS ESVERDEADOS, QUARTZO E BIOTITA.																	
	10,00		BIOTITA-GNAISSE, MEDIANAMENTE ALTERADO (A3), CINZA-ESCURO.																	
16,00			FRAG. DE ROCHA, SÃOS, CINZA-CLARO, C/QUARTZO, BIOTITAS E POUCO FELDSPATO.																	
			FURO TERMINADO C/16,00m.																	

EXECUTADO POR:   TECNOLOGIA APLICADA S.A.	 <b>FUNCATE</b>	EMITENTE		FUNCATE	
		PROJ.		PROJ.	
		DES.	MdS/FdeM	DES.	
		ESCALA:	1:100	FOLHA:	1/1
<b>PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</b>					
RESP. EDEMIR AUGUSTO DO COUTO CREIA: 0600301773		DATA: 29/05/2003		DESENHO n° - S/1096-SRD-12	

DATA INÍCIO: 01/05/2003 TÉRMINO: 01/05/2003	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO LOCAL: TRECHO III AQUEDUTO CIPÓ	ESTACA: --- AFAST. ---	N: 9.229.265 E: 528.015 COTA: 350,00 m INCL./RUMO: 0°/-	SRD-13
---	---	---------------------------	--	--------

DATA E NA(m)	PROF. (m)	PERFIL	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	Ø E REV.	GRAU DE ALTERAÇ.	GRAU DE FRATURAMENTO N° DE FRAT./m	ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA - l / min. / m																Prof. de Cava esp. (res. met.)	PROF. TRECHO (m)			
							PRESSÃO EFETIVA kg/cm²	0.1																			
SECO 01/05/2003	0,00		SOLO SAPROLÍTICO  SILTE ARENOSO, CAULÍNICO, C/FRAGMENTOS DE QUARTZO, MARROM ACINZENTADO.	5"			F5																	H1	1		
	2,00		BIOTITA-GNAISSE, DE GRANULAÇÃO MÉDIA, CINZA-CLARO, MEDIANAMENTE ALTERADO (A3)																							2	
	4,00																										3
	8,00																										
	11,00							BIOTITA-GNAISSE, DE GRANULAÇÃO MÉDIA, CINZA-CLARO, SÃO, C/NIVEIS QUARTZOSOS ENTRE 8,00 e 10,00m.																			5
14,00	BIOTITA-GNAISSE, DE GRANULAÇÃO FINA A MÉDIA, CINZA-CLARO, SÃO, C/FRAGMENTOS DE QUARTZO.																	6									
15,00	FURO TERMINADO C/15,00m.																	7									
																	8										
																	9										
																	10										
																	11										
																	12										
																	13										
																	14										
																	15										

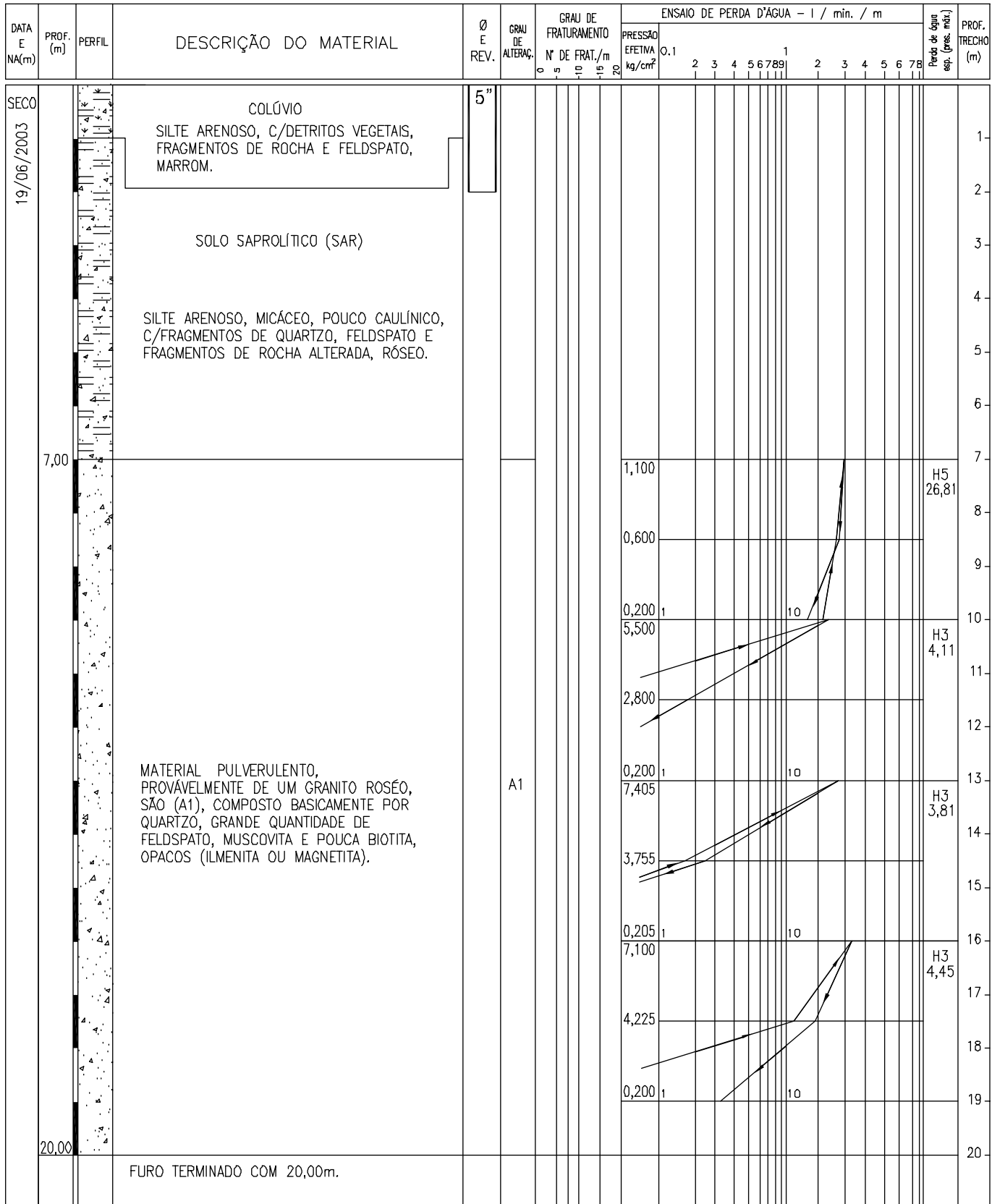
EXECUTADO POR:  <b>ALPHAGEOS</b> TECNOLOGIA APLICADA S.A.		EMITENTE		FUNCATE	
		PROJ.		PROJ.	
RESP. EDEMIR AUGUSTO DO COUTO CREA: 0600301773	<b>FUNCATE</b>	DES.	MdS/FdeM	DES.	
		ESCALA: 1:100		FOLHA: 1/1	REV. Ø
		<b>PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</b>			
		DATA: 30/05/2003	DESENHO n° - S/1096-SRD-13		







DATA INÍCIO: 19/06/2003 TÉRMINO: 19/06/2003	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO LOCAL: TRECHO III TÚNEL SERRA DA AREIA	ESTACA: --- AFAST. ---	N: 9.235.952 E: 526.893 COTA: 401,00 m INCL./RUMO: 0°/-	SRD-16
---	--	---------------------------	--	--------



EXECUTADO POR:

**ALPHAGEOS**  
TECNOLOGIA APLICADA S.A.

RESP.  
EDEMIR AUGUSTO DO COUTO  
CREA: 0600301773

**FUNCATE**

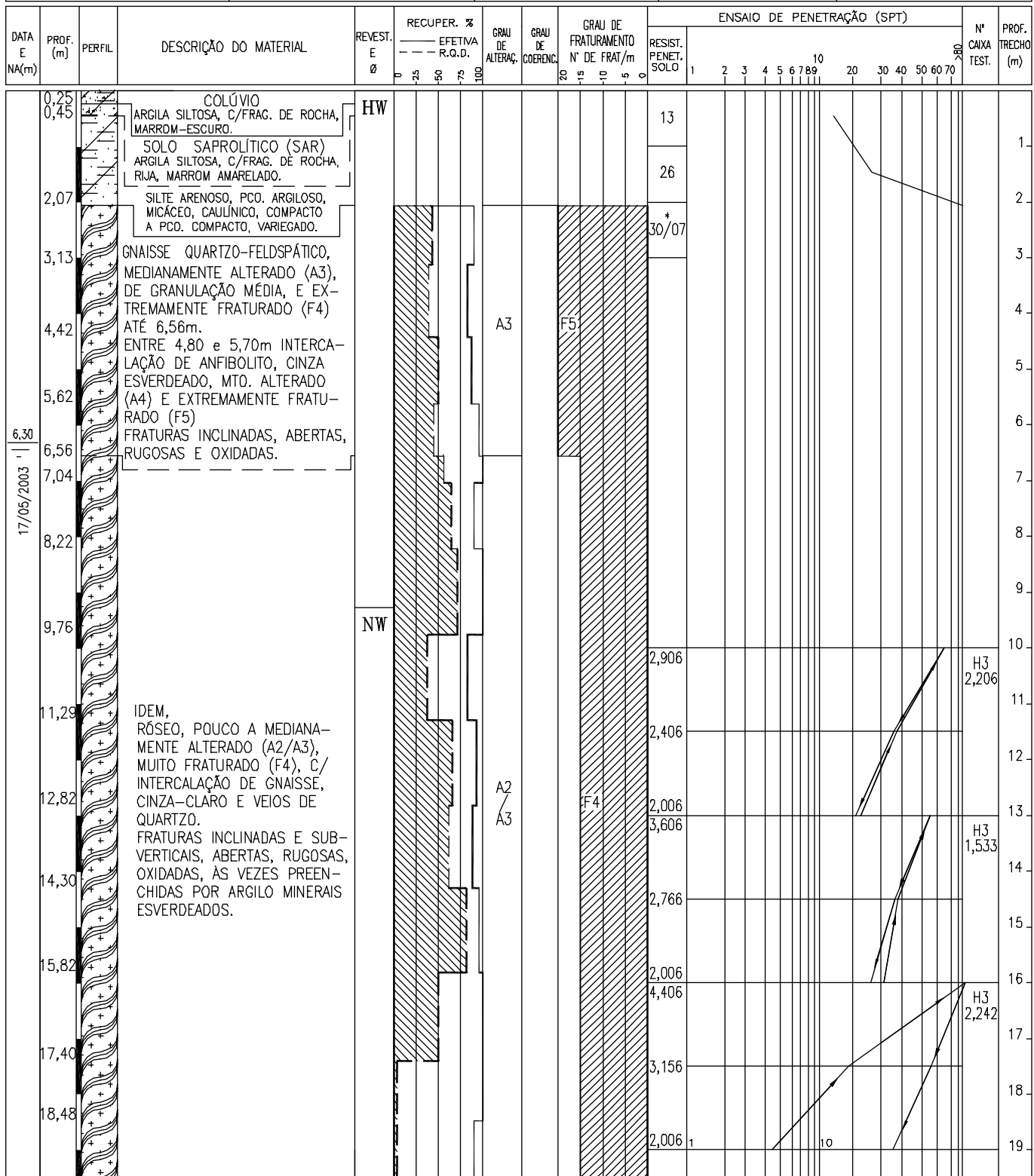
EMITENTE		FUNCATE	
PROJ.		PROJ.	
DES.	<i>Clemerson</i>	DES.	
ESCALA:	1:100	FOLHA:	1/1
		REV.	Ø
<b>PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</b>			
DATA:	21/07/2003	DESENHO n° -	S/1096-SRD-16

DATA		OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO	ESTACA: ---	N: 9.241.344	SRD-17
INÍCIO:	14/06/2003	LOCAL: TRECHO III CANAL	AFAST. ---	E: 519.857	
TÉRMINO:	14/06/2003				
				INCL./RUMO: 0°/-	

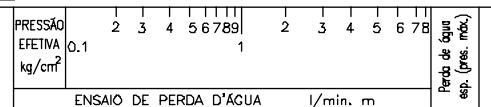
DATA E NA(m)	PROF. (m)	PERFIL	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	Ø E REV.	GRAU DE ALTERAÇ.	GRAU DE FRATURAMENTO N° DE FRAT./m	ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA - l / min. / m												PROF. TRECHO (m)						
							PRESSÃO EFETIVA kg/cm²	0.1																	
14/06/2003	1,00		COLÓVIO ARGILA SILTOSA, C/FRAGMENTOS DE ROCHA, MARROM-ESCURO.	5"																					
	12,00		BIOTITA-GNAISSE (FRAGMENTOS), SÃO, C/INTERCALAÇÕES CINZA E ROSA, BANHADAS DE QUARTZO-FELDSPATO, RÓSEO.																						
			FURO TERMINADO COM 12,00m.																						

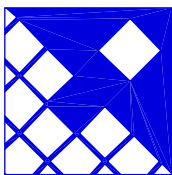

EXECUTADO POR:  TECNOLOGIA APLICADA S.A.	  <b>FUNCATE</b>	EMITENTE		FUNCATE	
		PROJ.		PROJ.	
		DES.	<i>Clemerson</i>	DES.	
ESCALA: 1:100		FOLHA: 1/1		REV. Ø	
<b>PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</b>					
RES P. EDEMIR AUGUSTO DO COUTO CREA: 0600301773		DATA: 21/07/2003		DESENHO n° - S/1096-SRD-17	

DATA	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO	ESTACA: ---	N: 9.240.830	<b>SR-18</b>
INÍCIO: 01/06/2003	LOCAL: TRECHO III BAR. VÁRZEA GRANDE	AFAST. ---	E: 513.673	
TÉRMINO: 07/06/2003			COTA: 362,50 m	
			INCL./RUMO: 0°/-	

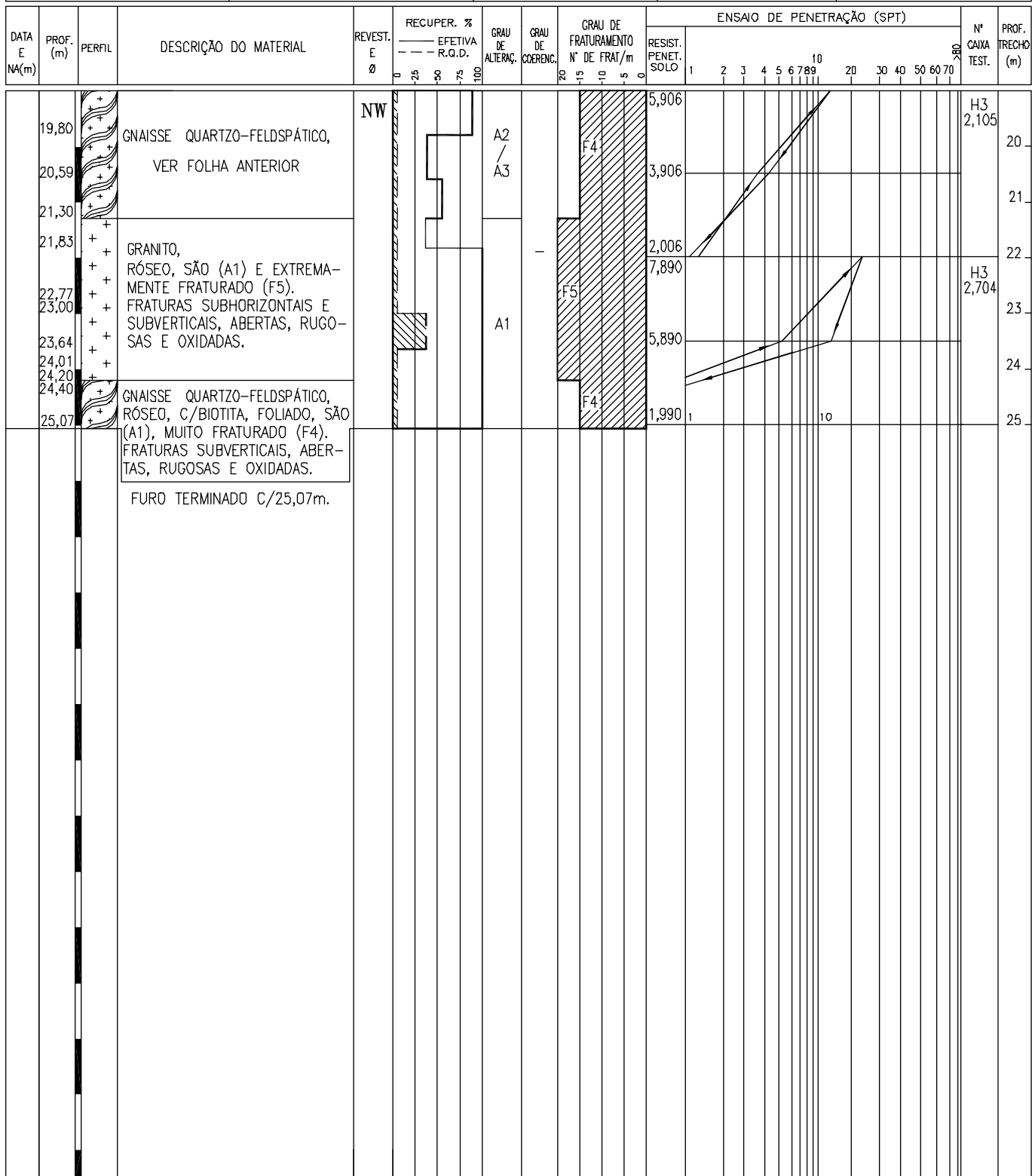


NOTAS: \* SPT - PARA OS PRIMEIROS 15cm.

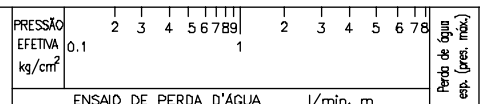


EXECUTADO POR:	 <b>FUNCATE</b>	EMITENTE		FUNCATE	
 <b>ALPHAGEOS</b> TECNOLOGIA APLICADA S.A.		PROJ.		PROJ.	
		DES.	FdeM	DES.	
		ESCALA:	1:100	FOLHA:	1/2
<b>PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</b>					
R.E.S.P. EDEMIR AUGUSTO DO COUTO CREA: 0600301773		DATA: 18/06/2003		DESENHO n° - S/1096-18	

DATA	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO	ESTACA: ---	N: 9.240.830	SR-18
INÍCIO: 01/06/2003	LOCAL: TRECHO III BAR. VÁRZEA GRANDE	AFAST. ---	E: 513.673	
TÉRMINO: 07/06/2003			COTA: 362,50 m	
			INCL./RUMO: 0°/-	

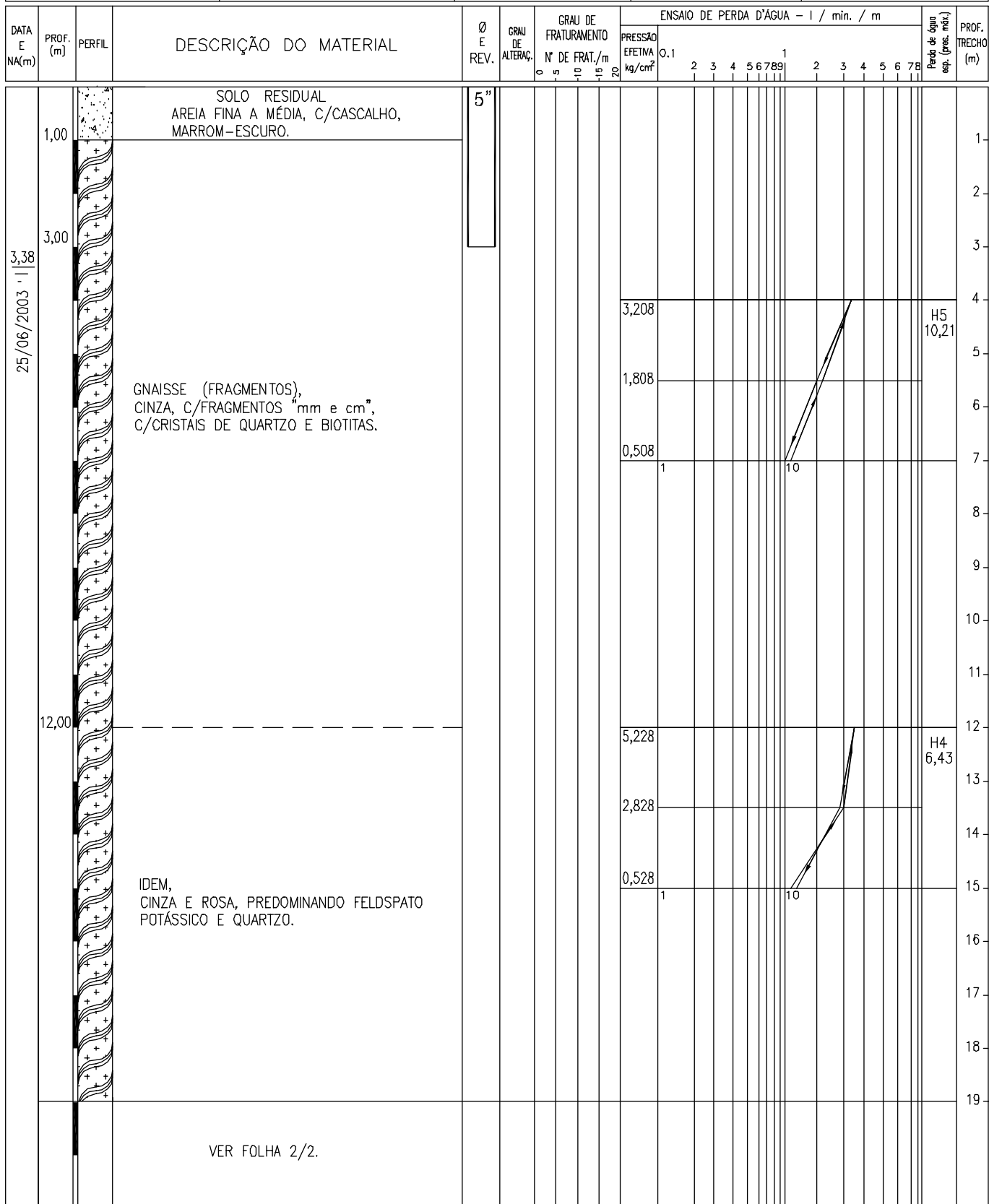


NOTAS:



EXECUTADO POR:  <b>ALPHAGEOS</b> TECNOLOGIA APLICADA S.A.		EMITENTE		FUNCATE	
		PROJ.	FdeM	PROJ.	
RESP. EDEMIR AUGUSTO DO COUTO CREA: 0600301773	<b>FUNCATE</b>	DES.		DES.	
		ESCALA: 1:100		FOLHA: 2/2	REV. Ø
<b>PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</b>					
DATA: 18/06/2003			DESENHO n° - S/1096-18		

DATA INÍCIO: 10/05/2003 TÉRMINO: 10/05/2003	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO LOCAL: TRECHO III BAR. VÁRZEA GRANDE	ESTACA: --- AFAST. ---	N: 9.240.872 E: 513.458 COTA: 297,00 m INCL./RUMO: 0°/-	SRD-19
---	--	---------------------------	--	--------



EXECUTADO POR:  <b>ALPHAGEOS</b> TECNOLOGIA APLICADA S.A.		EMITENTE		FUNCATE	
		PROJ.	DES. MdS/FdeM	PROJ.	DES.
RESP. EDEMIR AUGUSTO DO COUTO CREA: 0600301773	<b>FUNCATE</b>	ESCALA: 1:100	FOLHA: 1/2		REV. Ø
<b>PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</b>					
		DATA: 30/05/2003	DESENHO n° - S/1096-SRD-19		

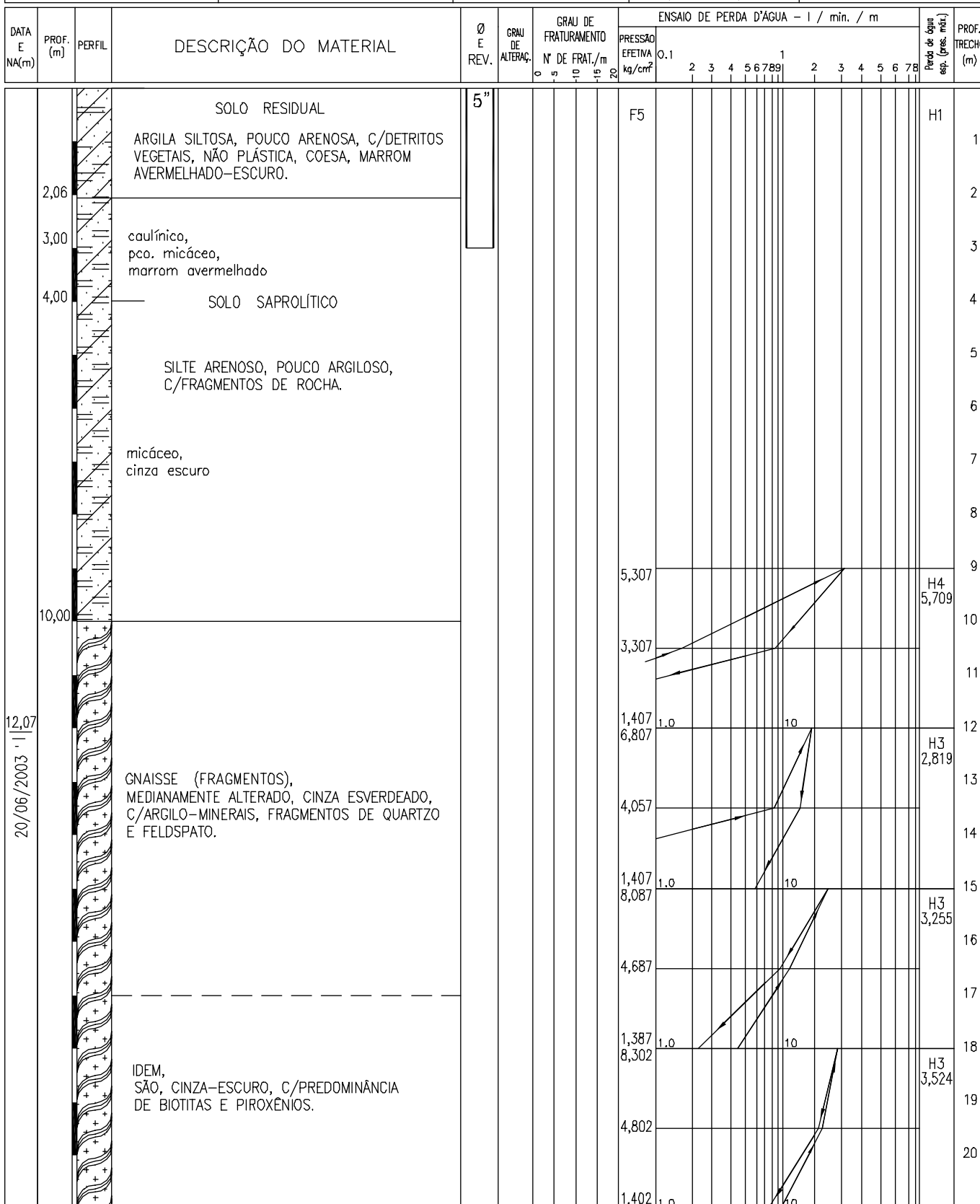


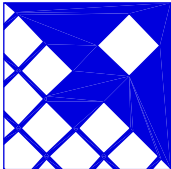
DATA	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO	ESTACA: ---	N: 9.240.872,72 E: 513.458,43	SRD-19
INÍCIO: 10/05/2003	LOCAL: TRECHO II e III BAR. VÁRZEA GRANDE	AFAST. ---	COTA: --- m	
TÉRMINO: 10/05/2003			INCL./RUMO: 0°/-	

DATA E NA(m)	PROF. (m)	PERFIL	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	Ø E REV.	GRAU DE ALTERAÇ.	GRAU DE FRATURAMENTO Nº DE FRAT./m	ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA - l / min. / m											PROF. TRECHO (m)																			
							PRESSÃO EFETIVA kg/cm <sup>2</sup>	0.1	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	Perda de água esp. (res. máx.)																	
			GNAISSE (FRAGMENTOS), CINZA E ROSA, PREDOMINANDO FELDSPATO POTÁSSICO E QUARTZO.	5"			8,733																H1 0,00	20													
							4,583	PERDA NULA												21																	
							0,533																	22													
																								23													
																								24													
																								25													
			FURO TERMINADO C/25,00m.																																		
<table border="1"> <tr><th colspan="2">LAVAGEM POR TEMPO</th></tr> <tr><td colspan="2">Trecho: 0,84m a 0,85m</td></tr> <tr><th>Tempo (min)</th><th>Avanço (m)</th></tr> <tr><td>10</td><td>0,01</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,00</td></tr> </table>				LAVAGEM POR TEMPO		Trecho: 0,84m a 0,85m		Tempo (min)	Avanço (m)	10	0,01	10	0,00	10	0,00																						
LAVAGEM POR TEMPO																																					
Trecho: 0,84m a 0,85m																																					
Tempo (min)	Avanço (m)																																				
10	0,01																																				
10	0,00																																				
10	0,00																																				

EXECUTADO POR:		 <b>FUNCATE</b>	EMITENTE		FUNCATE	
 TECNOLOGIA APLICADA S.A.			PROJ.	PROJ.	DES.	DES.
RESP. EDEMIR AUGUSTO DO COUTO CREA: 0600301773			DES. <i>MdS/FdeM</i>	ESCALA: 1:100	FOLHA: 2/2	REV. Ø
<b>PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</b>						
			DATA: 30/05/2003	DESENHO n' - S/1096-SRD-19		

DATA	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO	ESTACA: ---	N: 9.240.914	<b>SRD-20</b>
INÍCIO: 10/05/2003	LOCAL: TRECHO III BAR. VÁRZEA GRANDE	AFAST. ---	E: 513.207	
TÉRMINO: 10/05/2003			COTA: 308,50 m INCL./RUMO: 0°/-	



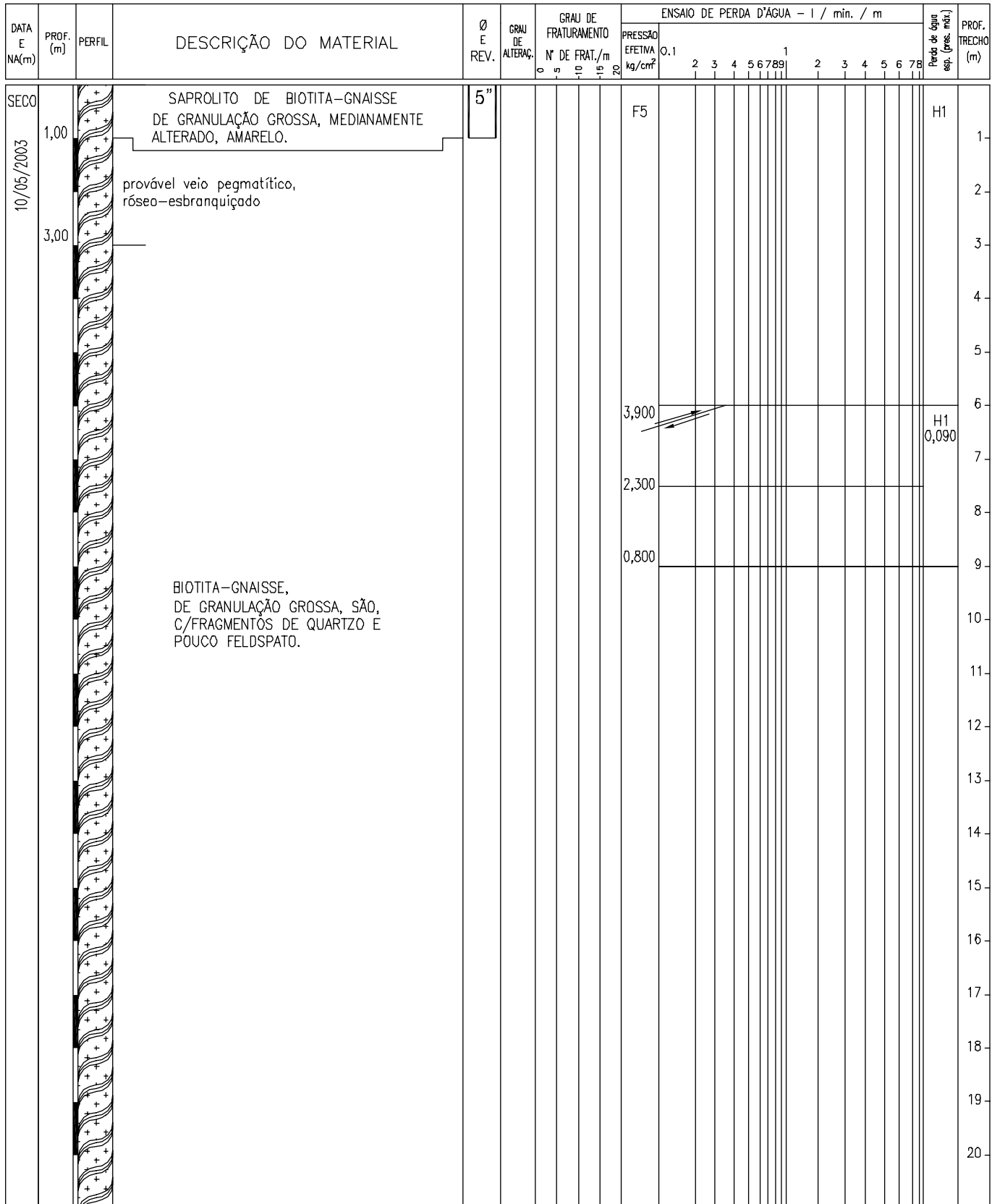
EXECUTADO POR:		EMITENTE		FUNCATE	
<b>ALPHAGEOS</b> TECNOLOGIA APLICADA S.A.		PROJ. FdeM		PROJ.	
RESP. EDEMIR AUGUSTO DO COUTO CREA: 0600301773		DESC. FdeM		DESC.	
		ESCALA: 1:100		FOLHA: 1/2 REV. Ø	
		<b>PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</b>			
		DATA: 30/05/2003		DESENHO n° - S/1096-SRD-20	

DATA		OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO	ESTACA: ---	N: 9.240.914	<b>SRD-20</b>
INÍCIO: 10/05/2003		LOCAL: TRECHO III BAR. VÁRZEA GRANDE	AFAST. ---	E: 513.207	
TÉRMINO: 10/05/2003				COTA: 308,50 m INCL./RUMO: 0°/-	

DATA E NA(m)	PROF. (m)	PERFIL	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	Ø E REV.	GRAU DE ALTERAÇ.	GRAU DE FRATURAMENTO Nº DE FRAT./m	ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA - l / min. / m												Prof. de esp. (nos. máx.)	PROF. TRECHO (m)		
							PRESSÃO EFETIVA kg/cm²	0.1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2			3	4
	25,00		GNAISSE (FRAGMENTOS), SÃO, CINZA-ESCURO, C/PREDOMINÂNCIA DE BIOTITAS E PIROXÊNIOS.	5"		F1		9,297													H2 0,161	22
			FURO TERMINADO C/25,00m.		A1	F1		5,297														23
								1,397														24
																						25

EXECUTADO POR:		 <b>FUNCATE</b>		EMITENTE		FUNCATE	
 <b>ALPHAGEOS</b> TECNOLOGIA APLICADA S.A.				PROJ.		PROJ.	
				DES.	FdeM	DES.	
		ESCALA:	1:100	FOLHA:	2/2	REV.	Ø
<b>PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</b>				DATA: 30/05/2003		DESENHO n° - S/1096-SRD-20	
RESP. EDEMIR AUGUSTO DO COUTO CREA: 0600301773							

DATA INÍCIO: 10/05/2003 TÉRMINO: 10/05/2003	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO LOCAL: TRECHO III BAR. VÁRZEA GRANDE	ESTACA: --- AFAST. ---	N: 9.240.959 E: 512.973 COTA: 355,50 m INCL./RUMO: 0°/-	SRD-21
---	--	---------------------------	--	--------



EXECUTADO POR:				EMITENTE		FUNCATE	
				PROJ.		PROJ.	
TECNOLOGIA APLICADA S.A.		DES.	MdS/FdeM	DES.			
RESP. EDEMIR AUGUSTO DO COUTO CREA: 0600301773		ESCALA:	1:100	FOLHA:	1/2	REV.	Ø
PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO							
DATA:				30/05/2003		DESENHO n° - S/1096-SRD-21	

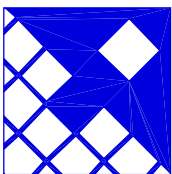
DATA	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO	ESTACA: ---	N: 9.240.959	SRD-21
INÍCIO: 10/05/2003	LOCAL: TRECHO III BAR. VÁRZEA GRANDE	AFAST. ---	E: 512.973	
TÉRMINO: 10/05/2003			COTA: 355,50 m	
			INCL./RUMO: 0°/-	

DATA E NA(m)	PROF. (m)	PERFIL	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	Ø E REV.	GRAU DE ALTERAÇÃO	GRAU DE FRATURAMENTO Nº DE FRAT./m	ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA - l / min. / m											Prof. de Côm. esp. (pres. máx.)	PROF. TRECHO (m)				
							PRESSÃO EFETIVA kg/cm <sup>2</sup>	0.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
	23,00		BIOTITA-GNAISSE, DE GRANULAÇÃO GROSSA, SÃO, C/FRAGMENTOS DE QUARTZO E POUCO FELDSPATO.  provável veio pegmatítico, rôseo-esbranquiado	5"	A1	F1	9,160															H3 3,795	22
	25,00		FURO TERMINADO C/25,00m.				6,760																23
							2,260	1.0															24
																							25

EXECUTADO POR:

**ALPHAGEOS**  
TECNOLOGIA APLICADA S.A.

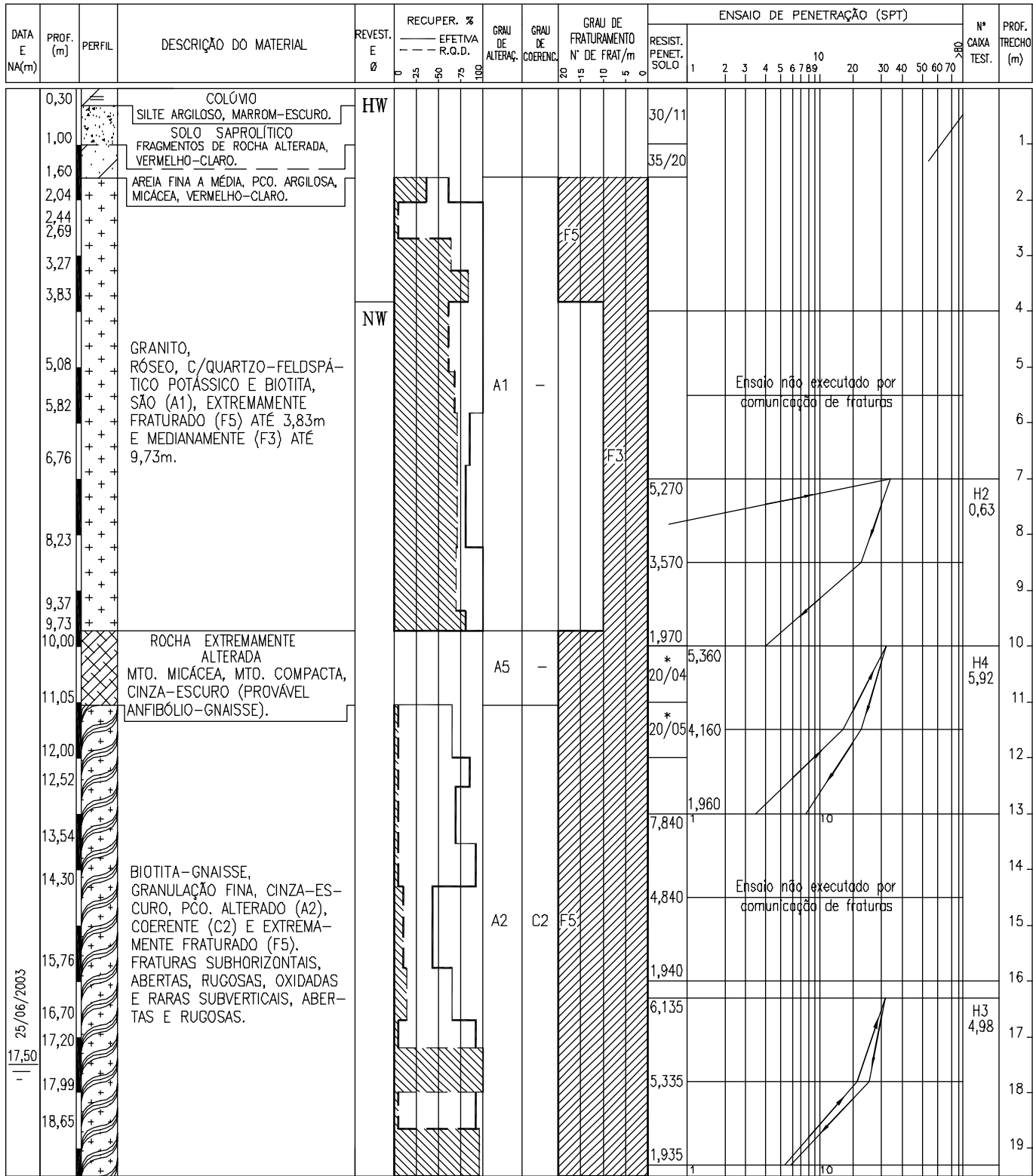
RESP.  
EDEMIR AUGUSTO DO COUTO  
CREA: 0600301773



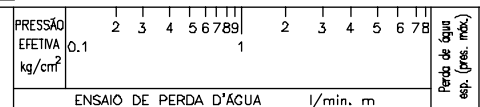
**FUNCATE**


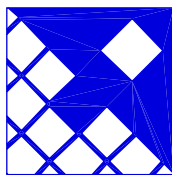
EMITENTE		FUNCATE	
PROJ.		PROJ.	
DES.	MdS/FdeM	DES.	
ESCALA:	1:100	FOLHA:	2/2
		REV.	Ø
<b>PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</b>			
DATA:	30/05/2003	DESENHO n' -	S/1096-SRD-21

DATA	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO	ESTACA: ---	N: 9.241.345 E: 512.078	SR-26
INÍCIO: 16/06/2003	LOCAL: TRECHO III UHE SALGADO I	AFAST. ---	COTA: 384,00 m	
TÉRMINO: 20/06/2003			INCL./RUMO: 0°/-	



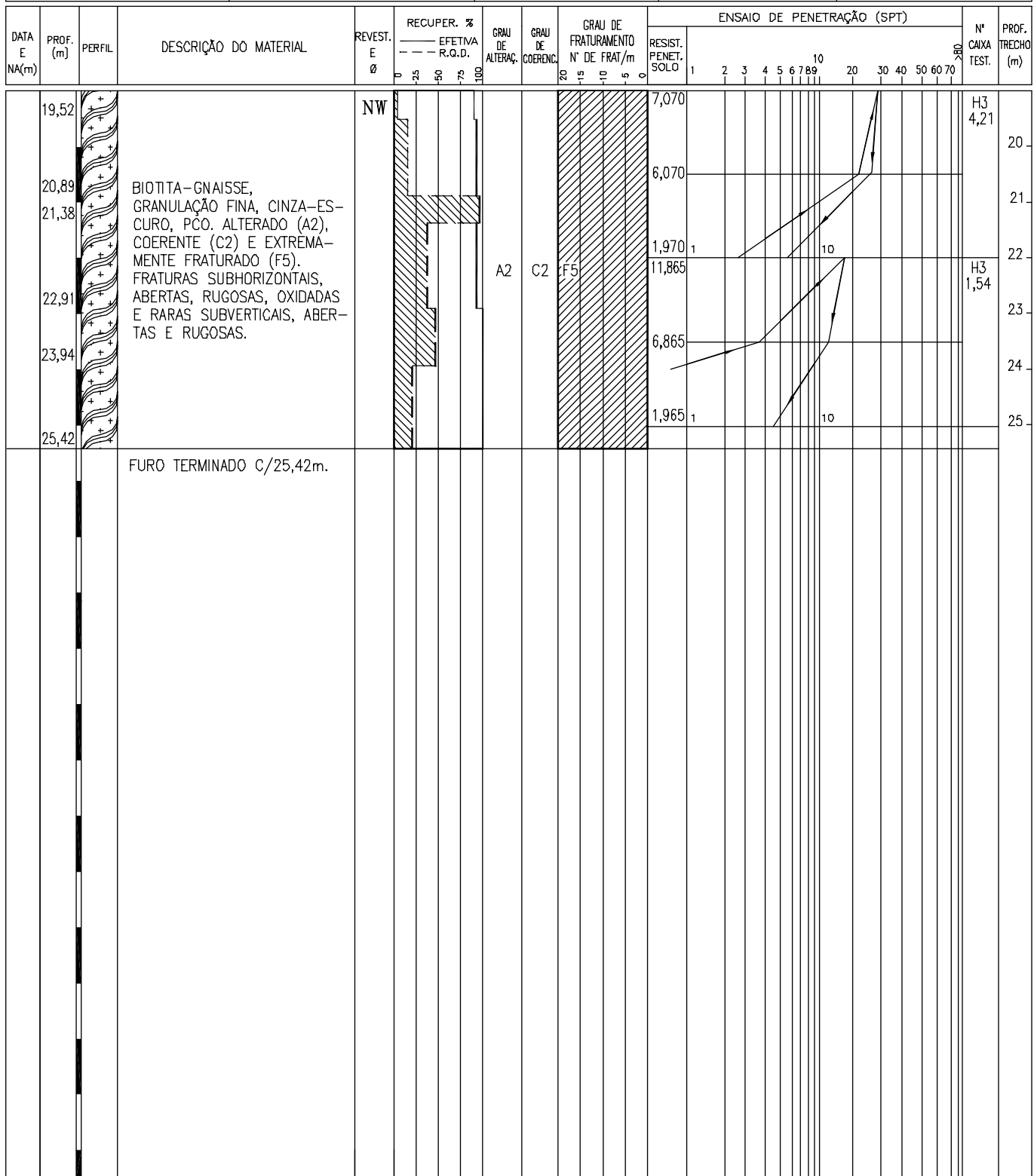
NOTAS: \* SPT - PARA OS PRIMEIROS 15cm.



EXECUTADO POR:    R.E.S.P. EDEMIR AUGUSTO DO COUTO CREA: 0600301773	  <b>FUNCATE</b>	EMITENTE		FUNCATE	
		PROJ.		PROJ.	
		DES.	MdS/FdeM	DES.	
		ESCALA:	1:100	FOLHA:	1/2
<b>PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</b>					
DATA: 17/07/2003			DESENHO n° - S/1096-27		



DATA	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO	ESTACA: ---	N: 9.241.345	SR-26
INÍCIO: 16/06/2003	LOCAL: TRECHO III UHE SALGADO I	AFAST. ---	E: 512.078	
TÉRMINO: 20/06/2003			COTA: 384,00 m INCL./RUMO: 0°/-	



NOTAS:	PRESSÃO EFETIVA 0.1 kg/cm <sup>2</sup> ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA l/min. m Perda de água esp. (pres. máx)
--------	---

EXECUTADO POR:

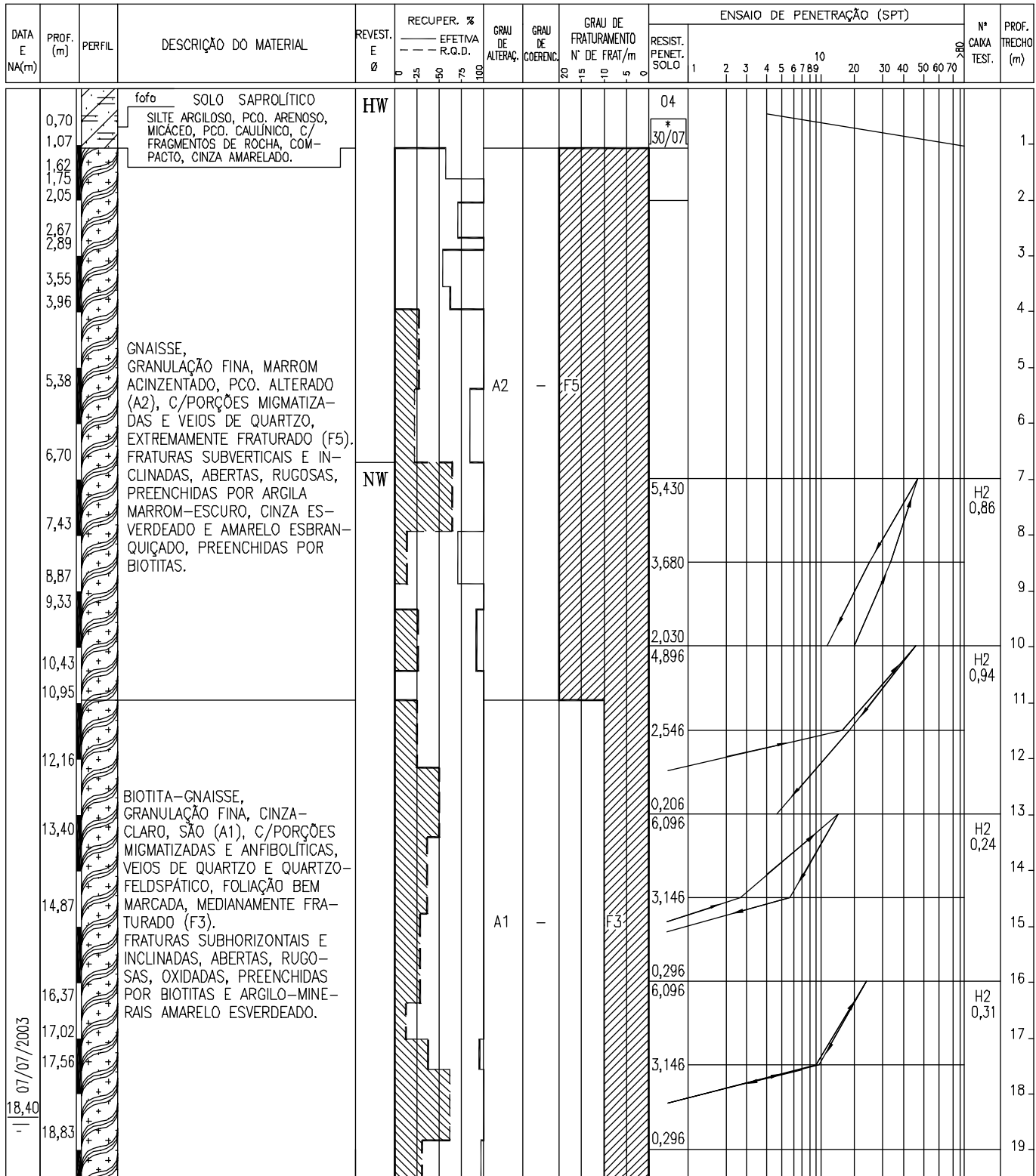
**ALPHAGEOS**  
TECNOLOGIA APLICADA S.A.

R.E.S.P.  
EDEMIR AUGUSTO DO COUTO  
CREA: 0600301773

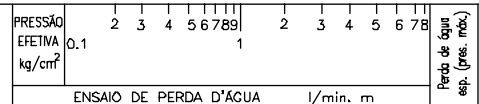
**FUNCATE**

EMITENTE		FUNCATE	
PROJ.		PROJ.	
DES.	FdeM	DES.	
ESCALA:	1:100	FOLHA:	2/2
		REV.	Ø
<b>PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</b>			
DATA:	17/07/2003	DESENHO n° -	S/1096-27

DATA	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO	ESTACA: ---	N: 9.241.240	SR-27
INÍCIO: 30/06/2003	LOCAL: TRECHO III UHE SALGADO I	AFAST. ---	E: 511.985	
TÉRMINO: 04/07/2003			COTA: 383,00 m	
			INCL./RUMO: 0°/-	

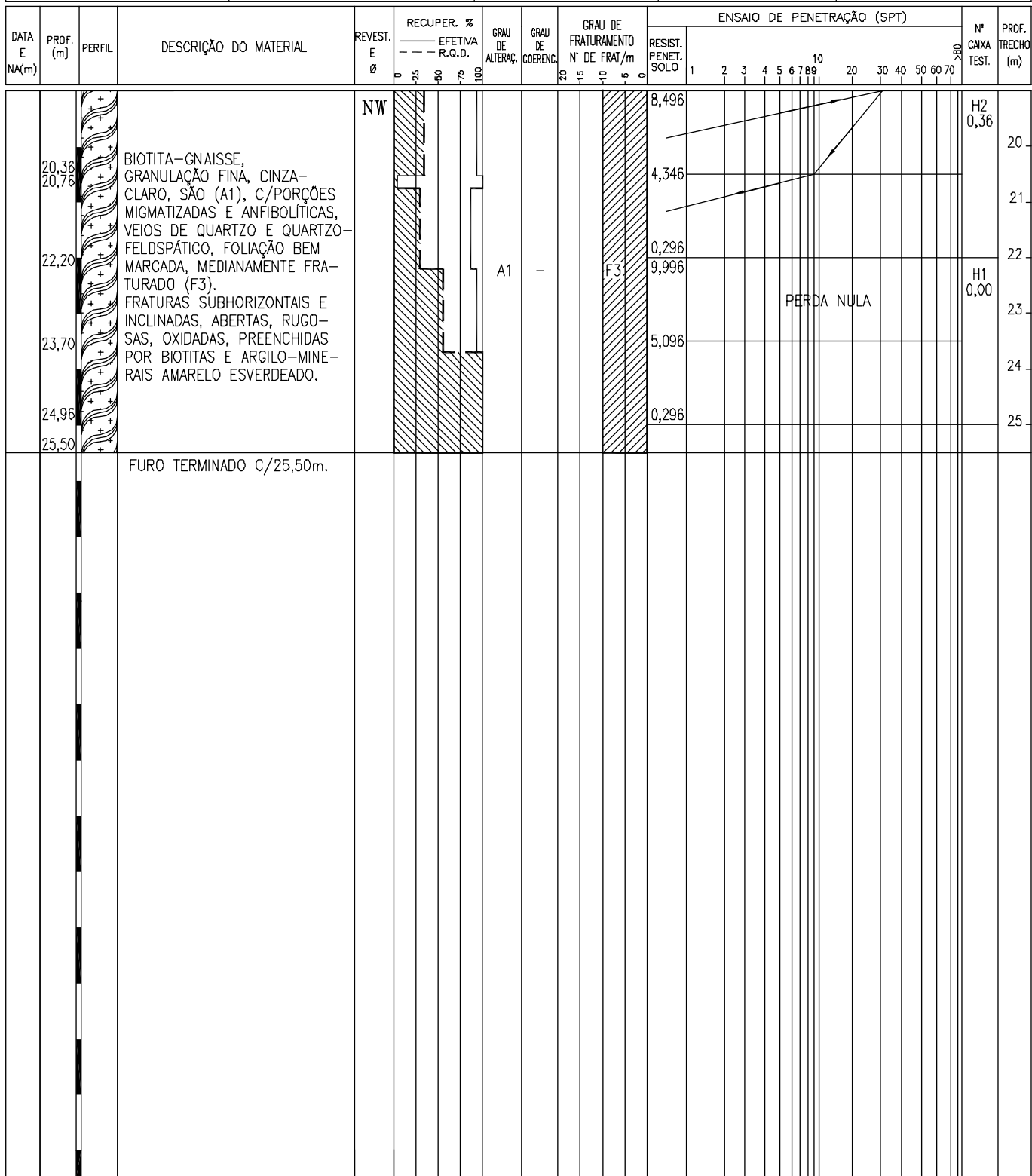


NOTAS: \* SPT - PARA OS PRIMEIROS 15cm.



<b>EXECUTADO POR:</b>   TECNOLOGIA APLICADA S.A.	 <b>FUNCATE</b>	EMITENTE		FUNCATE	
		PROJ.	FdeM	PROJ.	FdeM
		ESCALA: 1:100		FOLHA: 1/2 REV. Ø	
		PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO			
R.E.S.P. EDEMIR AUGUSTO DO COUTO CREA: 0600301773		DATA: 17/07/2003		DESENHO n° - S/1096-27	

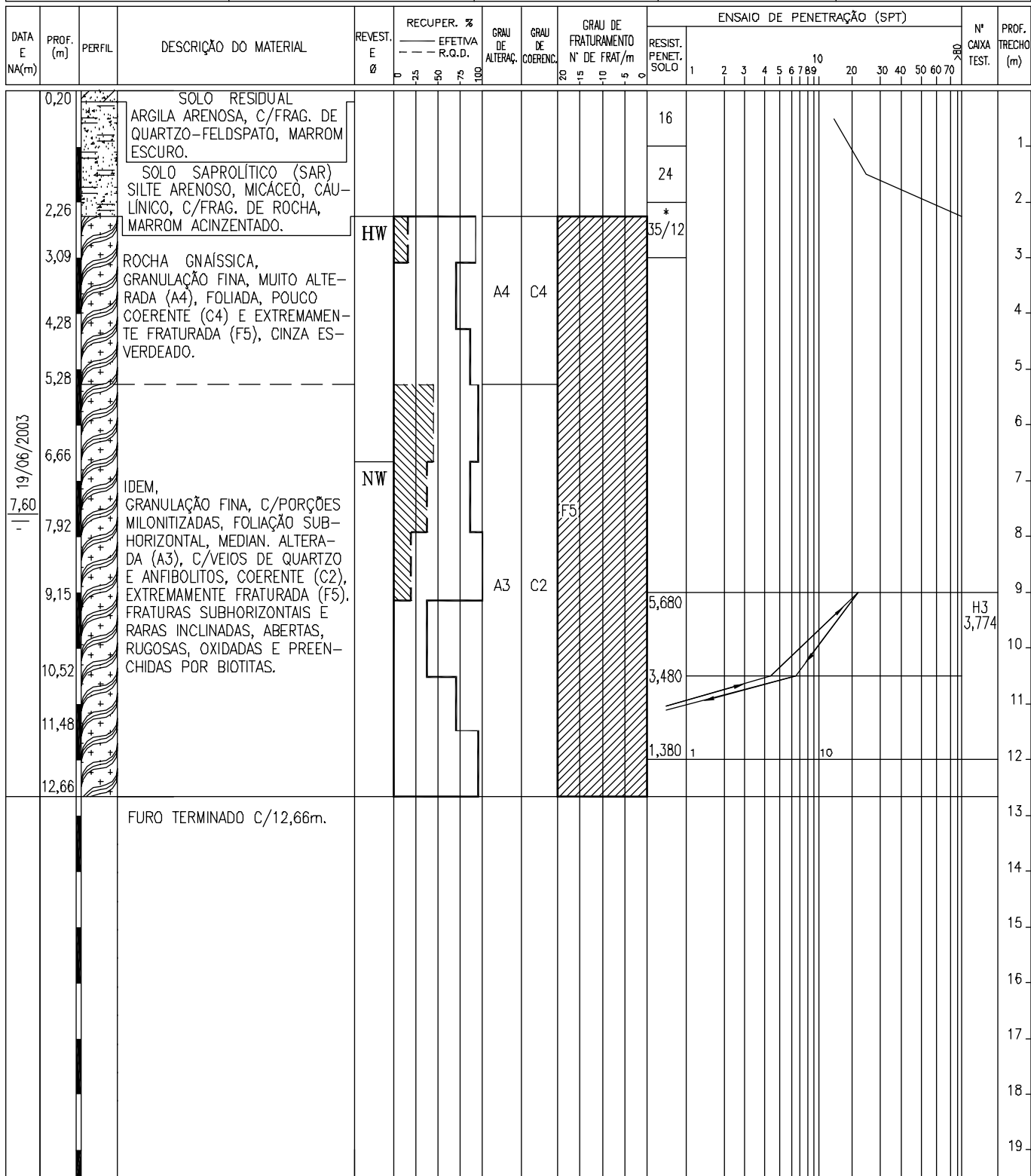
DATA	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO	ESTACA: ---	N: 9.241.240	<b>SR-27</b>
INÍCIO: 30/06/2003	LOCAL: TRECHO III UHE SALGADO I	AFAST. ---	E: 511.985	
TÉRMINO: 04/07/2003			COTA: 383,00 m INCL./RUMO: 0°/-	



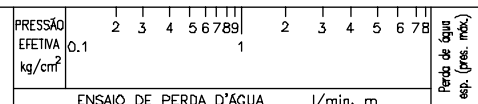
NOTAS:	<table border="1"> <tr> <td>PRESSÃO EFETIVA kg/cm<sup>2</sup></td> <td>0.1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA l/min. m</td> <td>2 3 4 5 6 7 8 9</td> <td>2 3 4 5 6 7 8</td> </tr> </table>	PRESSÃO EFETIVA kg/cm <sup>2</sup>	0.1	1	ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA l/min. m	2 3 4 5 6 7 8 9	2 3 4 5 6 7 8	Perda de água esp. (pres. máx)
PRESSÃO EFETIVA kg/cm <sup>2</sup>	0.1	1						
ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA l/min. m	2 3 4 5 6 7 8 9	2 3 4 5 6 7 8						

<b>ALPHAGEOS</b> TECNOLOGIA APLICADA S.A.		EMITENTE		FUNCATE	
		PROJ.	FdeM	PROJ.	
R.E.S.P. EDEMIAR AUGUSTO DO COUTO CREA: 0600301773	<b>FUNCATE</b>	DES.		DES.	
		ESCALA:	1:100	FOLHA:	2/2
<b>PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</b>					
DATA:			17/07/2003	DESENHO n° - S/1096-27	

DATA	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO	ESTACA: ---	N: 9.240.987	SR-34
INÍCIO: 16/06/2003	LOCAL: TRECHO III UHE SALGADO I	AFAST. ---	E: 511.781	
TÉRMINO: 19/06/2003			COTA: 314,00 m	
			INCL./RUMO: 0°/-	



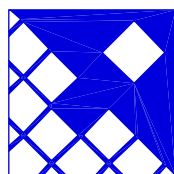
NOTAS: \* PARA OS PRIMEIROS 15cm.



EXECUTADO POR:

**ALPHAGEOS**  
TECNOLOGIA APLICADA S.A.

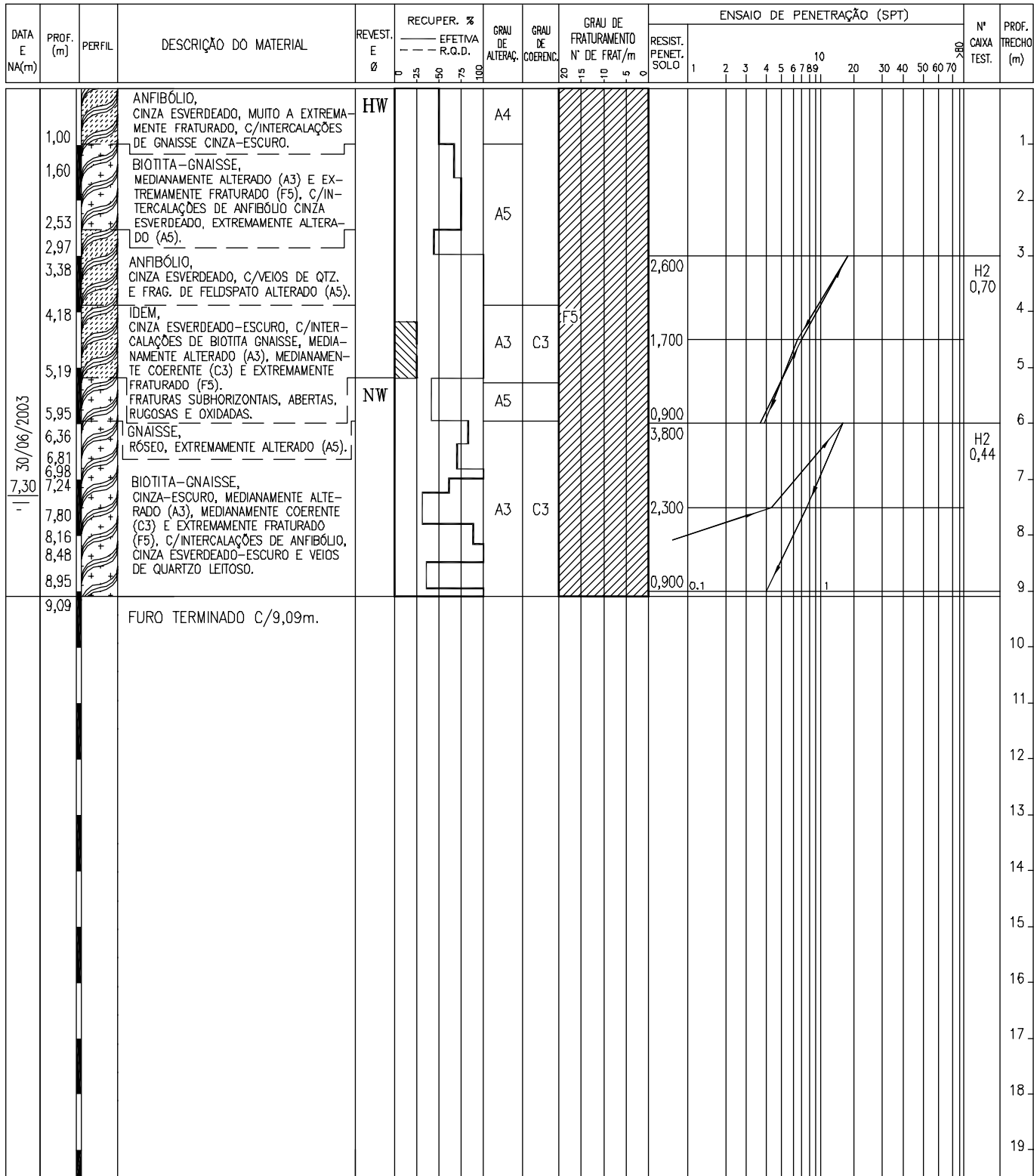
R.E.S.P.  
EDEMIR AUGUSTO DO COUTO  
CREA: 0600301773




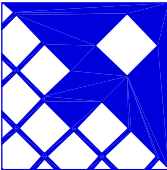
**FUNCATE**

EMITENTE		FUNCATE	
PROJ.		PROJ.	
DES.	FdeM	DES.	
ESCALA:	1:100	FOLHA:	1/2
		REV.	Ø
<b>PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</b>			
DATA:	11/06/2003	DESENHO n° -	S/1096-34

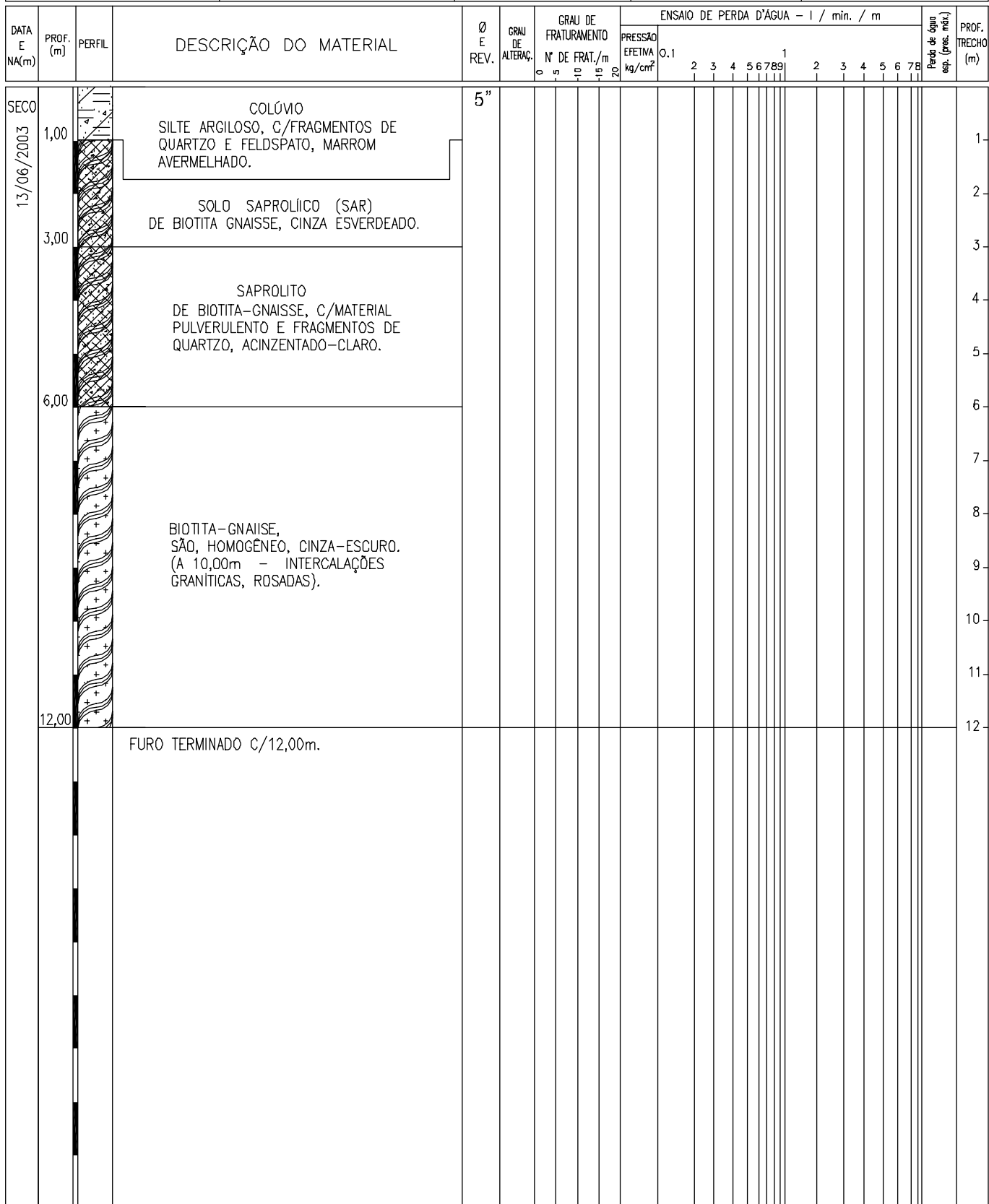
DATA	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO	ESTACA: ---	N: 9.241.007	SR-35
INÍCIO: 24/06/2003	LOCAL: TRECHO III UHE SALGADO I	AFAST. ---	E: 511.758	
TÉRMINO: 30/06/2003			COTA: 310,50 m	
			INCL./RUMO: 0°/-	



NOTAS:	PRESSÃO EFETIVA kg/cm <sup>2</sup> 0.1	2 3 4 5 6 7 8 9 1 2 3 4 5 6 7 8	Perda de água esp. (groc. m <sup>3</sup> )
		ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA l/min. m	

EXECUTADO POR:  TECNOLOGIA APLICADA S.A.	 <b>FUNCATE</b>	EMITENTE		FUNCATE	
		PROJ.	FdeM	PROJ.	
RES P. EDEMIR AUGUSTO DO COUTO CREA: 0600301773		ESCALA: 1:100		FOLHA: 1/2 REV. Ø	
<b>PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</b>					
DATA: 17/07/2003			DESENHO n° - S/1096-35		

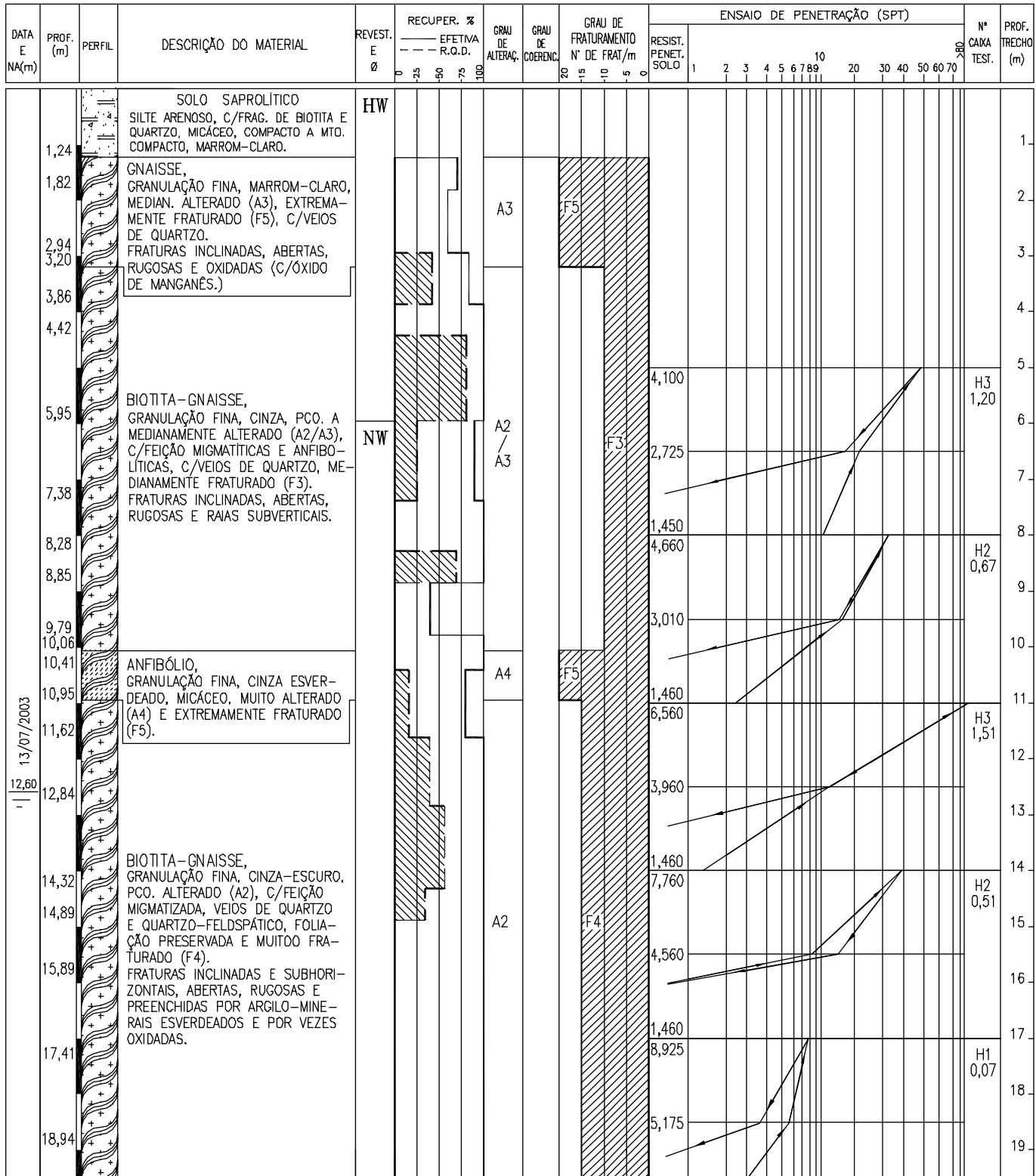
DATA	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO	ESTACA: ---	N: 9.240.500	SRD-36
	INÍCIO: 13/06/2003		LOCAL: TRECHO III CANAL	
TÉRMINO: 13/06/2003			COTA: 316,00 m	
			INCL./RUMO: 0°/-	



<p>EXECUTADO POR:</p> <p><b>ALPHAGEOS</b></p> <p>TECNOLOGIA APLICADA S.A.</p> <p>RESP. EDEMIR AUGUSTO DO COUTO CREA: 0600301773</p>	<p><b>FUNCATE</b></p>	EMITENTE		FUNCATE	
		PROJ.		PROJ.	
		DES.	Clemerson	DES.	
		ESCALA:	1:100	FOLHA:	1/1
<p>PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</p>					
DATA: 21/07/2003				DESENHO n° - S/1096-SRD-36	

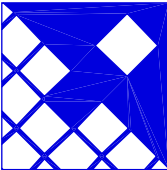



DATA	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO	ESTACA: ---	N: 9.241.720	<b>SR-37</b>
INÍCIO: 09/07/2003	LOCAL: TRECHO III UHE SALGADO II	AFAST. ---	E: 503.866	
TÉRMINO: 12/07/2003			COTA: 313,00 m	
			INCL./RUMO: 0°/-	



NOTAS:

PRESSÃO EFETIVA kg/cm <sup>2</sup>	0.1																										
ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA															l/min. m	Perda de água esp. (por. máz)											

EXECUTADO POR:	 <b>FUNCATE</b>	EMITENTE		FUNCATE	
 TECNOLOGIA APLICADA S.A.		PROJ.		PROJ.	
		DES.	FdeM	DES.	
		ESCALA:	1:100	FOLHA:	1/2
<b>PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</b>					
RES.P. EDEMIR AUGUSTO DO COUTO CREA: 0600301773		DATA:	18/07/2003	DESENHO n° -	S/1096-37

DATA	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO	ESTACA: ---	N: 9.241.720 E: 503.866	SR-37
INÍCIO: 09/07/2003	LOCAL: TRECHO III UHE SALGADO II	AFAST. ---	COTA: 313,00 m	
TÉRMINO: 12/07/2003			INCL./RUMO: 0°/-	

DATA E NA(m)	PROF. (m)	PERFIL	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	REVEST. E Ø	RECUPER. %		GRAU DE ALTERAÇÃO	GRAU DE COERÊNCIA	GRAU DE FRATURAMENTO N° DE FRAT/m	RESIST. PENET. SOLO	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (SPT)											N° CAIXA TEST.	PROF. TRECHO (m)				
					EFETIVA	R.Q.D.					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20			30	40	50	60
	20,36		BIOTITA-GNAISSE, VER FOLHA ANTERIOR.	NW			A2	-	F4	1,525																H1 0,07	20
			FURO TERMINADO C/20,36m.																								21

NOTAS:	<table border="1"> <tr> <td>PRESSÃO EFETIVA kg/cm²</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA l/min. m</td> <td></td> </tr> </table>	PRESSÃO EFETIVA kg/cm²	0.1	ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA l/min. m		<table border="1"> <tr> <td>Perda de água esp. (pres. máx)</td> <td></td> </tr> </table>	Perda de água esp. (pres. máx)	
PRESSÃO EFETIVA kg/cm²	0.1							
ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA l/min. m								
Perda de água esp. (pres. máx)								

EXECUTADO POR:

TECNOLOGIA APLICADA S.A.

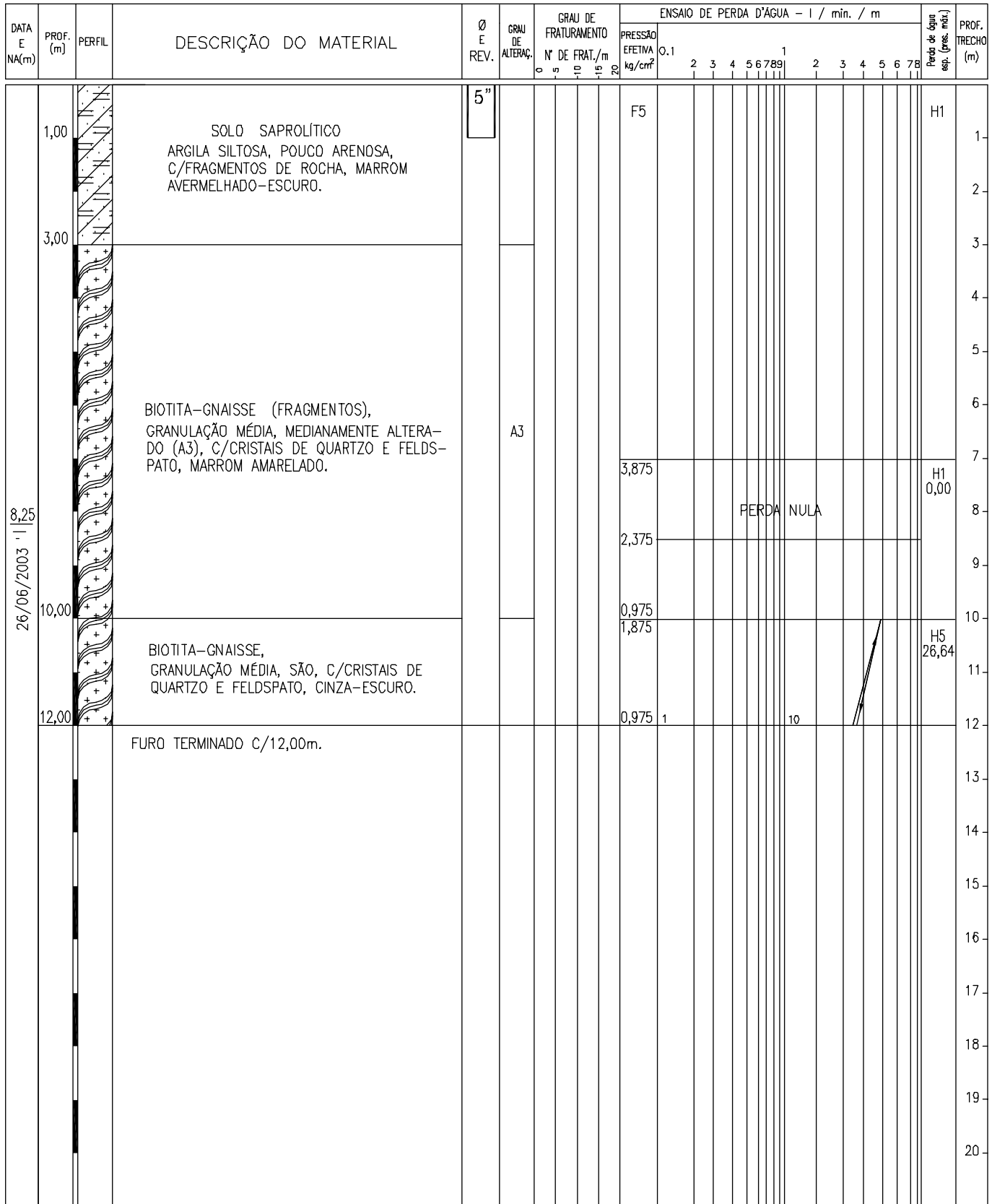
---

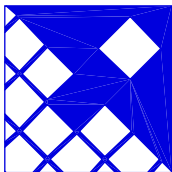

RESP.  
EDEMIR AUGUSTO DO COUTO  
CREA: 0600301773

**FUNCATE**

EMITENTE		FUNCATE	
PROJ.		PROJ.	
DES.	FdeM	DES.	
ESCALA:	1:100	FOLHA:	2/2
		REV.	Ø
PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO			
DATA:	18/07/2003	DESENHO n° -	S/1096-37

DATA	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO	ESTACA: ---	N: 9.241.772	SRD-38
INÍCIO: 20/05/2003	LOCAL: TRECHO III UHE SALGADO II	AFAST. ---	E: 503.688	
TÉRMINO: 20/05/2003			COTA: 247,00 m	
			INCL./RUMO: 0°/-	



EXECUTADO POR:		 <b>FUNCATE</b>	EMITENTE				FUNCATE			
 <b>ALPHAGEOS</b> TECNOLOGIA APLICADA S.A.			PROJ.		PROJ.		DES.	FdeM	DES.	
			ESCALA:	1:100	FOLHA:	1/1	REV.	Ø		
			<b>PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</b>							
RESP.		DATA:		DESENHO n° -						
EDEMIR AUGUSTO DO COUTO CREA: 0600301773		03/06/2003		S/1096-SRD-38						

DATA	OBRA: TRANSPOSIÇÃO RIO SÃO FRANCISCO	ESTACA: ---	N: 9.241.800	SRD-39
INÍCIO: 20/05/2003	LOCAL: TRECHO III	AFAST. ---	E: 503.698	
TÉRMINO: 20/05/2003	UHE SALGADO II		COTA: 249,00 m	
			INCL./RUMO: 0°/-	

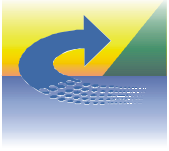
DATA E NA(m)	PROF. (m)	PERFIL	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	Ø E REV.	GRAU DE ALTERAÇÃO	GRAU DE FRATURAMENTO Nº DE FRAT./m	ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA - l / min. / m														Prof. de Comp. esp. (res. mec.)	PROF. TRECHO (m)																
							PRESSÃO EFETIVA kg/cm²	0.1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			13	14	15	16	17	18	19	20								
	2,00		SOLO RESIDUAL SILTE ARGILOSO, POUCO ARENOSO, C/FRAGMENTOS DE QUARTZO, MAR- ROM-ESCURO.	5"			F5																														H1	1
	6,00		BIOTITA-GNAISSE (FRAGMENTOS), DE GRANULAÇÃO MÉDIA A GROSSA, MEDIANA- MENTE ALTERADO, C/CRISTAIS DE QUARTZO E FELDSPATO-POTÁSSICO, MARRON-AMARE- LADO.				4,450																													H1	2	
	8,90		IDEM, GRANULAÇÃO MÉDIA, SÃO, CINZA-CLARO, C/PORÇÕES DE FELDSPATO RÓSEO.				2,700																													H1	3	
27/06/2003			IDEM, GRANULAÇÃO MÉDIA, SÃO, CINZA-CLARO, C/PORÇÕES DE FELDSPATO RÓSEO.				1,050																													H1	4	
	14,00		IDEM, GRANULAÇÃO MÉDIA, SÃO, CINZA-CLARO, C/PORÇÕES DE FELDSPATO RÓSEO.				4,450																													H1	5	
			IDEM, GRANULAÇÃO MÉDIA, SÃO, CINZA-CLARO, C/PORÇÕES DE FELDSPATO RÓSEO.				2,700																													H1	6	
			IDEM, GRANULAÇÃO MÉDIA, SÃO, CINZA-CLARO, C/PORÇÕES DE FELDSPATO RÓSEO.				1,050																													H1	7	
			IDEM, GRANULAÇÃO MÉDIA, SÃO, CINZA-CLARO, C/PORÇÕES DE FELDSPATO RÓSEO.				8,750																													H1	8	
			IDEM, GRANULAÇÃO MÉDIA, SÃO, CINZA-CLARO, C/PORÇÕES DE FELDSPATO RÓSEO.				3,350																													H1	9	
			IDEM, GRANULAÇÃO MÉDIA, SÃO, CINZA-CLARO, C/PORÇÕES DE FELDSPATO RÓSEO.				1,050																													H1	10	
			IDEM, GRANULAÇÃO MÉDIA, SÃO, CINZA-CLARO, C/PORÇÕES DE FELDSPATO RÓSEO.																																	H1	11	
			IDEM, GRANULAÇÃO MÉDIA, SÃO, CINZA-CLARO, C/PORÇÕES DE FELDSPATO RÓSEO.																																	H1	12	
			IDEM, GRANULAÇÃO MÉDIA, SÃO, CINZA-CLARO, C/PORÇÕES DE FELDSPATO RÓSEO.																																	H1	13	
			IDEM, GRANULAÇÃO MÉDIA, SÃO, CINZA-CLARO, C/PORÇÕES DE FELDSPATO RÓSEO.																																	H1	14	
			IDEM, GRANULAÇÃO MÉDIA, SÃO, CINZA-CLARO, C/PORÇÕES DE FELDSPATO RÓSEO.																																	H1	15	
			IDEM, GRANULAÇÃO MÉDIA, SÃO, CINZA-CLARO, C/PORÇÕES DE FELDSPATO RÓSEO.																																	H1	16	
			IDEM, GRANULAÇÃO MÉDIA, SÃO, CINZA-CLARO, C/PORÇÕES DE FELDSPATO RÓSEO.																																	H1	17	
			IDEM, GRANULAÇÃO MÉDIA, SÃO, CINZA-CLARO, C/PORÇÕES DE FELDSPATO RÓSEO.																																	H1	18	
			IDEM, GRANULAÇÃO MÉDIA, SÃO, CINZA-CLARO, C/PORÇÕES DE FELDSPATO RÓSEO.																																	H1	19	
			IDEM, GRANULAÇÃO MÉDIA, SÃO, CINZA-CLARO, C/PORÇÕES DE FELDSPATO RÓSEO.																																	H1	20	
			IDEM, GRANULAÇÃO MÉDIA, SÃO, CINZA-CLARO, C/PORÇÕES DE FELDSPATO RÓSEO.																																	H1	21	

EXECUTADO POR:   TECNOLOGIA APLICADA S.A.	  <b>FUNCATE</b>	EMITENTE		FUNCATE	
		PROJ.		PROJ.	
		DES.	MdS/FdeM	DES.	
ESCALA: 1:100		FOLHA: 1/1		REV. Ø	
PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO					
RESP. EDEMIR AUGUSTO DO COUTO CREA: 0600301773		DATA: 03/06/2003		DESENHO n° - S/1096-SRD-39	



**ANEXO IIB – FILMAGEM DE SONDAGEM DESTRUTIVA E FOTOGRAFIAS  
DE TESTEMUNHOS DE SONDAGEM**

---

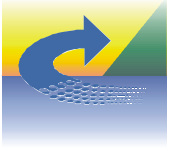


## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

TRECHO III -SRD 12 – Canal - Prof. 1,67 a 5,58 m







## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof 5,58 a 9,70 m

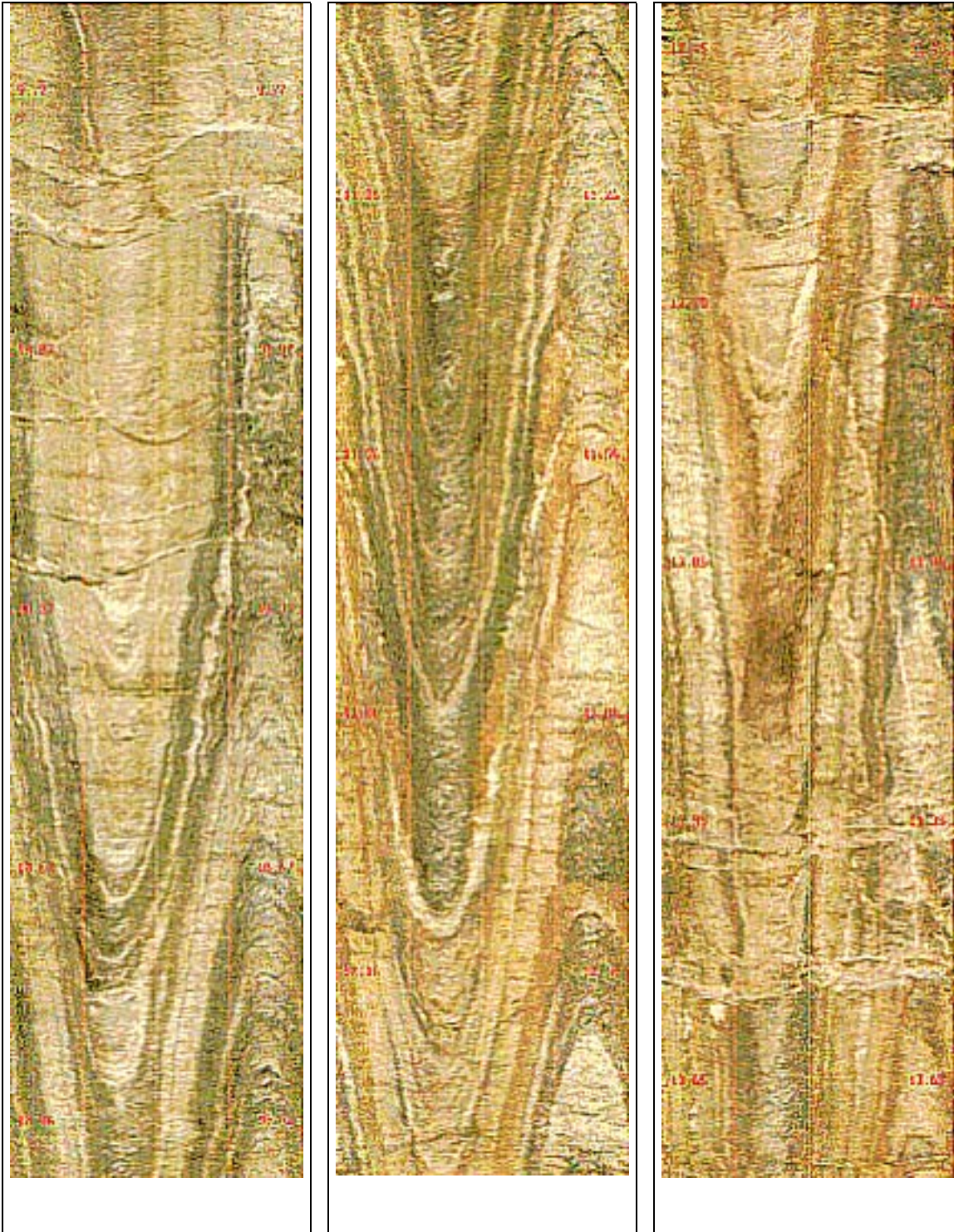


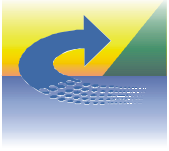




## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 9,70 a 13,70 m





## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

---

Prof. 13,70 a 14,93 m

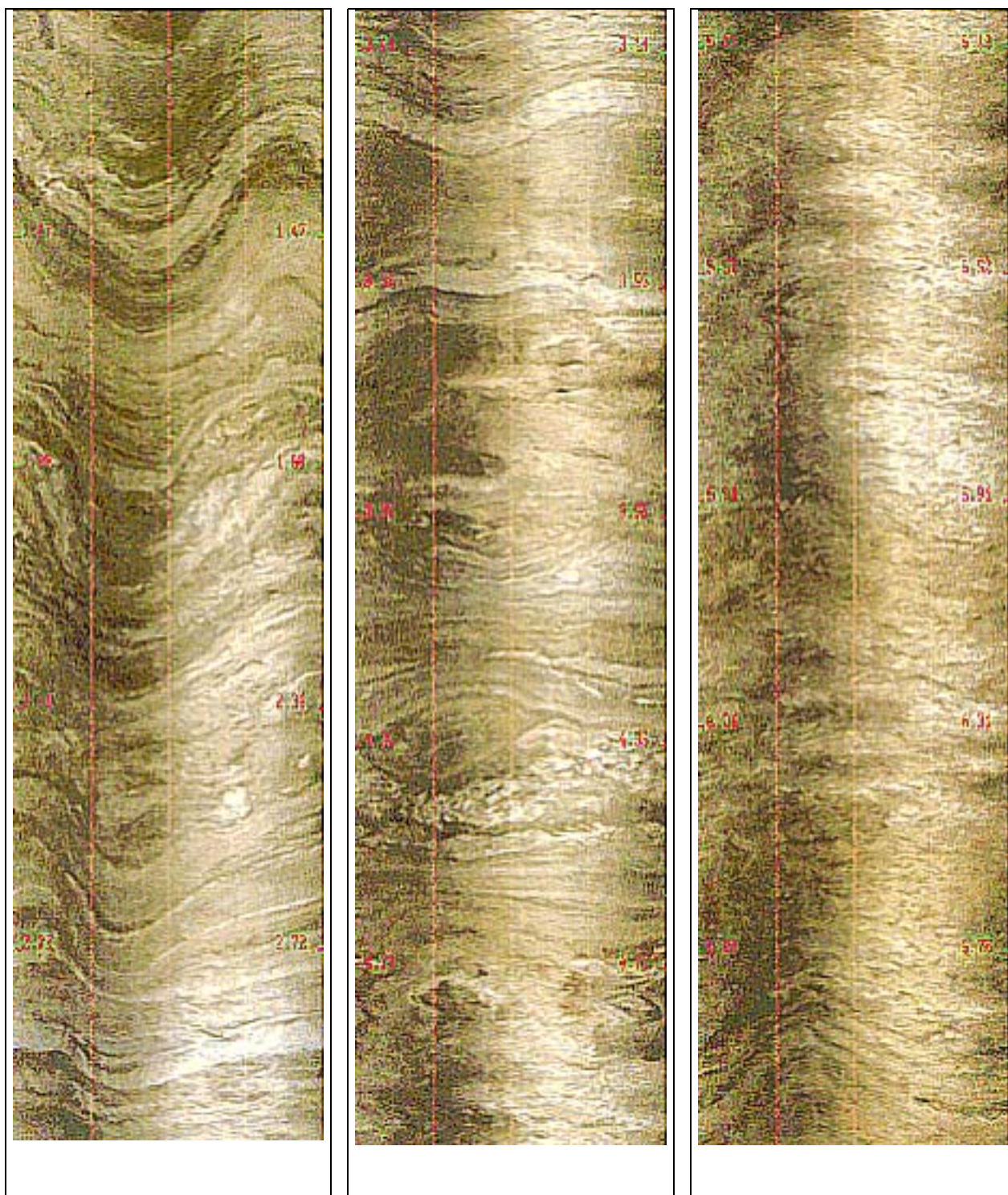






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

TRECHO III - SRD 13 – Aqueduto Cipó - Prof. 1,40 a 7,10 m

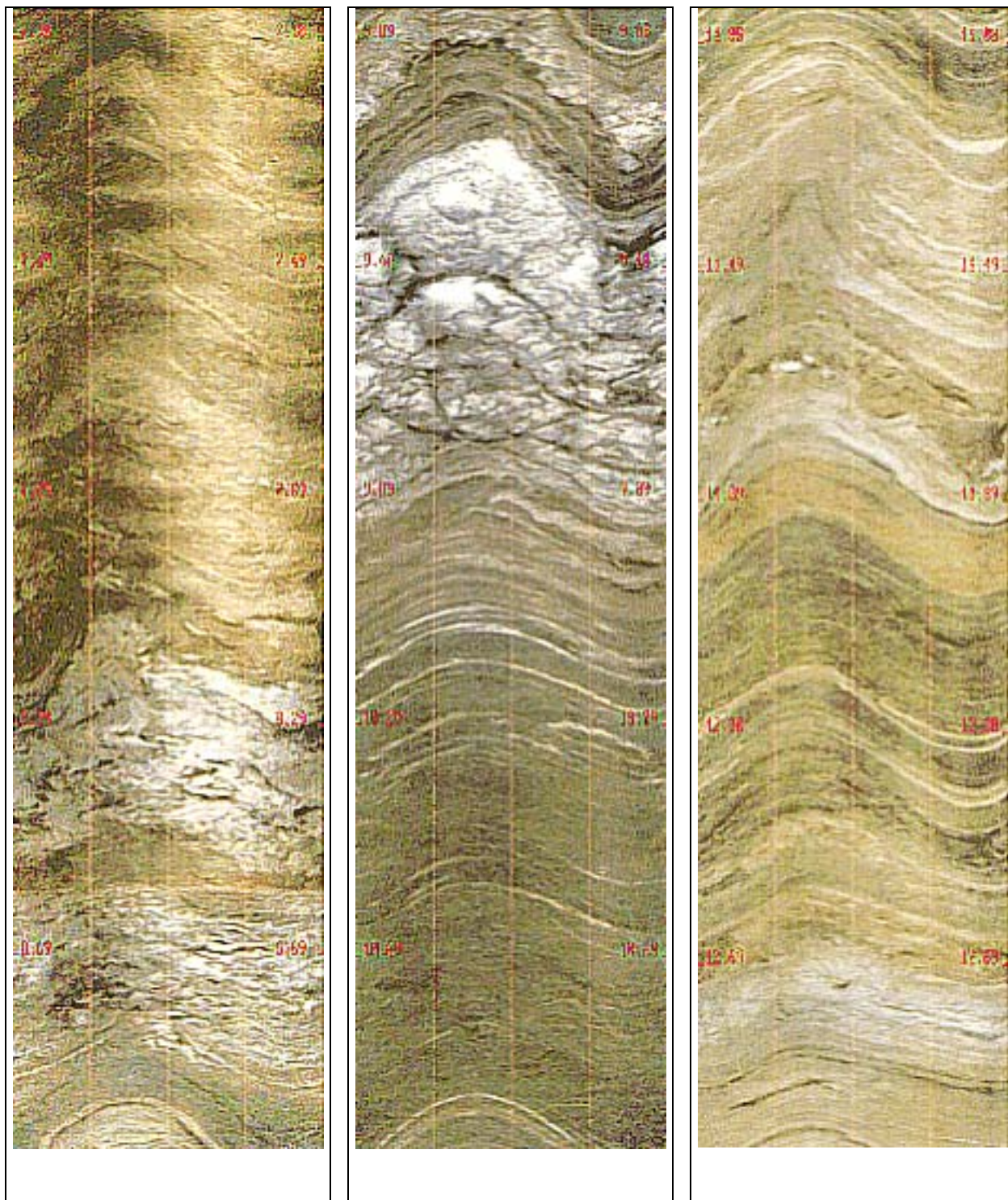






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 7,10 a 13,10 m

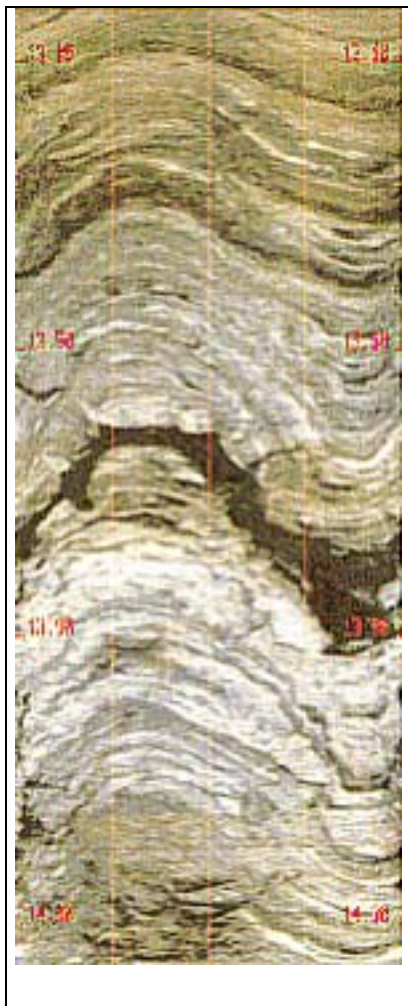




## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

---

Prof. 13,10 a 14,30 m

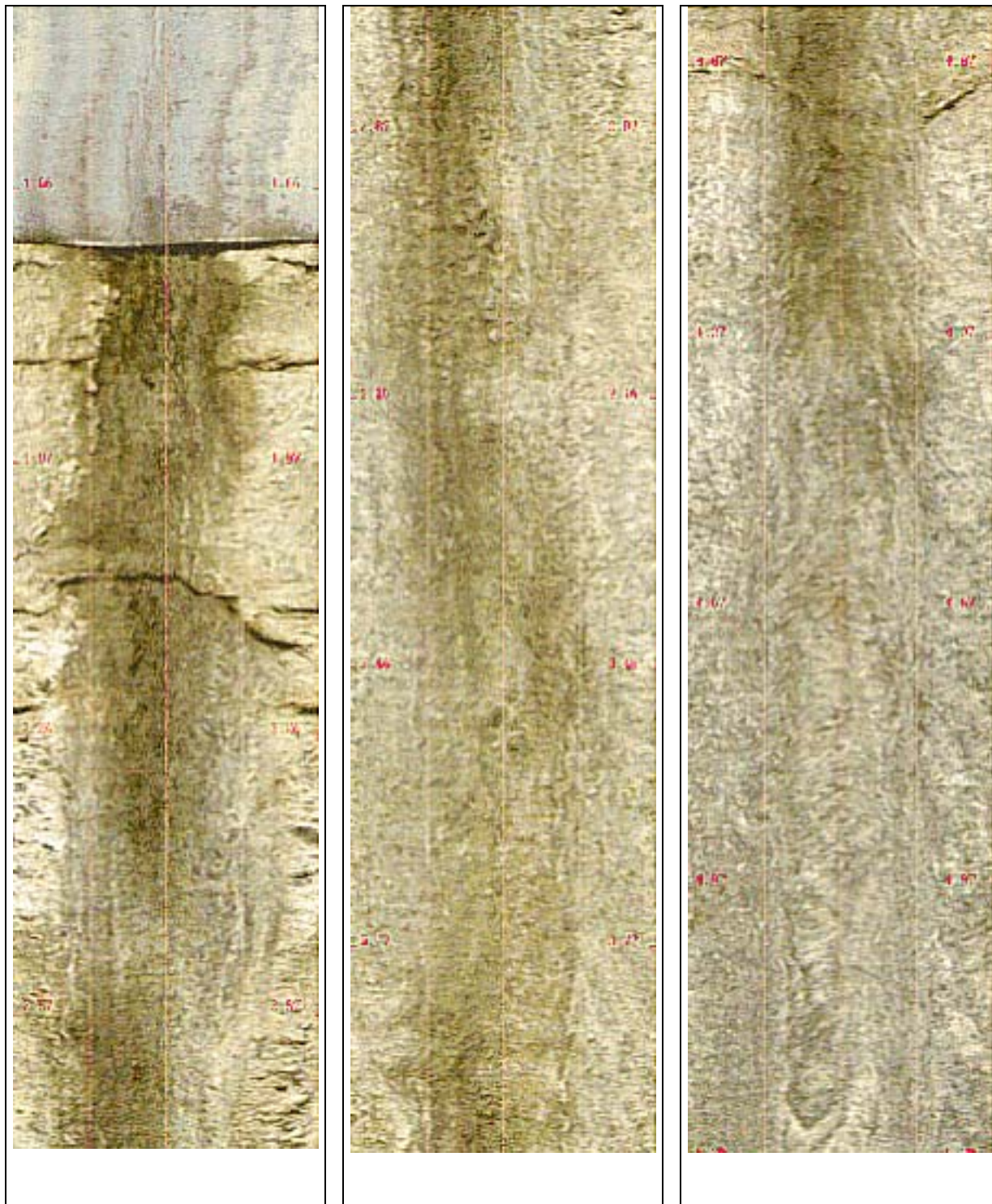






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

TRECHO III - SRD 14 – Aqueduto Bom Jardim - Prof. 1,66 a 5,28 m

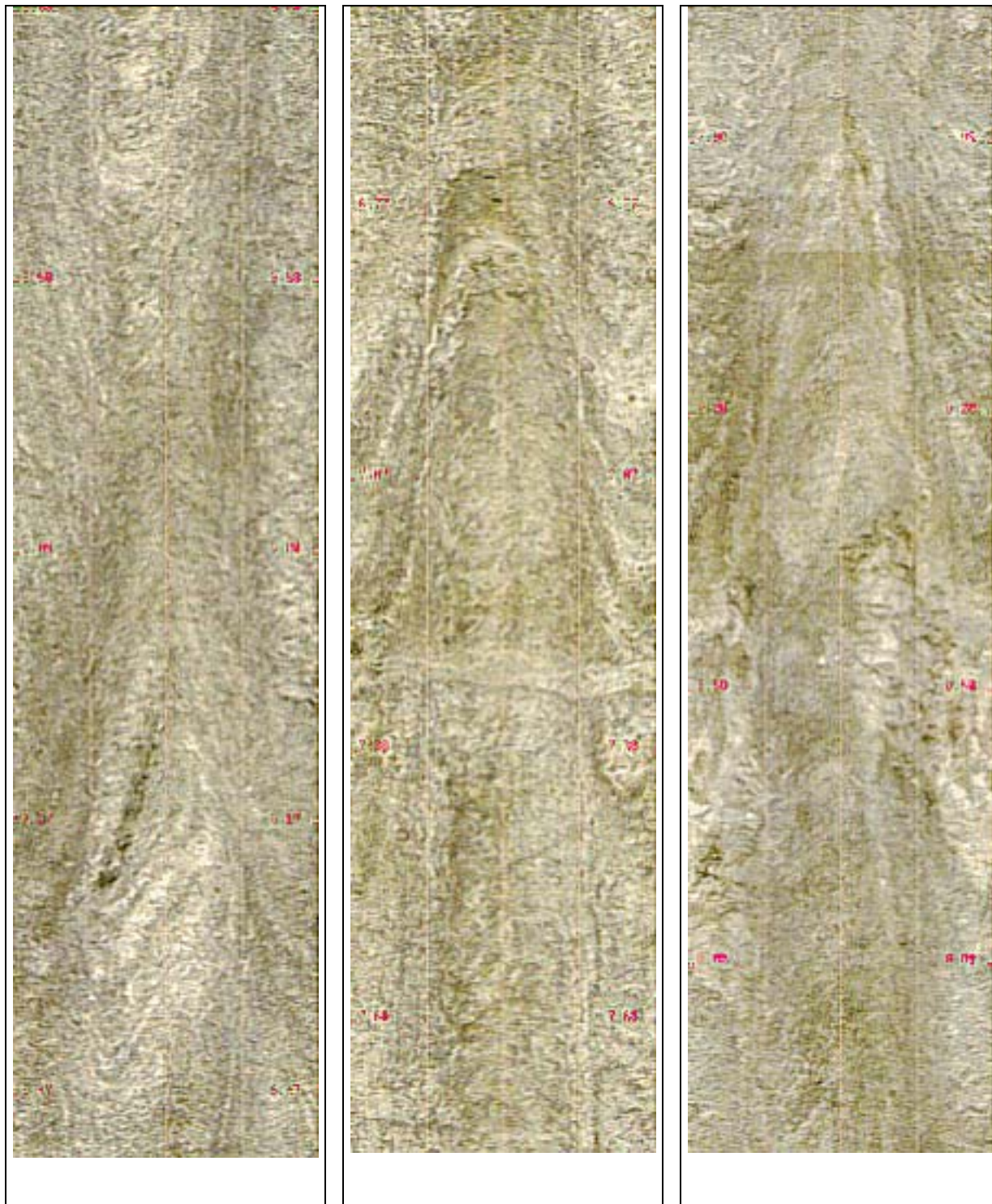






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 5,28 a 9,10 m

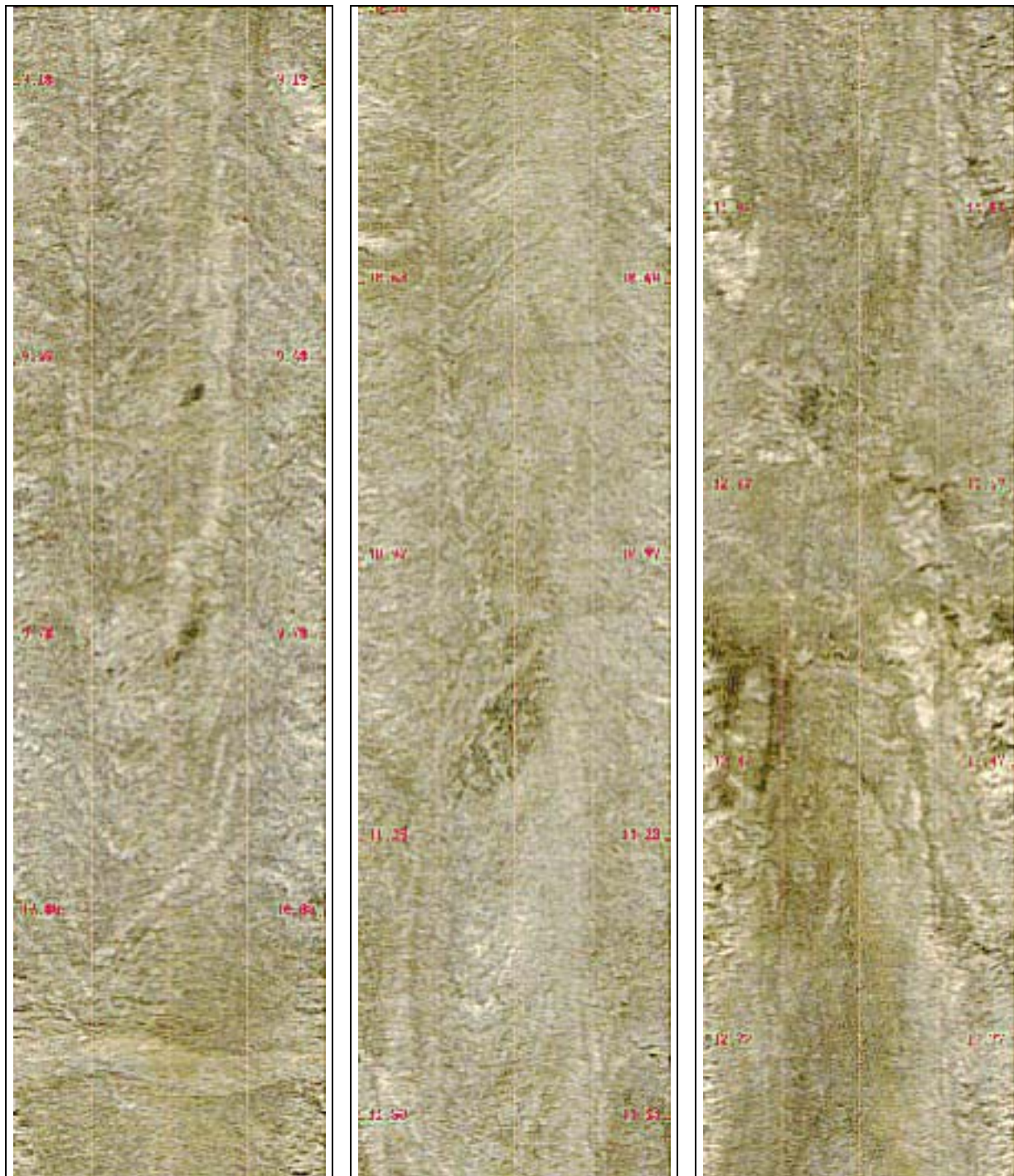






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 9,10 a 12,80 m







## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 12,80 a 16,75 m





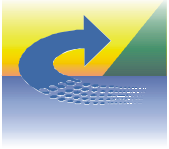


## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 16,75 a 20,24 m

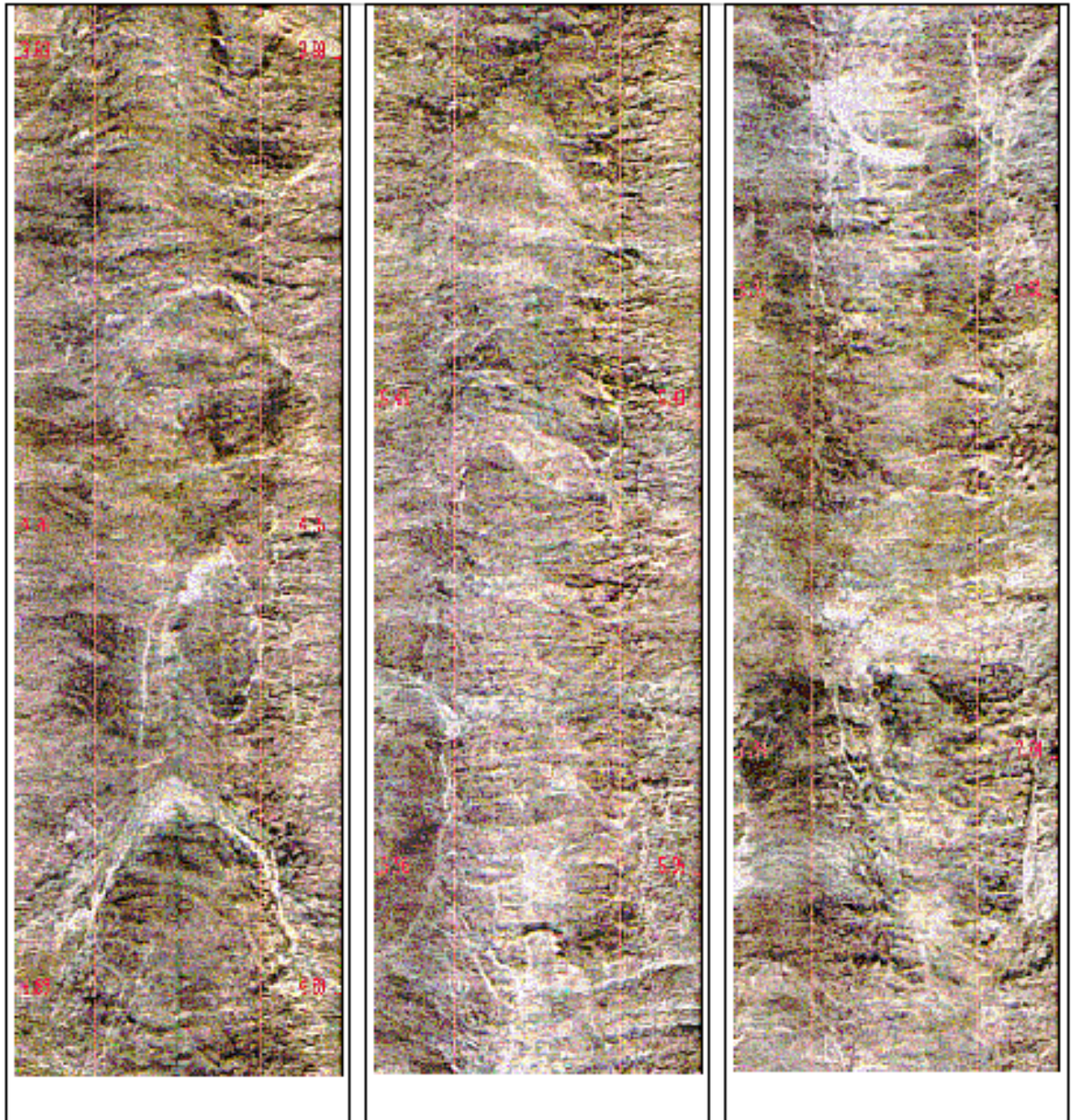




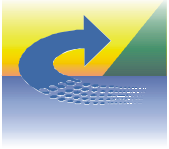


## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

TRECHO III - SRD 15 - Túnel Serra Areia - Prof. 3,83 a 7,45 m

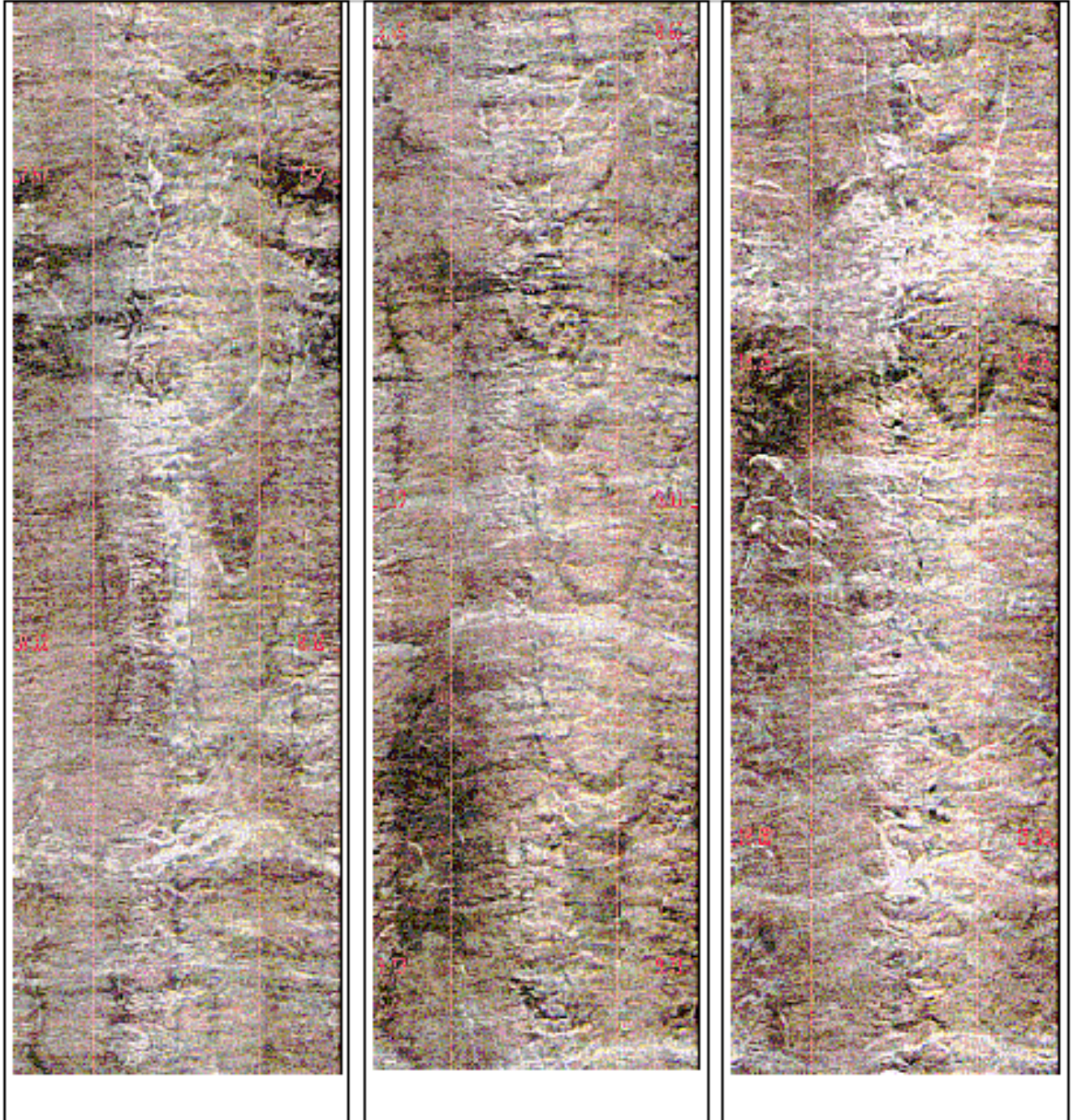




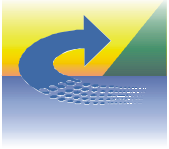


## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 7,45 a 11,25 m

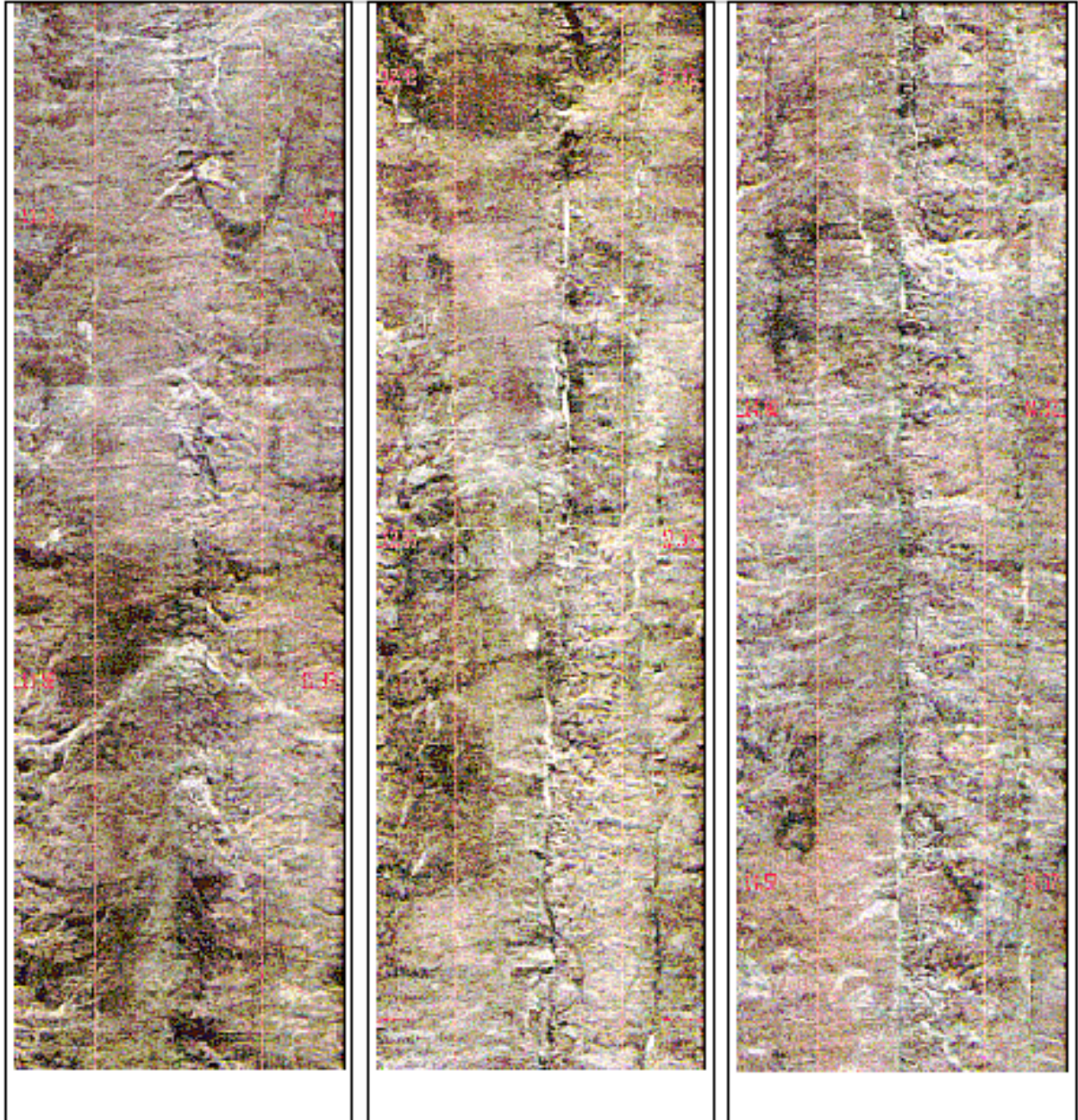




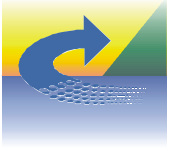


## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 11,25 a 15,00 m

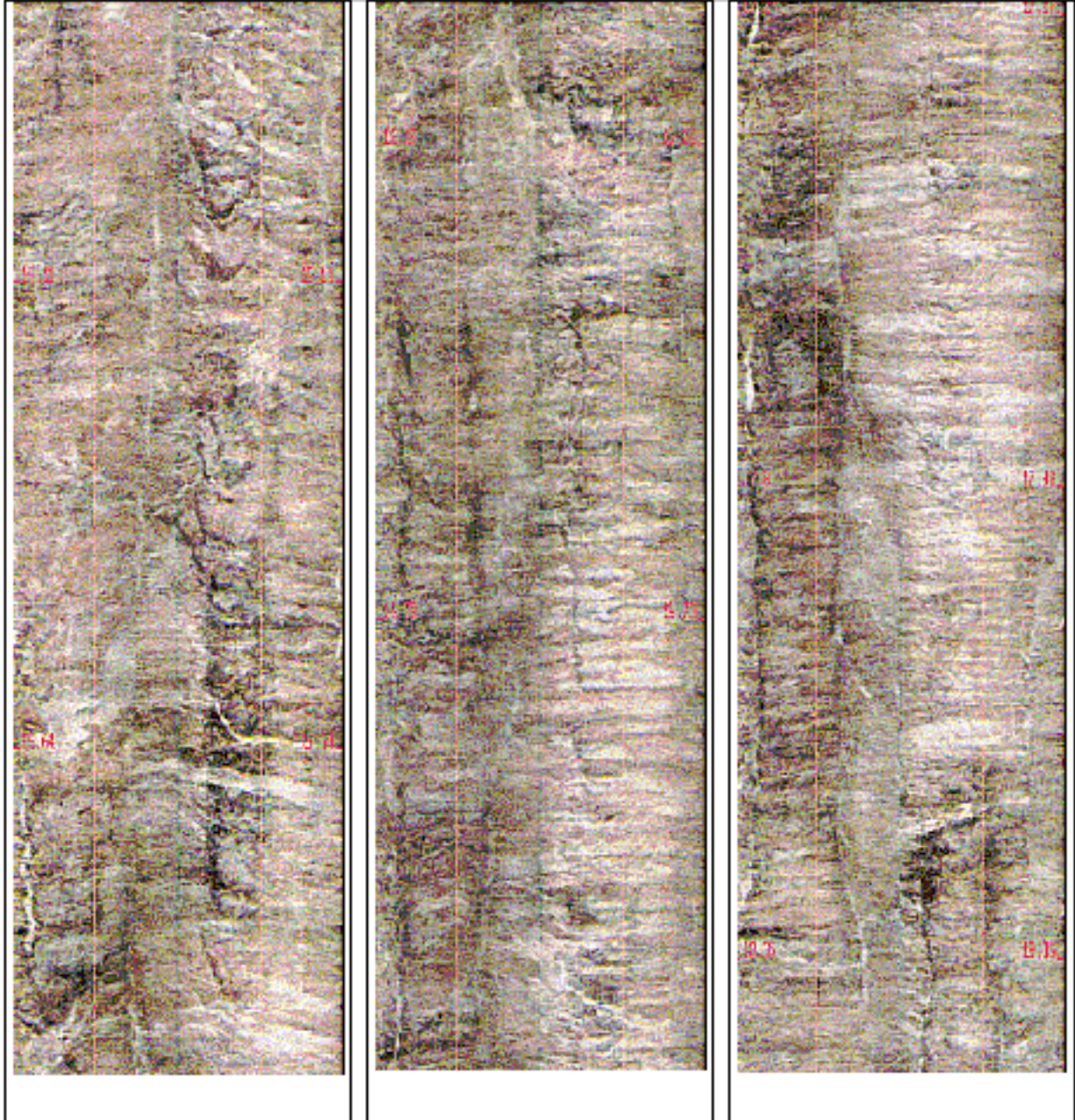




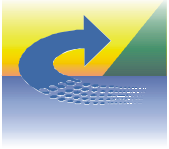


## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 15,00 a 18,40 m







## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 18,40 a 22,15 m







## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

TRECHO III - SRD 16 - Túnel Serra da Areia - Prof. 3,65 a 7,10 m







## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 7,10 a 10,30 m







## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 10,30 a 13,90 m



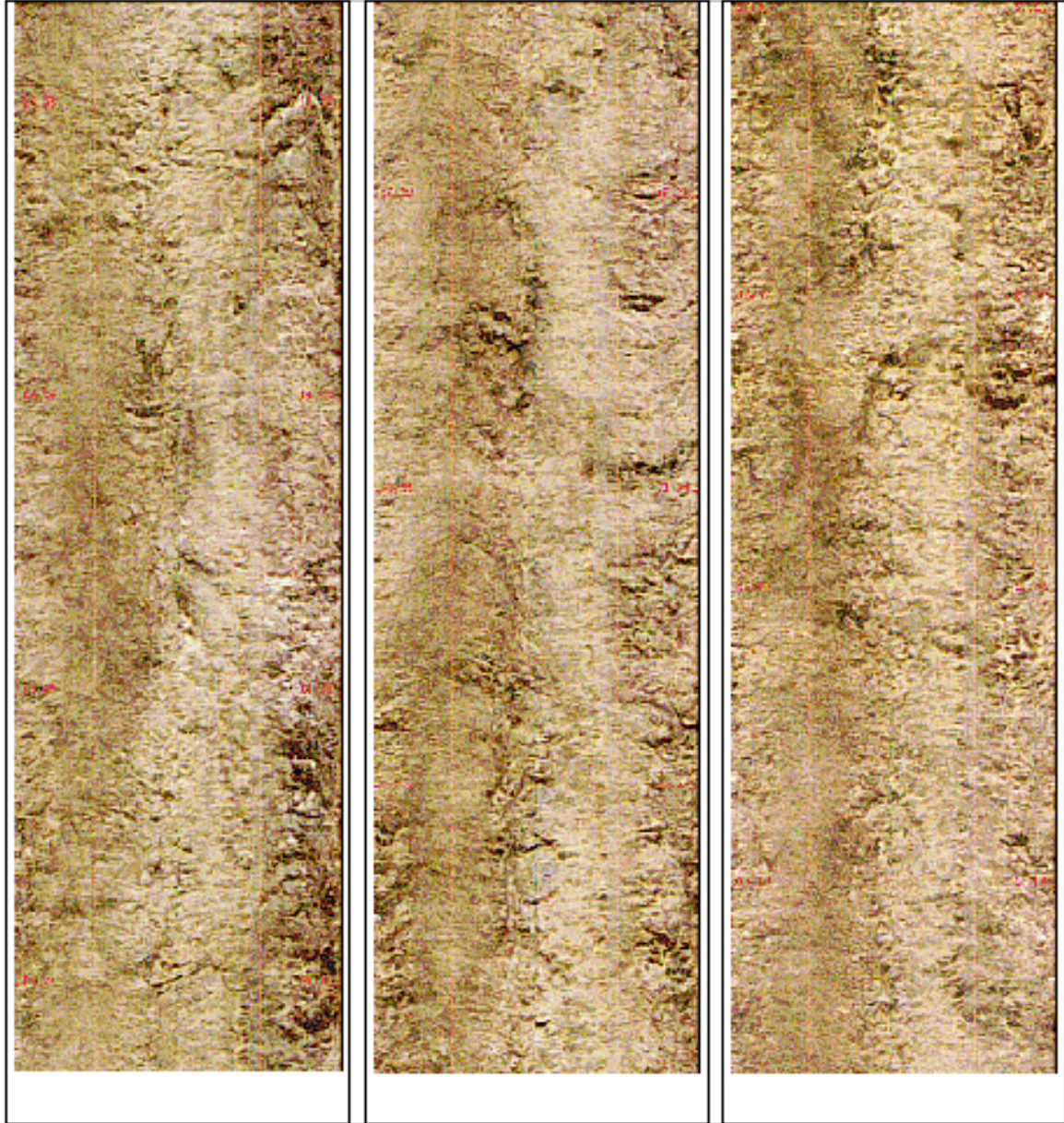




## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

---

Prof. 13,90 a 17,35 m



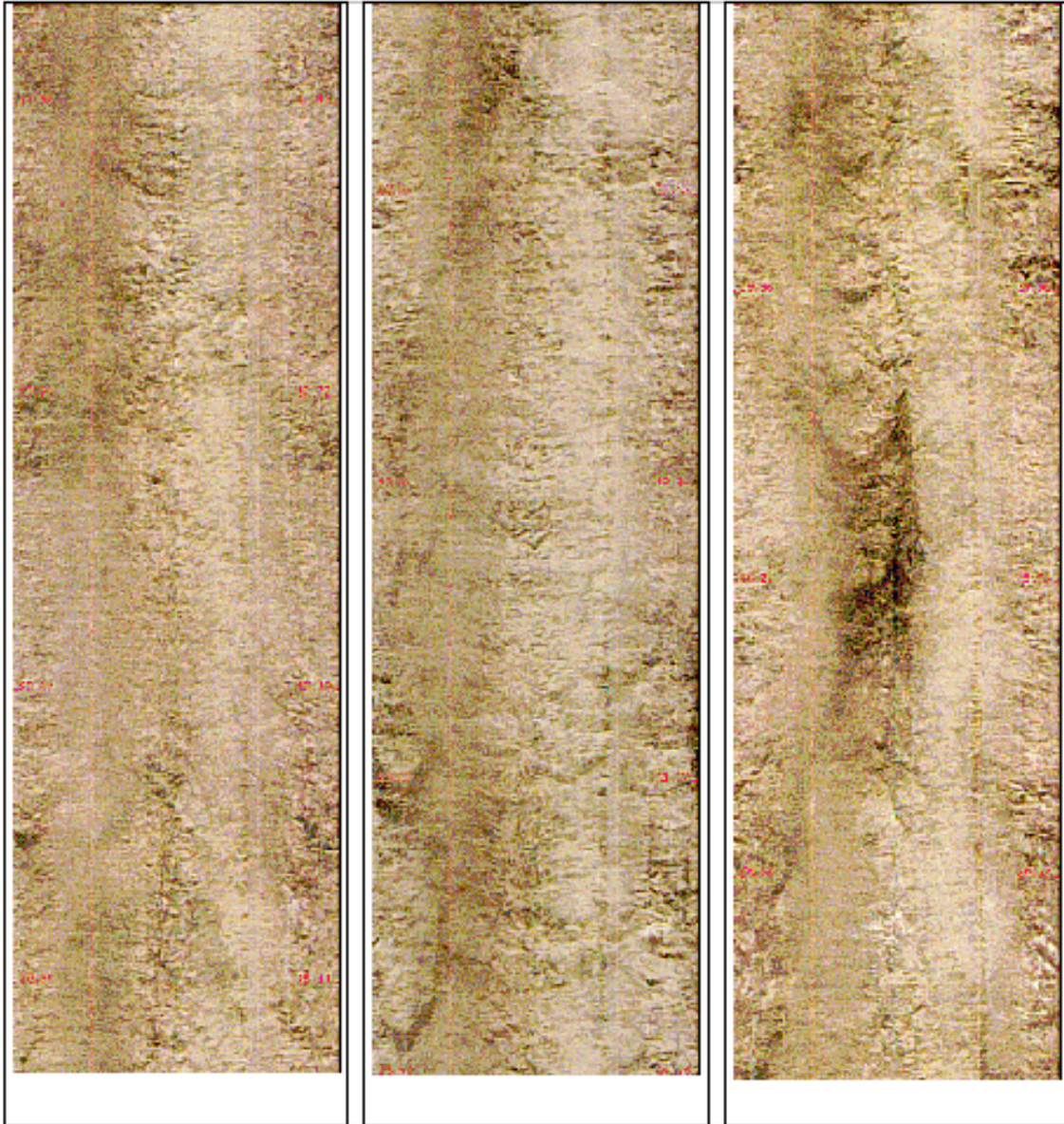


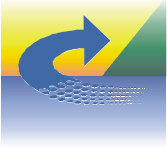


## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

---

Prof. 17,35 a 20,70 m





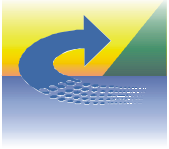
## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

---

Prof. 20,70 a 23,00 m

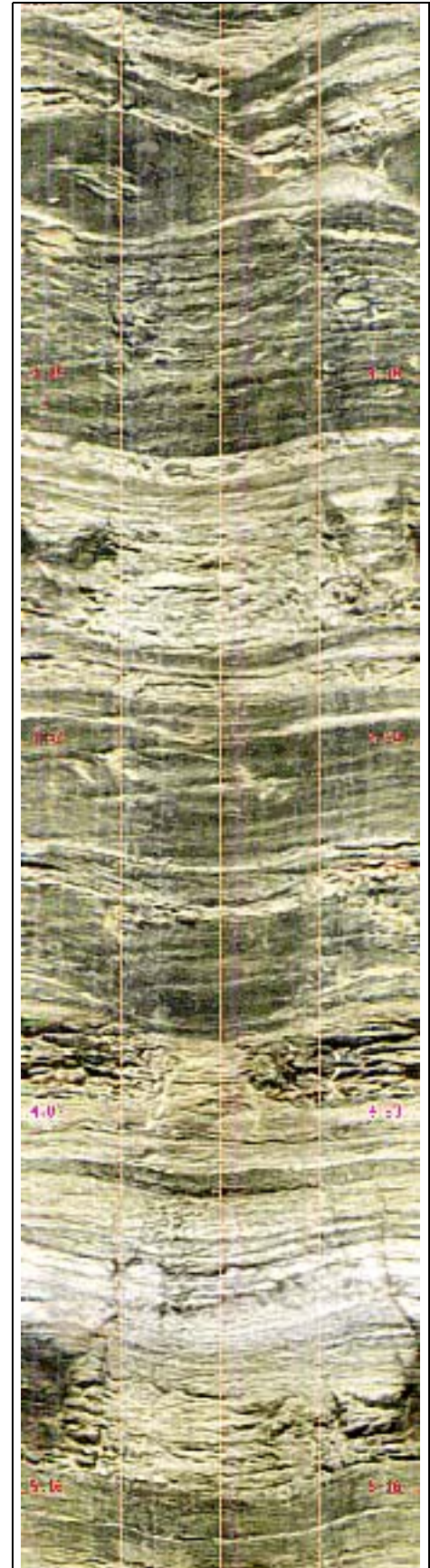
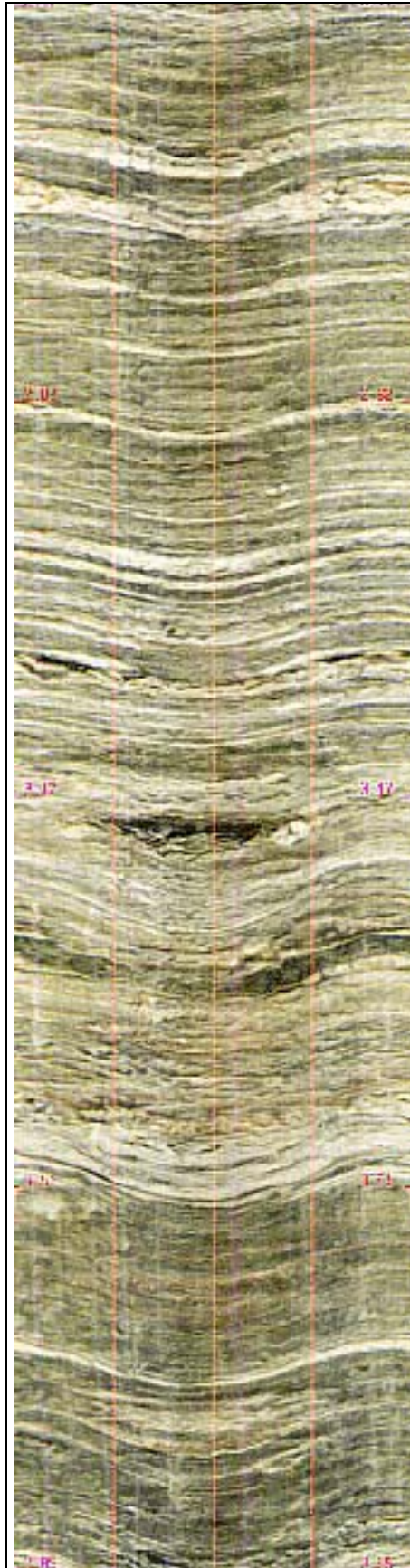
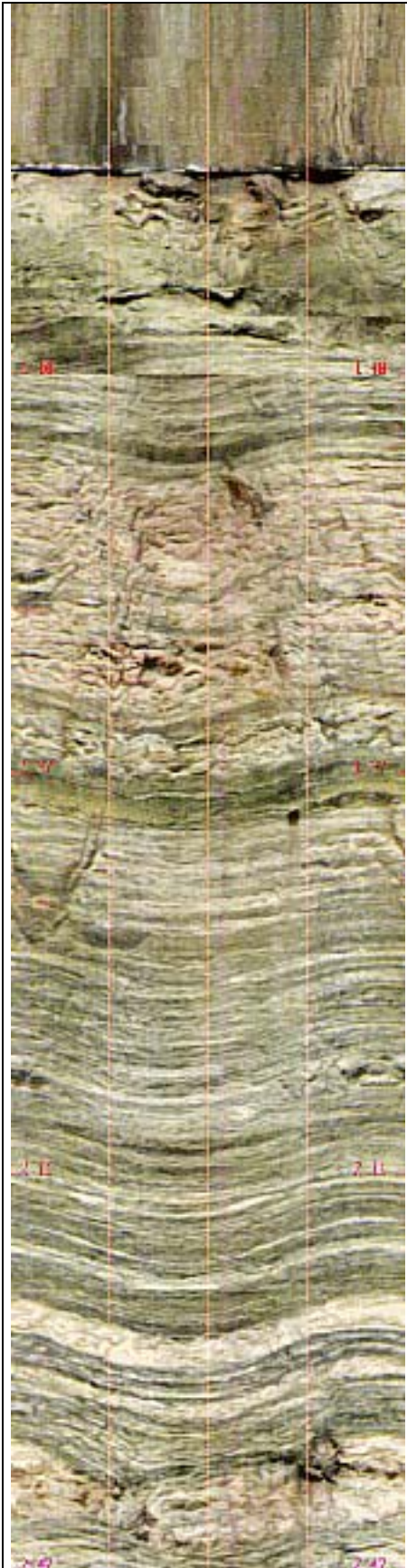




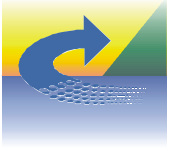


## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

TRECHO III -SRD 17 – Canal - Prof. 1,40 a 5,16 m

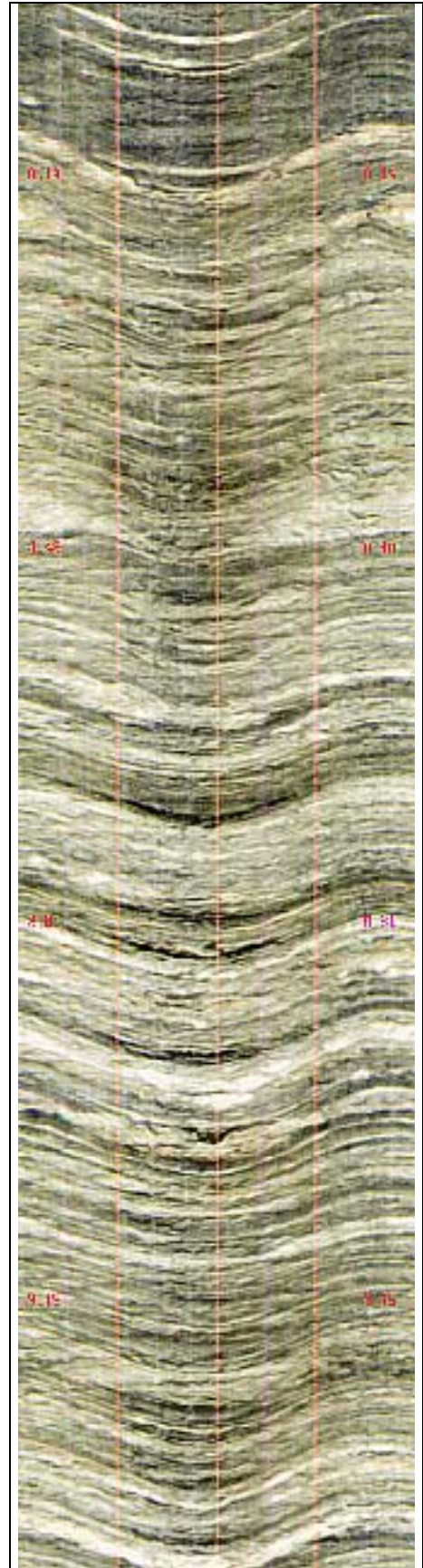
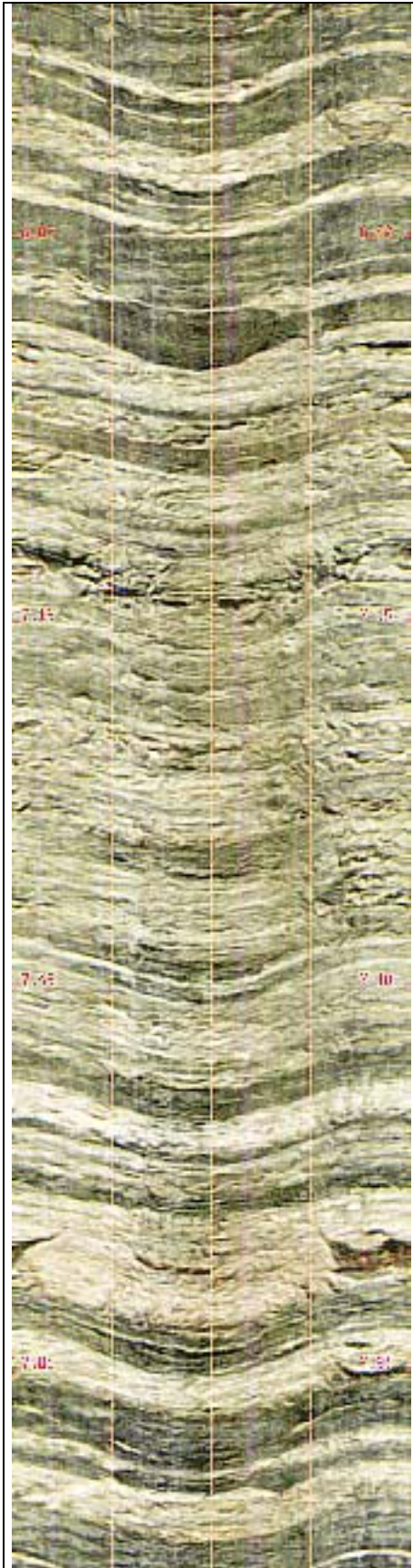
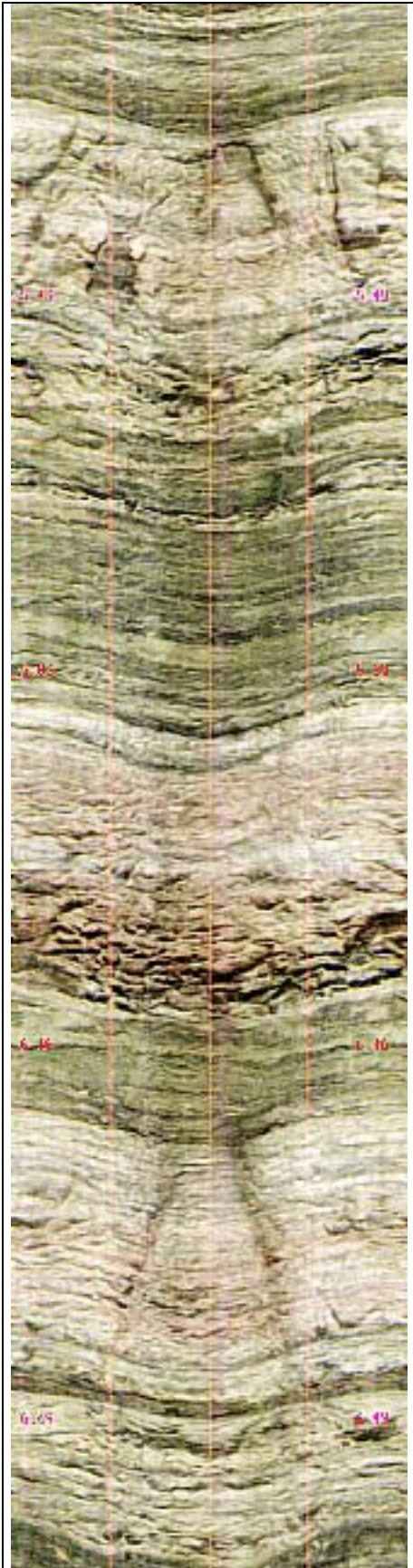




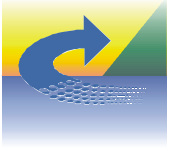


## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 5,16 a 9,35 m

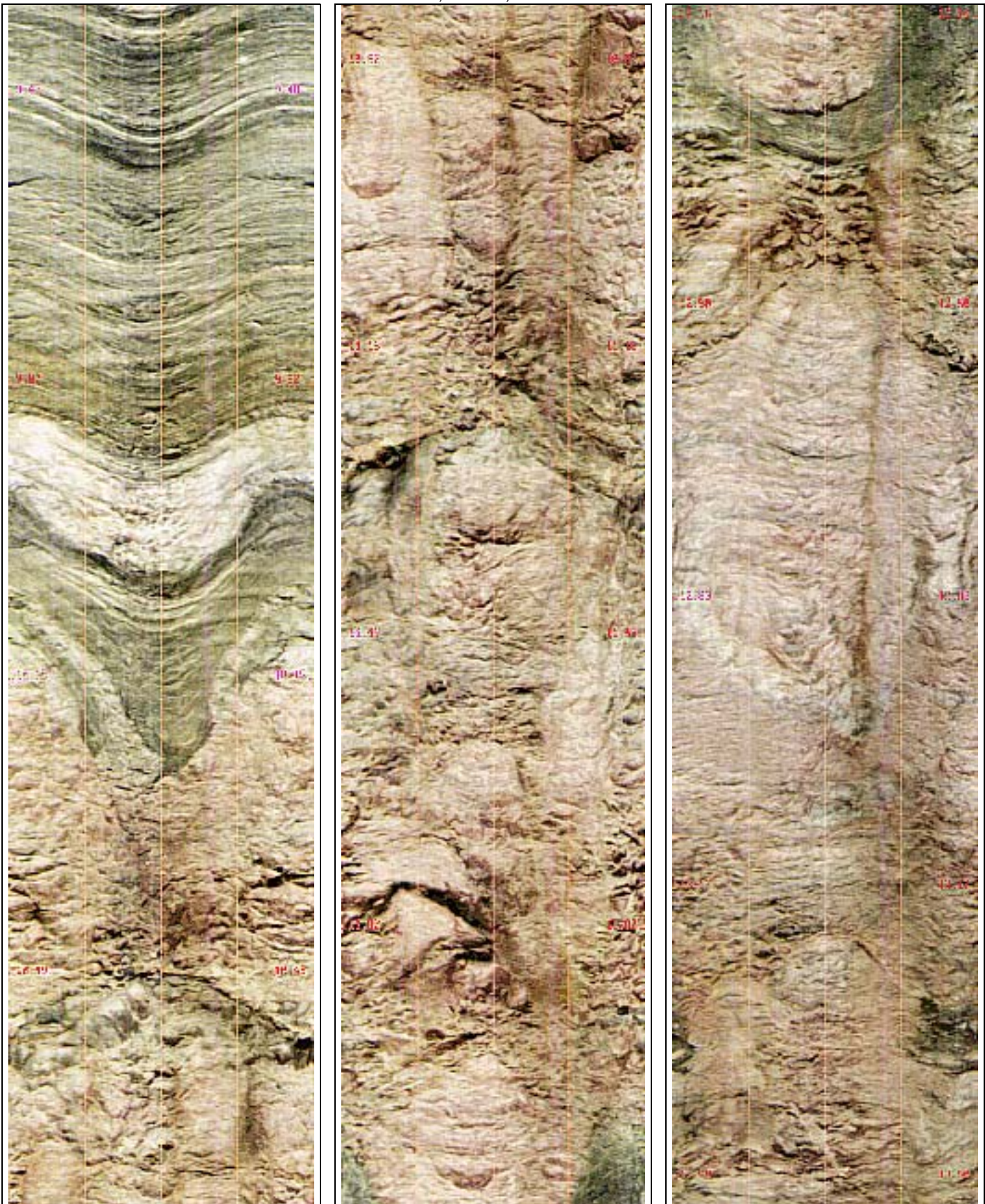




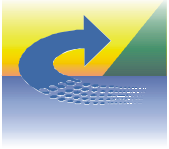


## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 9,35 a 13,50 m

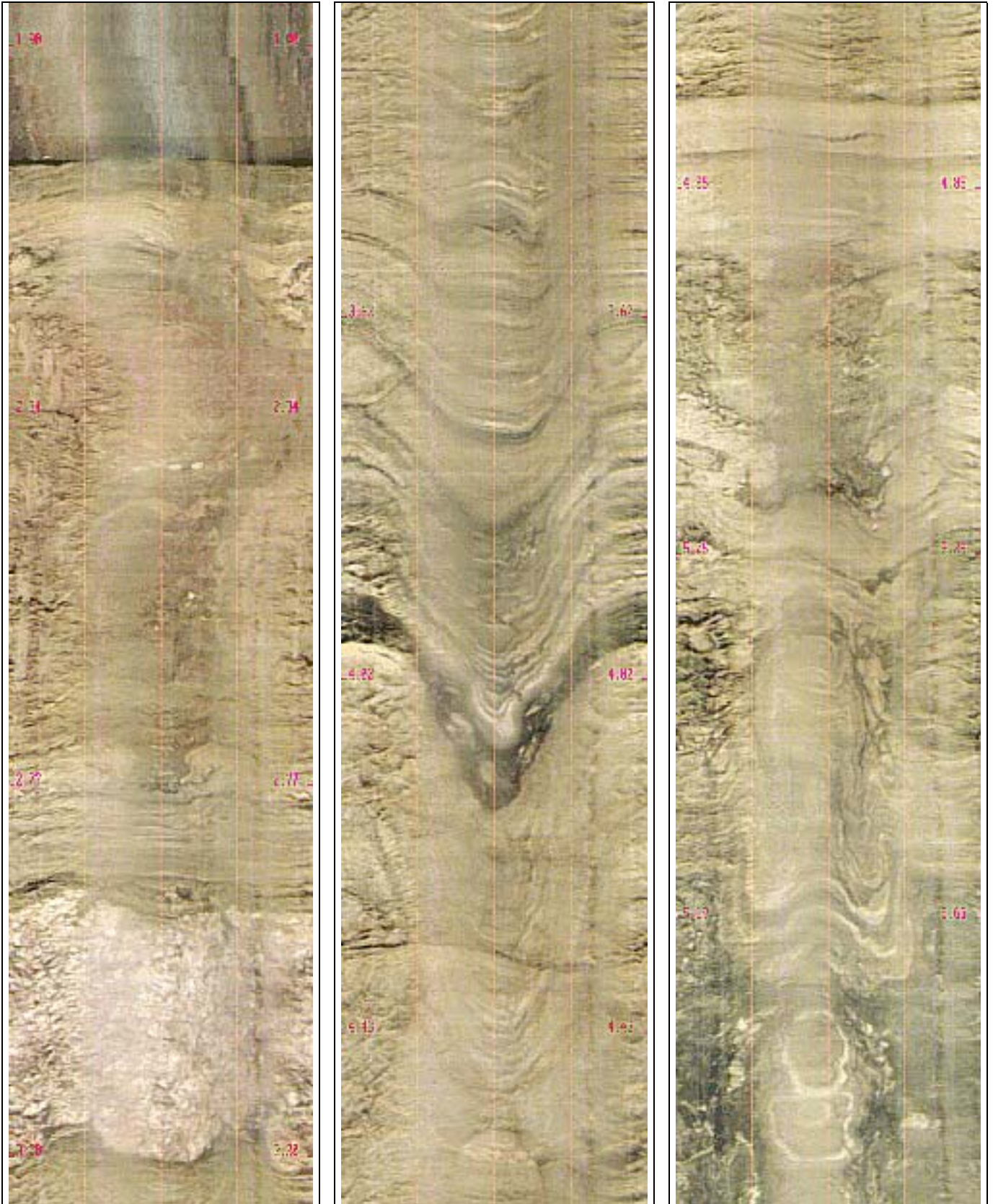




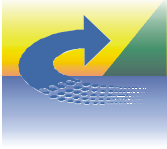


## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

TRECHO III - SRD 36 – Canal - Prof. 1,90 a 6,00 m

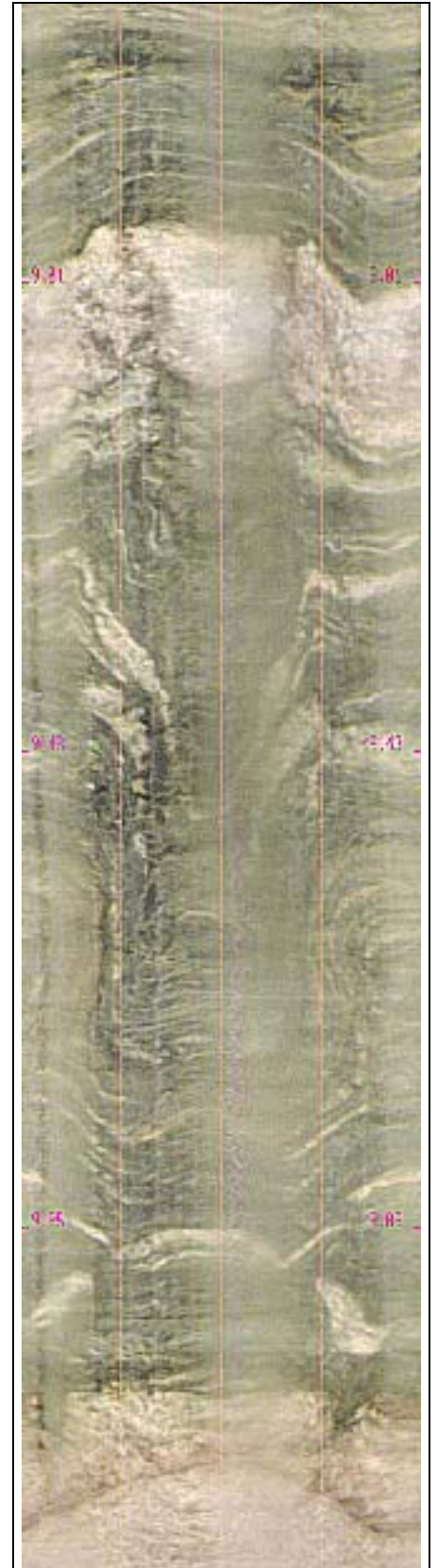
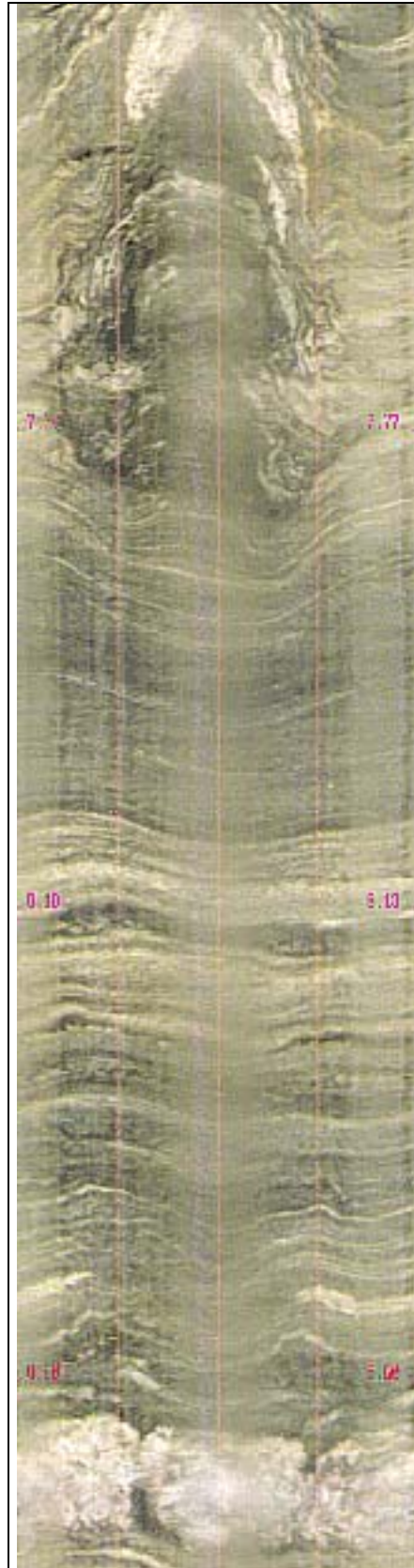




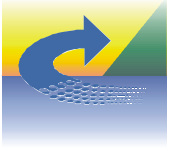


## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 6,00 a 10,20 m

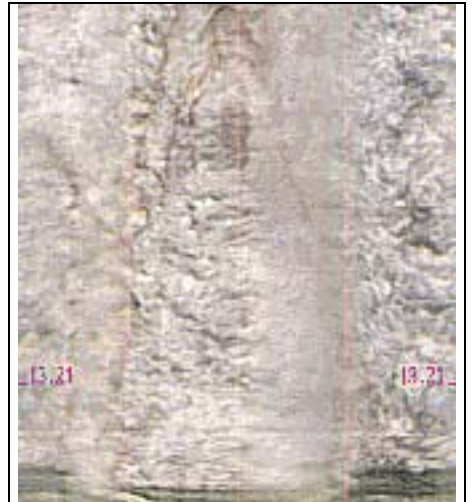






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 10,20 a 13,25 m





## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

SR 18







## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

TRECHO III - SRD 19 – Barragem Várzea Grande - Prof. 2,37 a 5,75 m

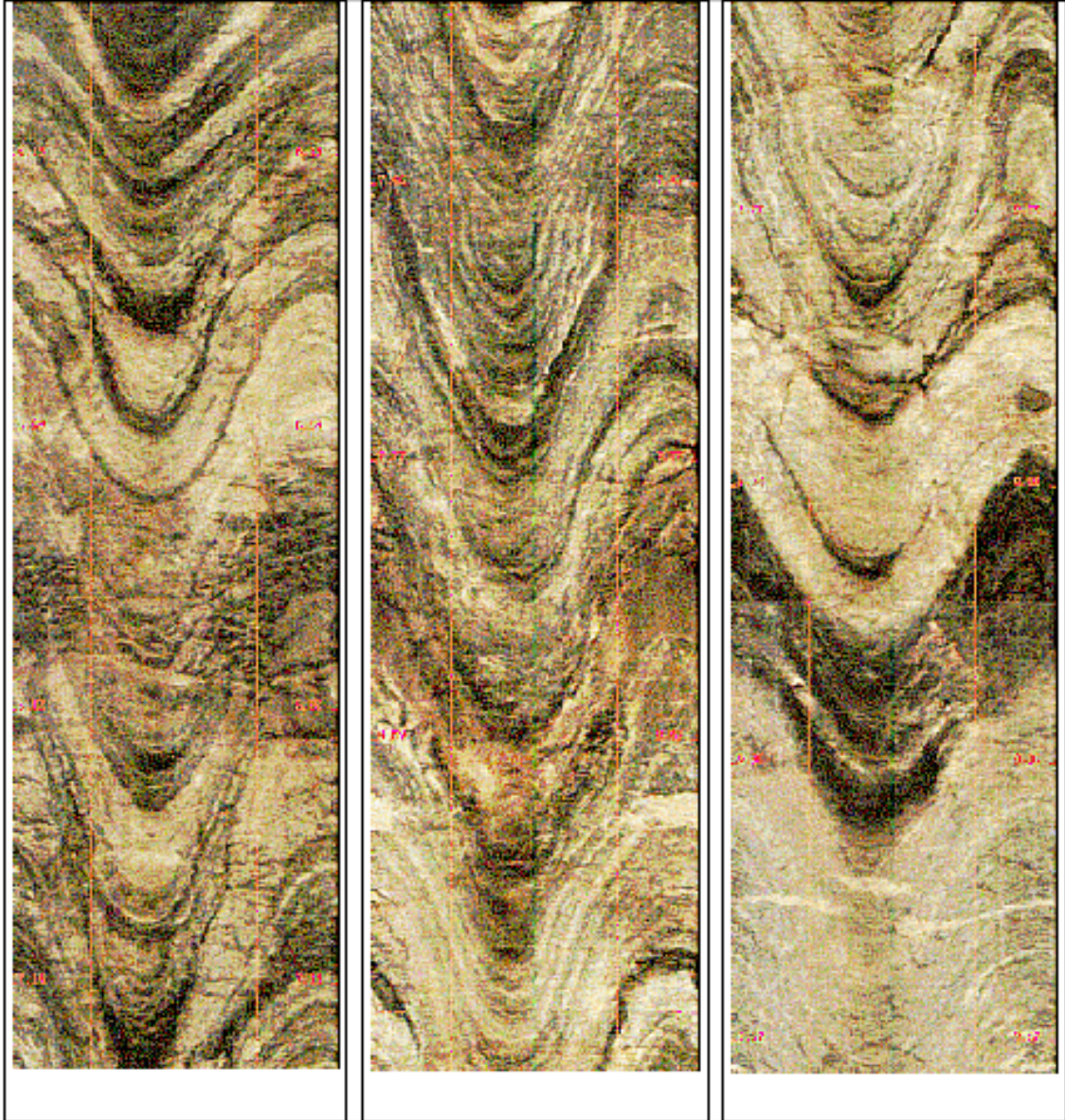






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 5,75 a 9,70 m

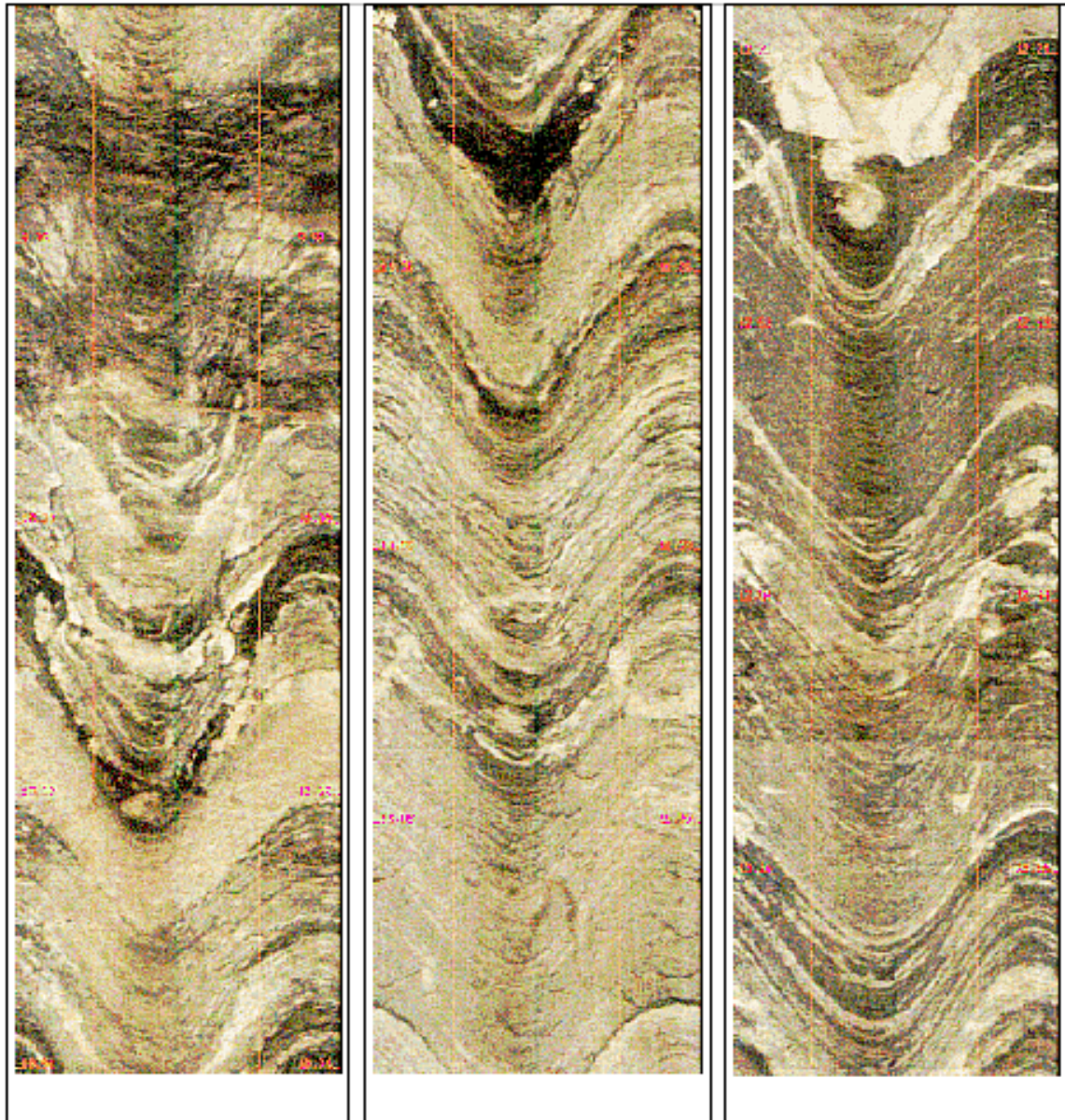






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 9,70 a 13,40 m

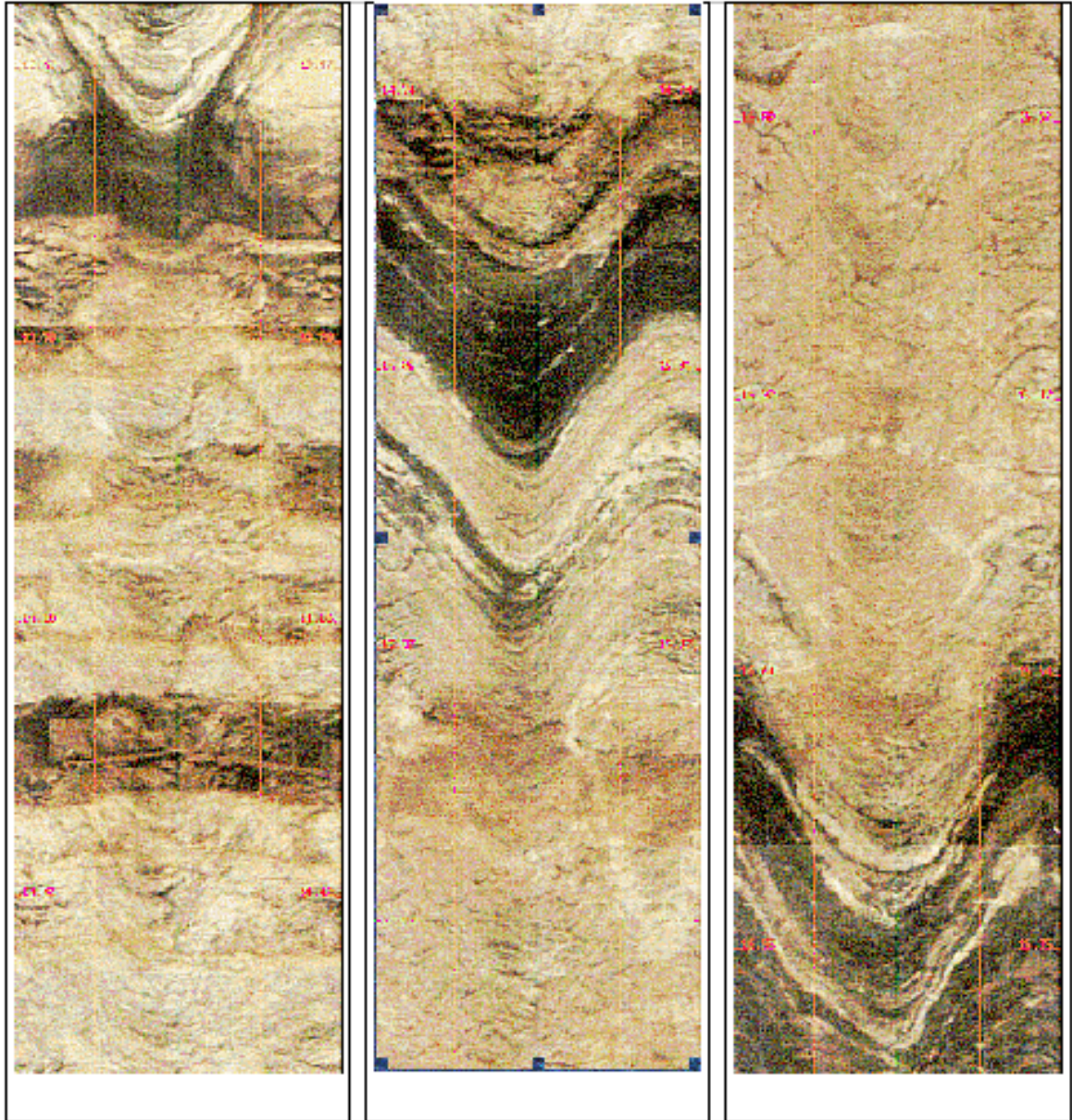






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 13,40 a 17,10 m

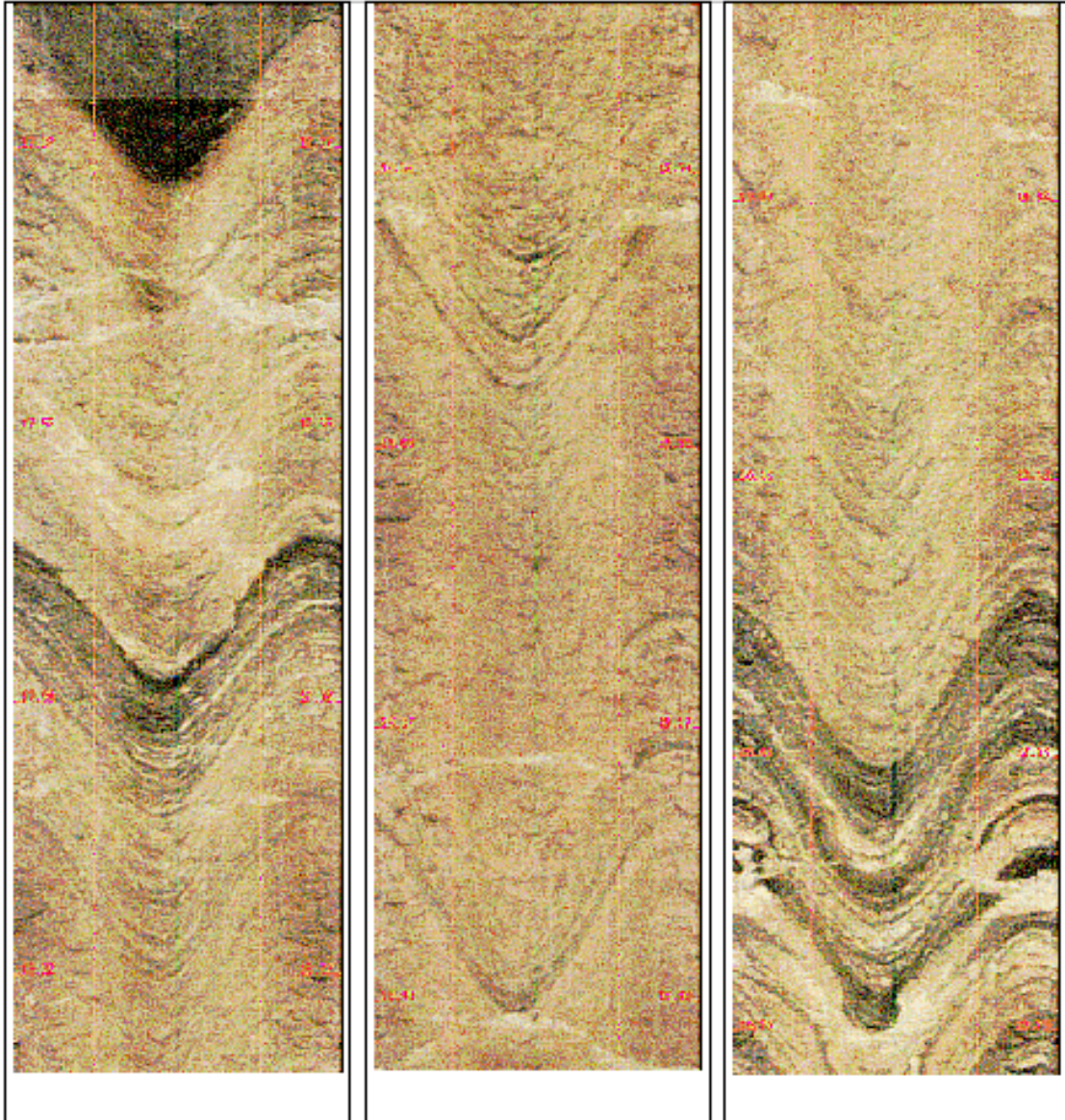






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 17,10 a 20,80 m

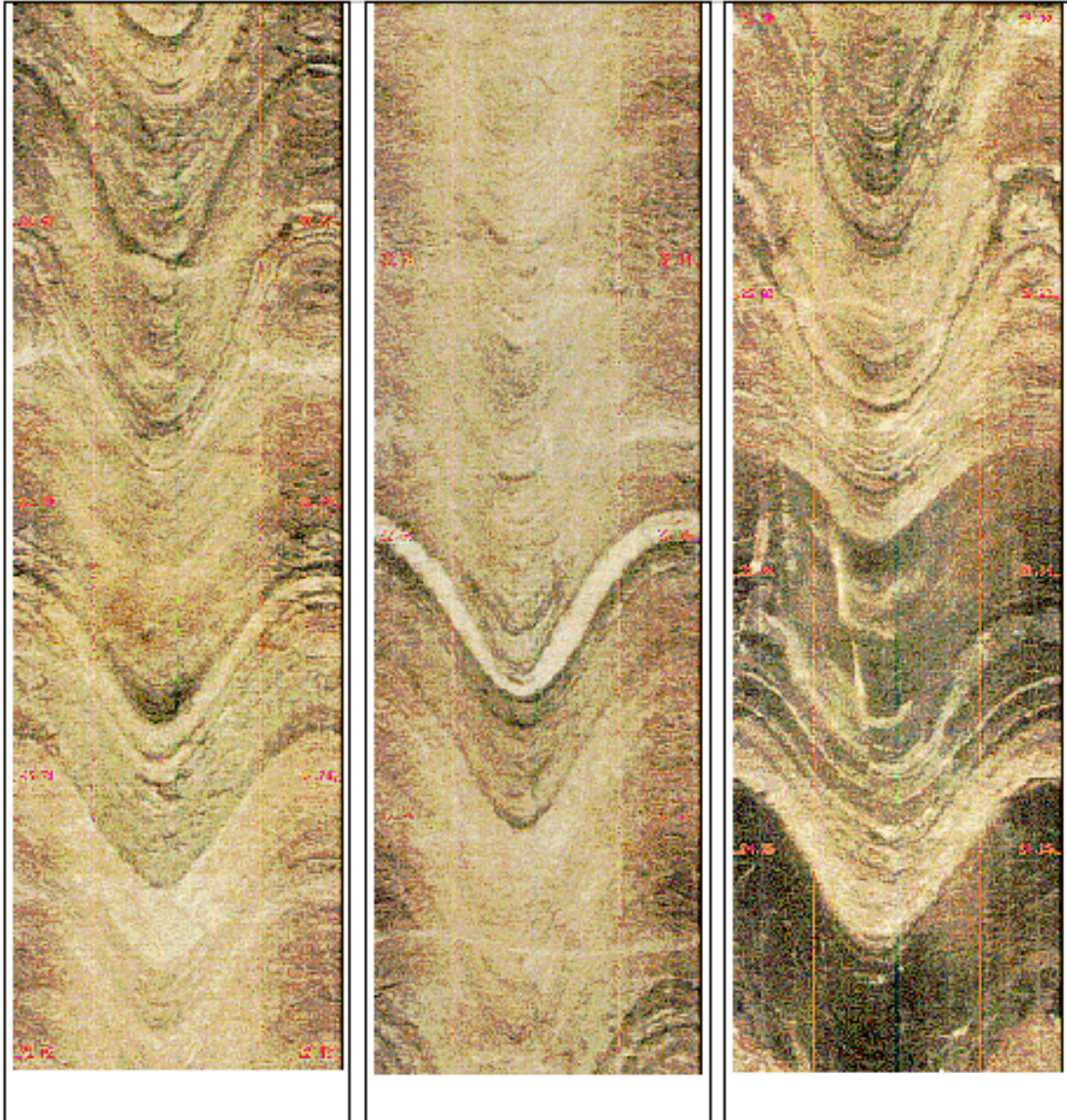


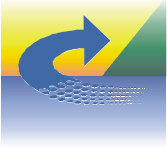




## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 20,80 a 24,50 m

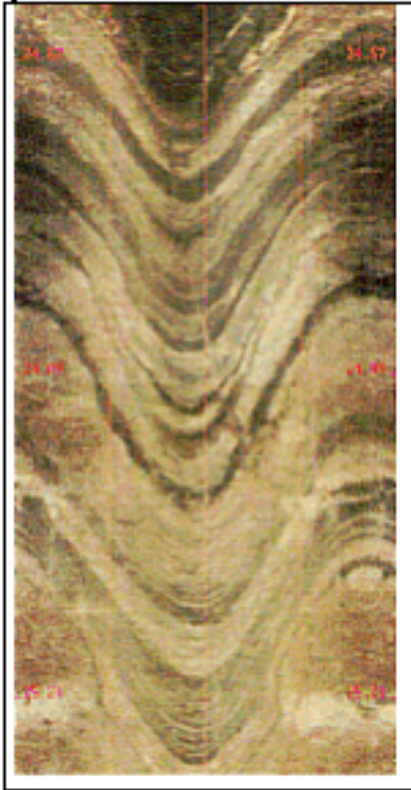




## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

---

Prof. 24,50 a 25,28 m

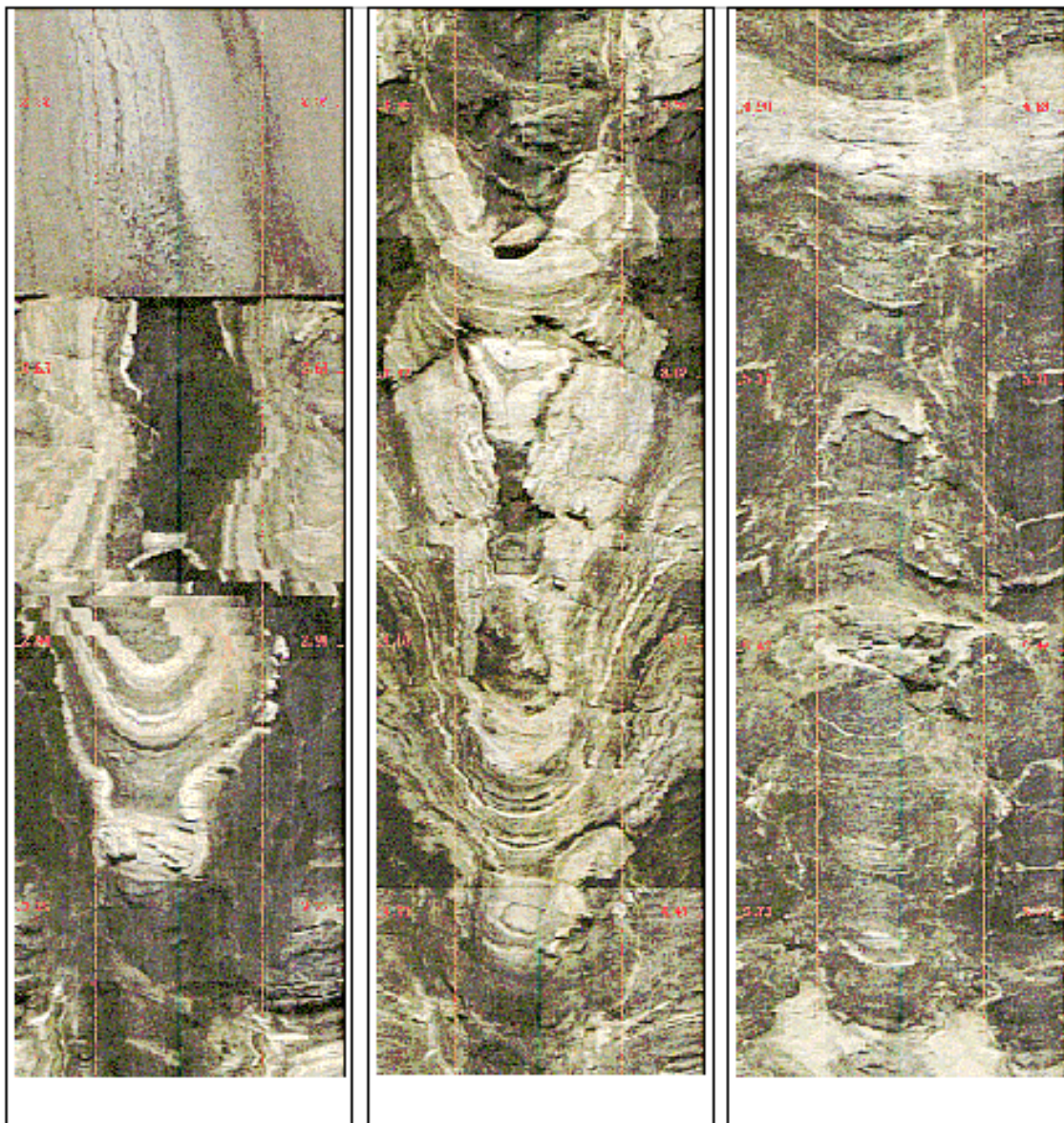






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

TRECHO III - SRD 20 – Barragem Várzea Grande - Prof. 2,32 a 5,80 m







## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 5,80 a 9,60 m







## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 9,60 a 13,25 m







## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 13,25 a 17,01 m

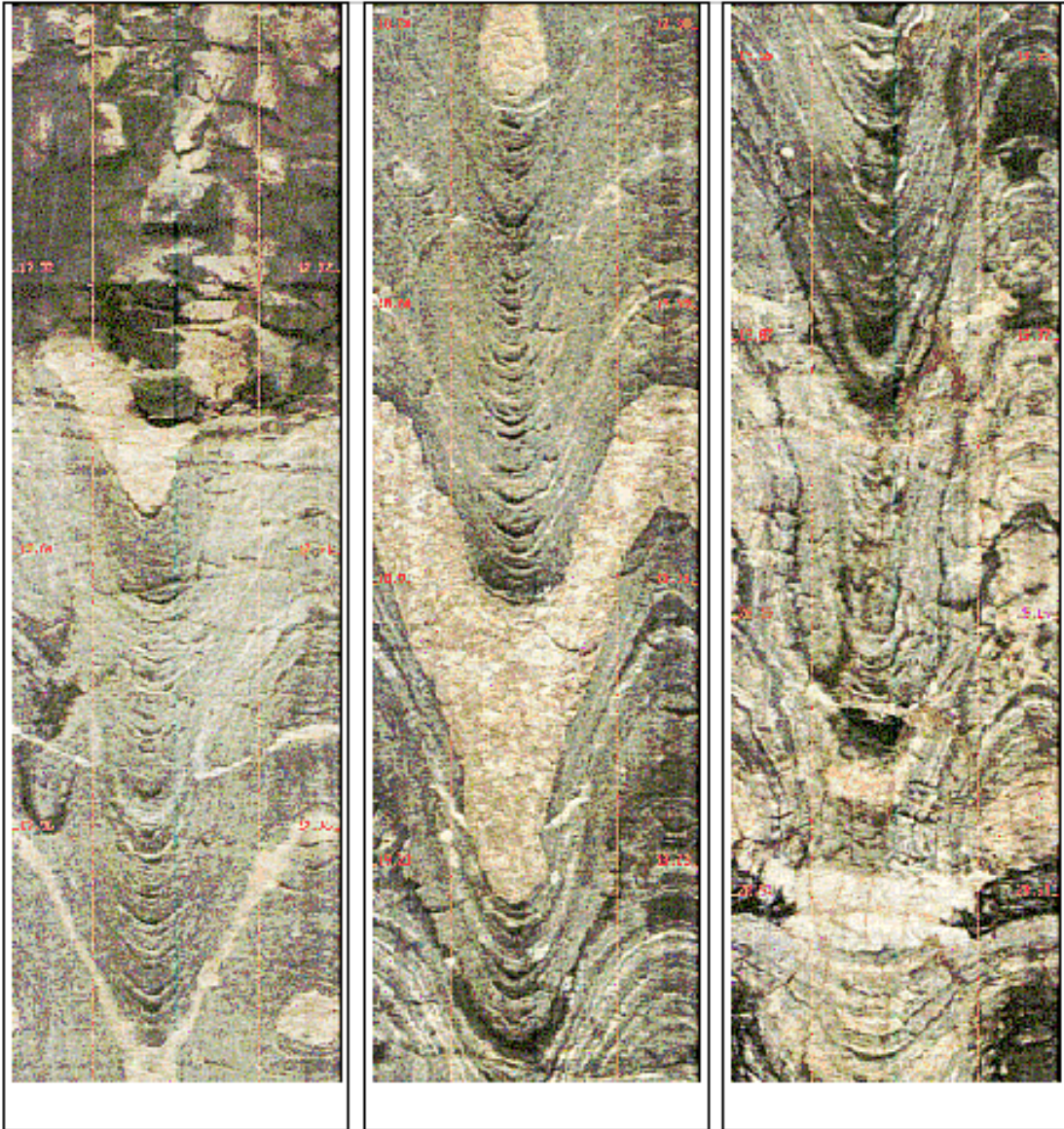






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 17,01 a 20,70 m

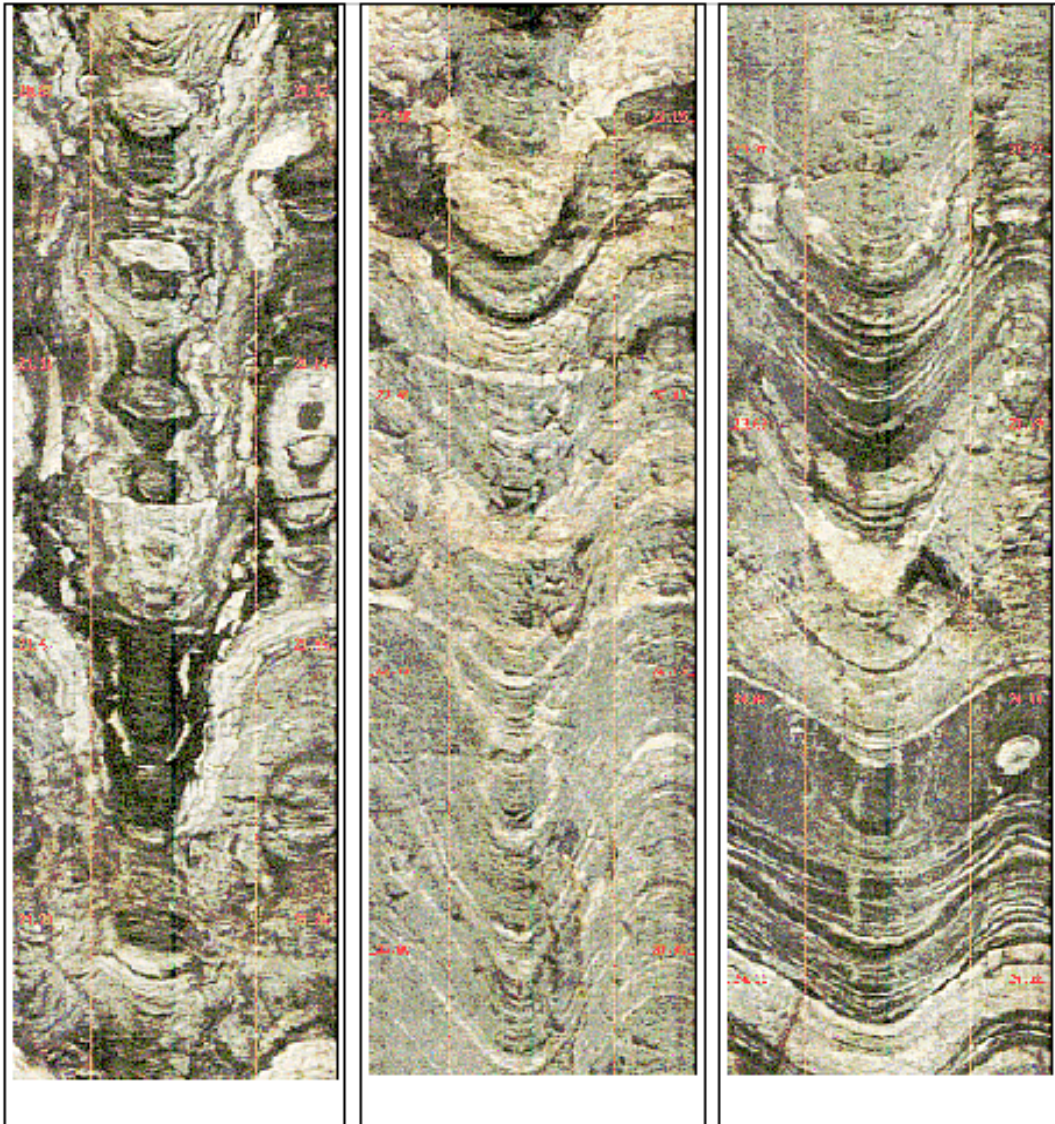






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 20,70 a 24,45 m







## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

---

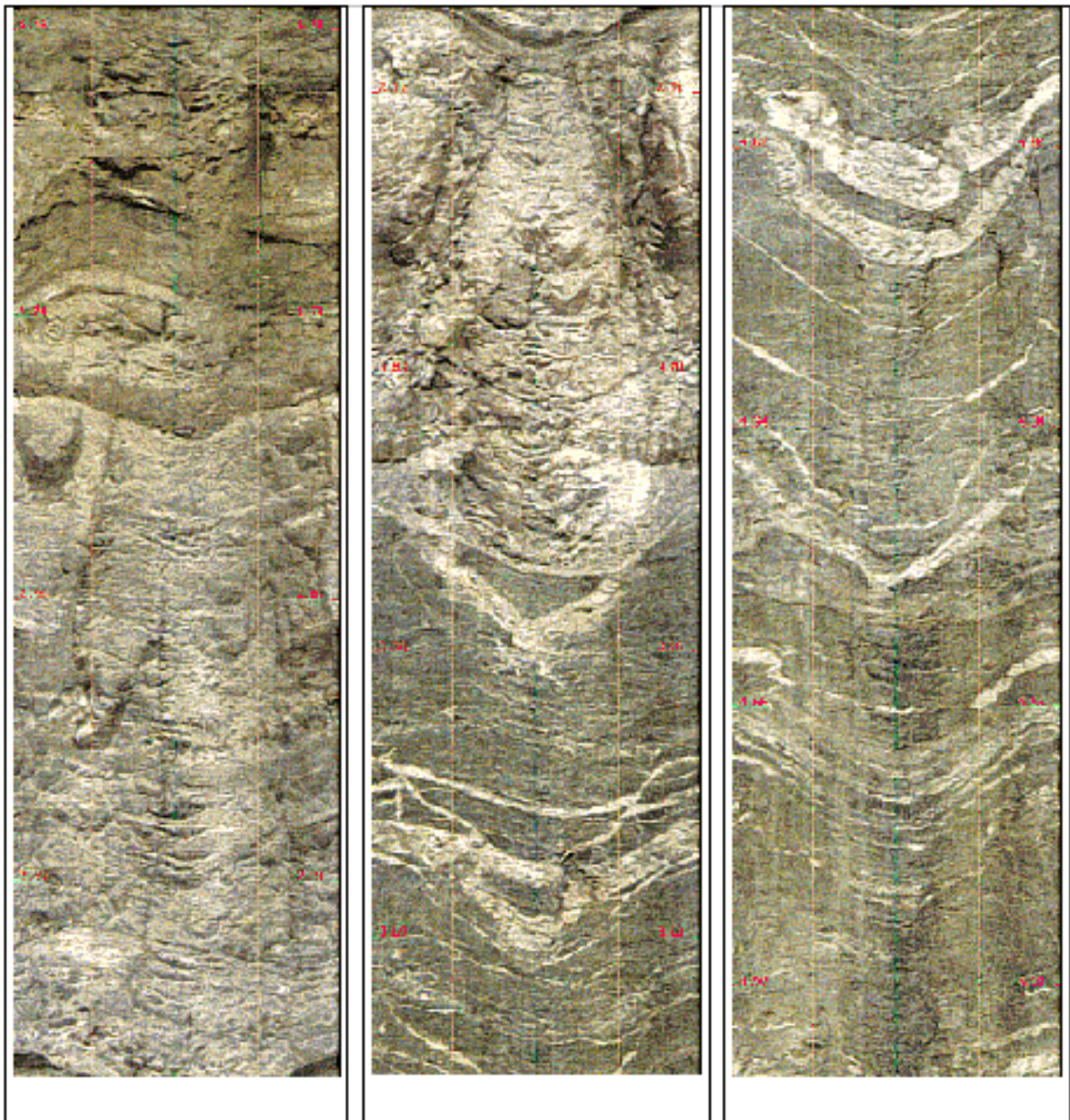
Prof. 24,45 a 25,41m





## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

TRECHO III - SRD 21 – Barragem Várzea Grande - Prof. 1,40 a 5,00 m

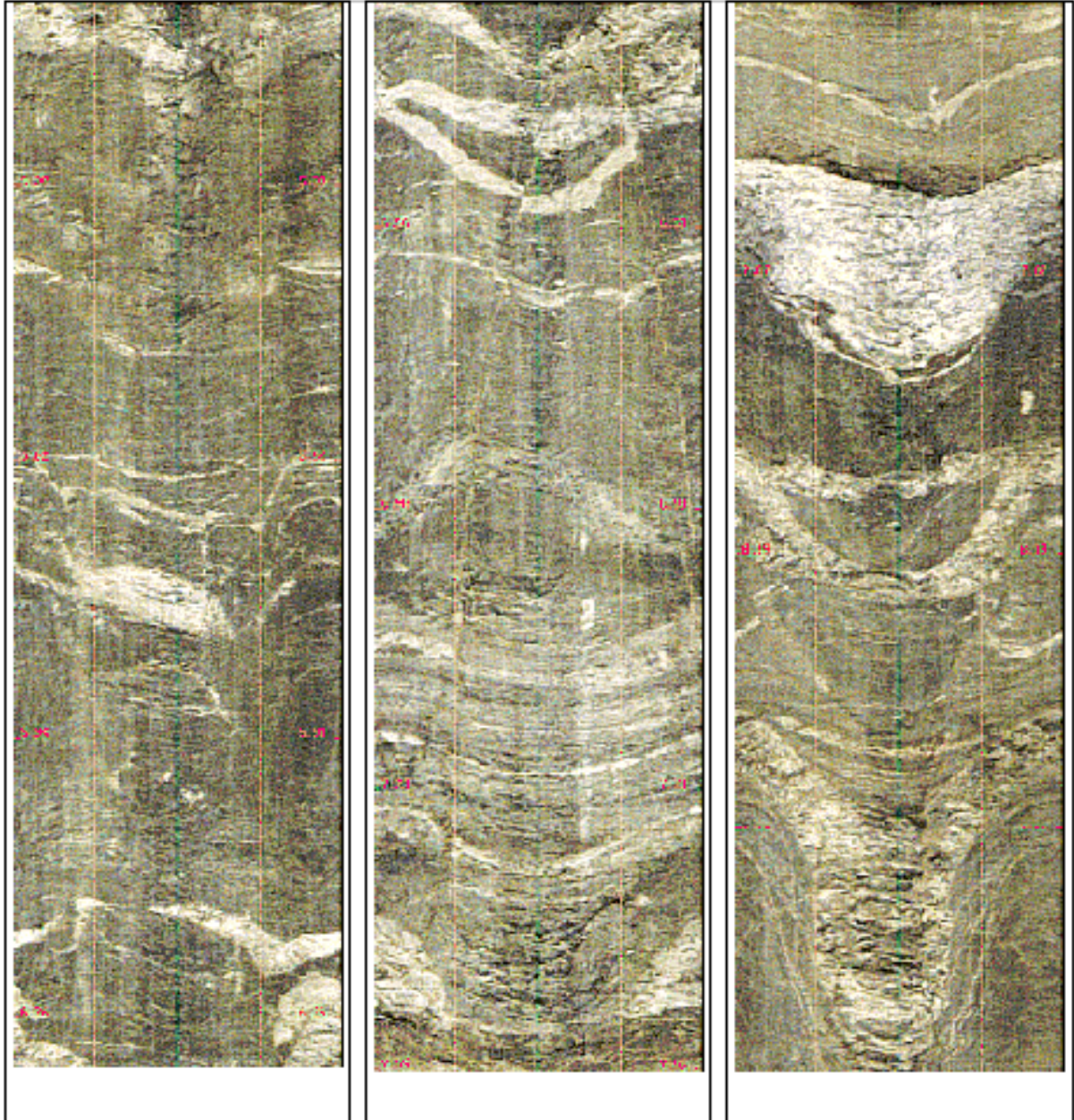






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 5,00 a 8,83 m

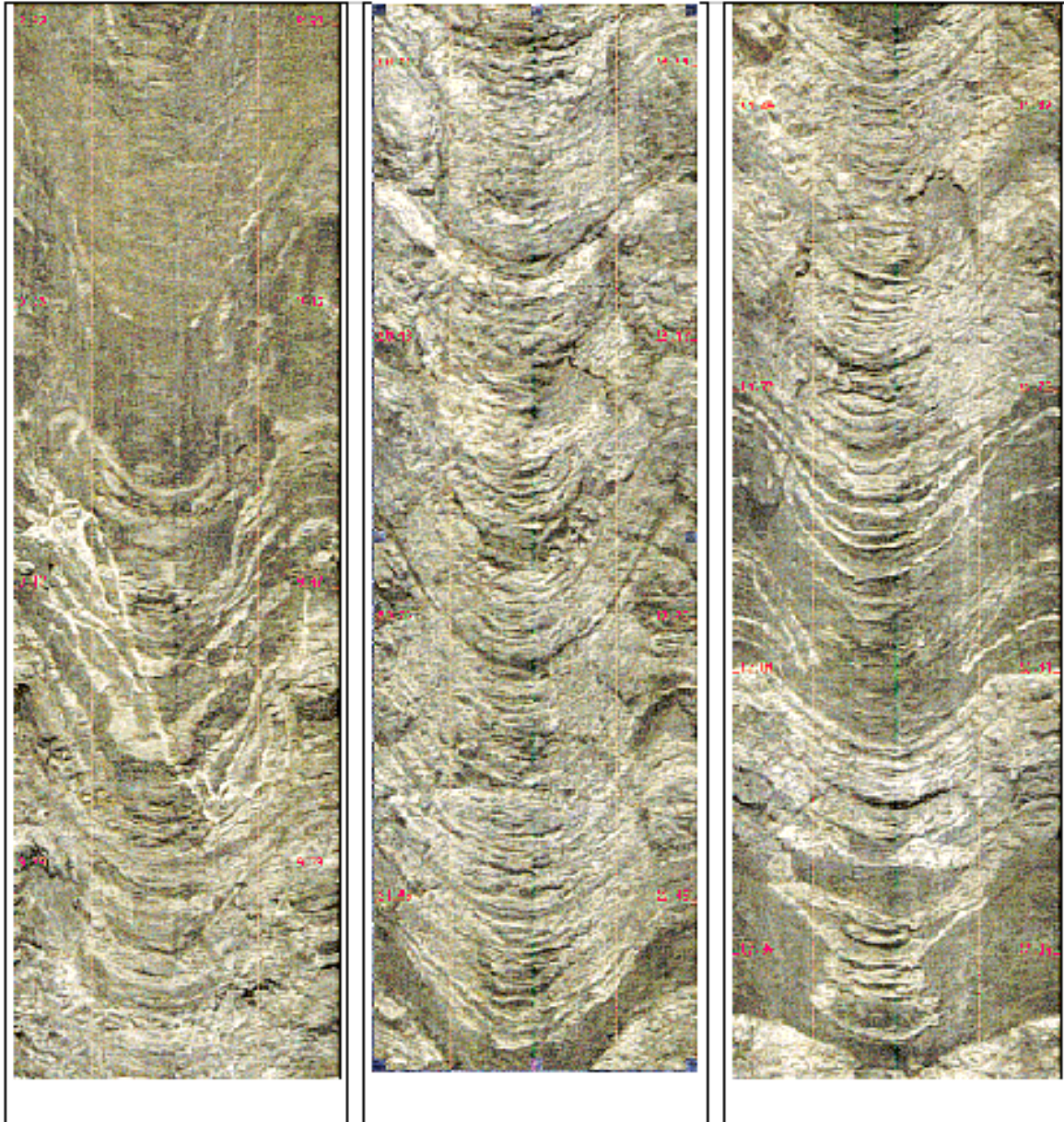






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 8,83 a 12,40 m

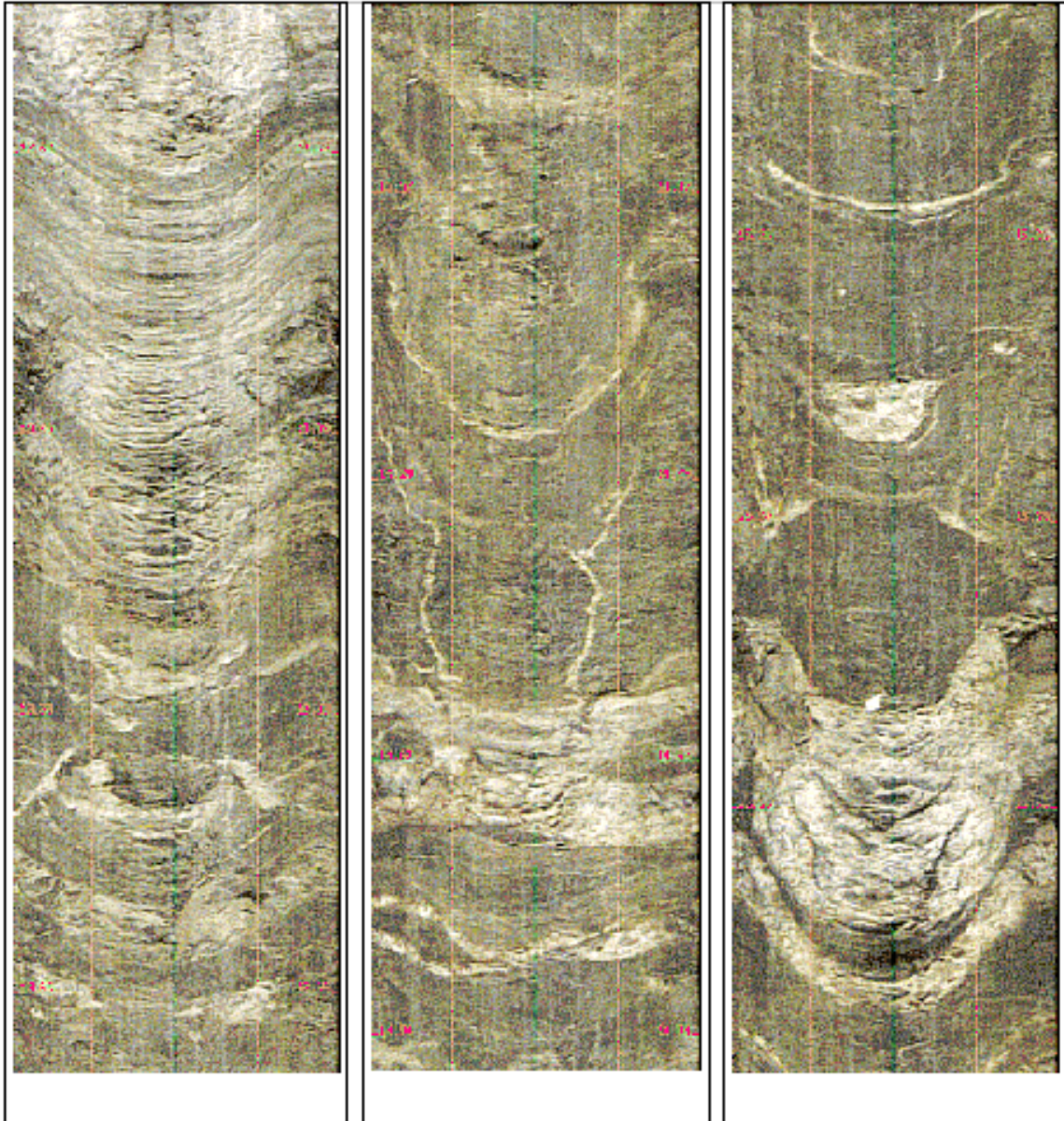






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 12,40 a 16,23 m

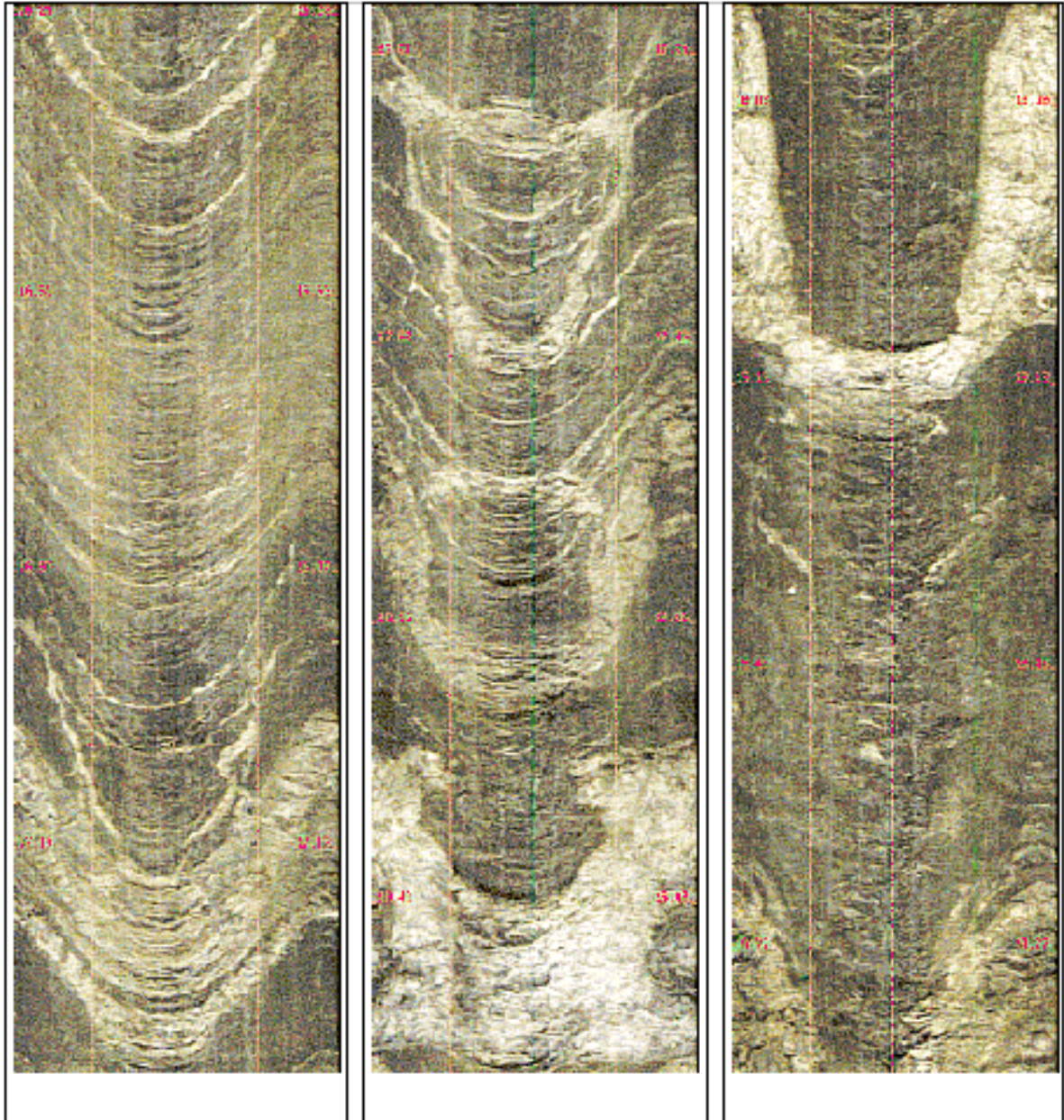






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 16,23 a 19,90 m

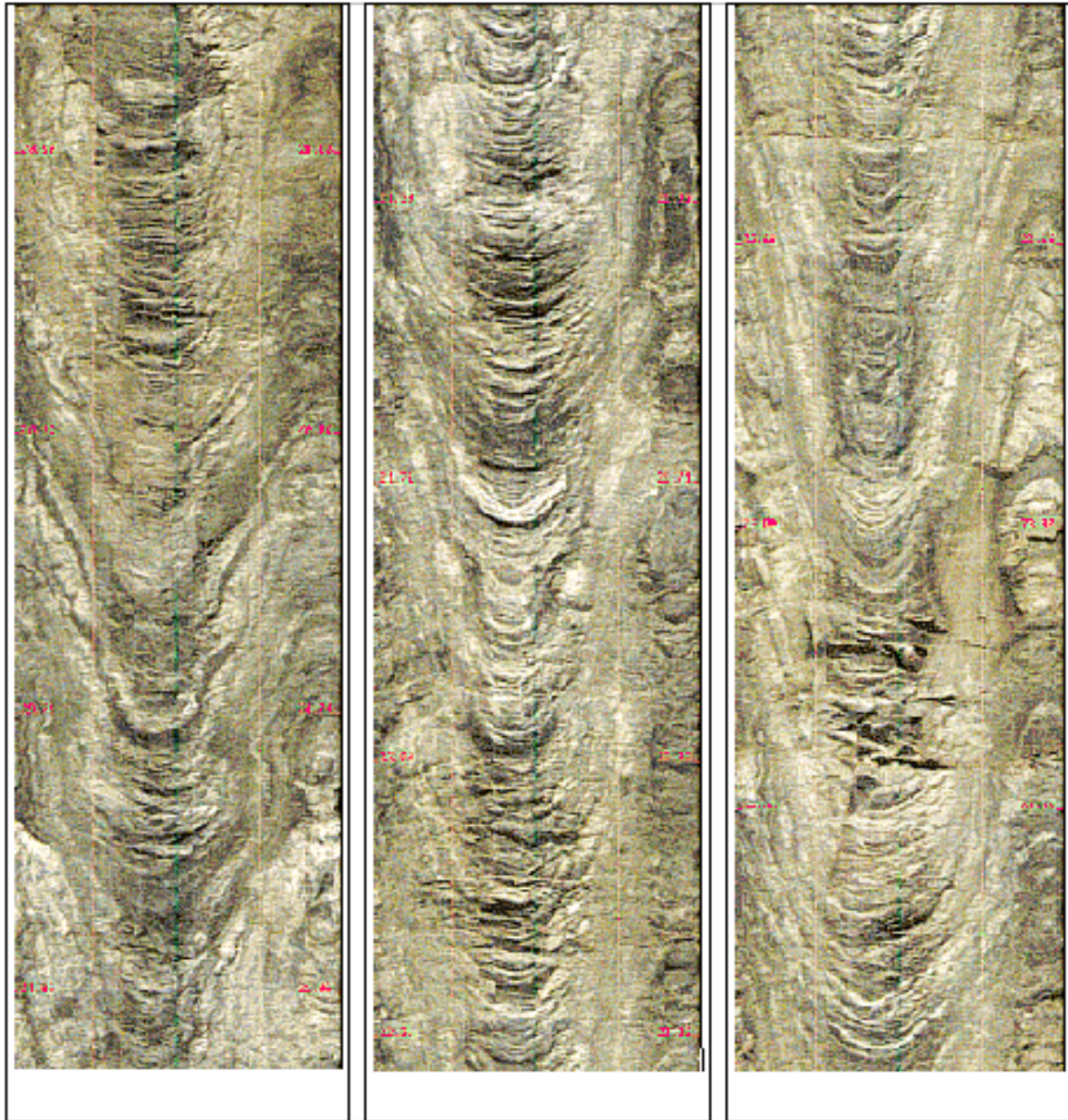


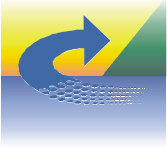




## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

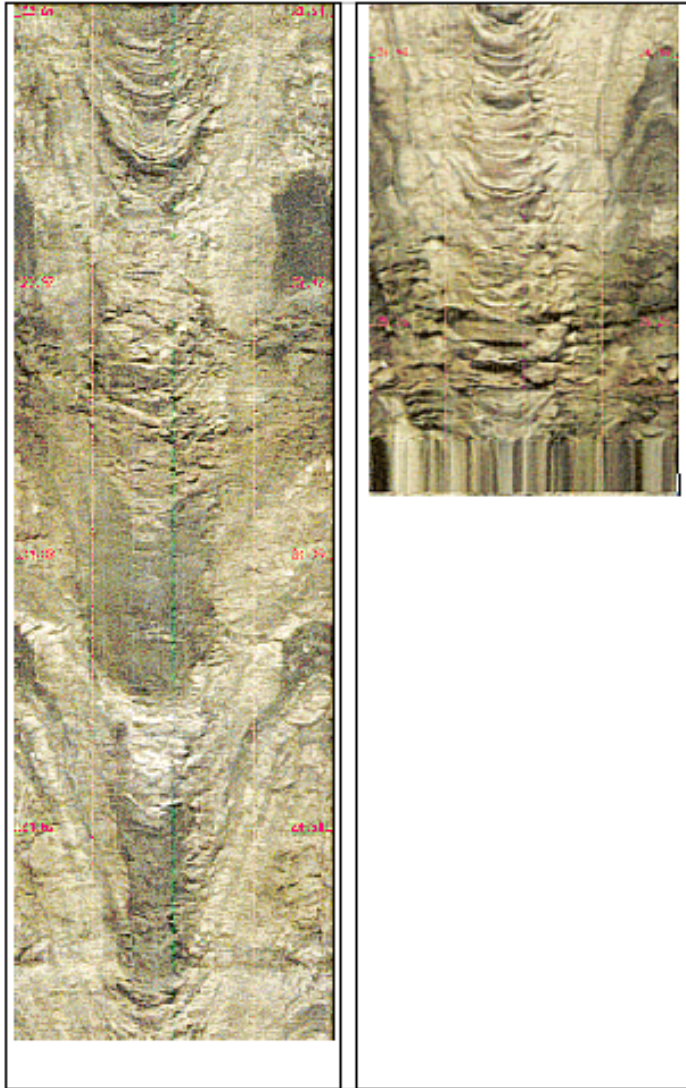
Prof. 19,90 a 23,64 m





## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 23,64 a 25,57 m







## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

SR 26









## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

---

SR 34





## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

---

SR 35

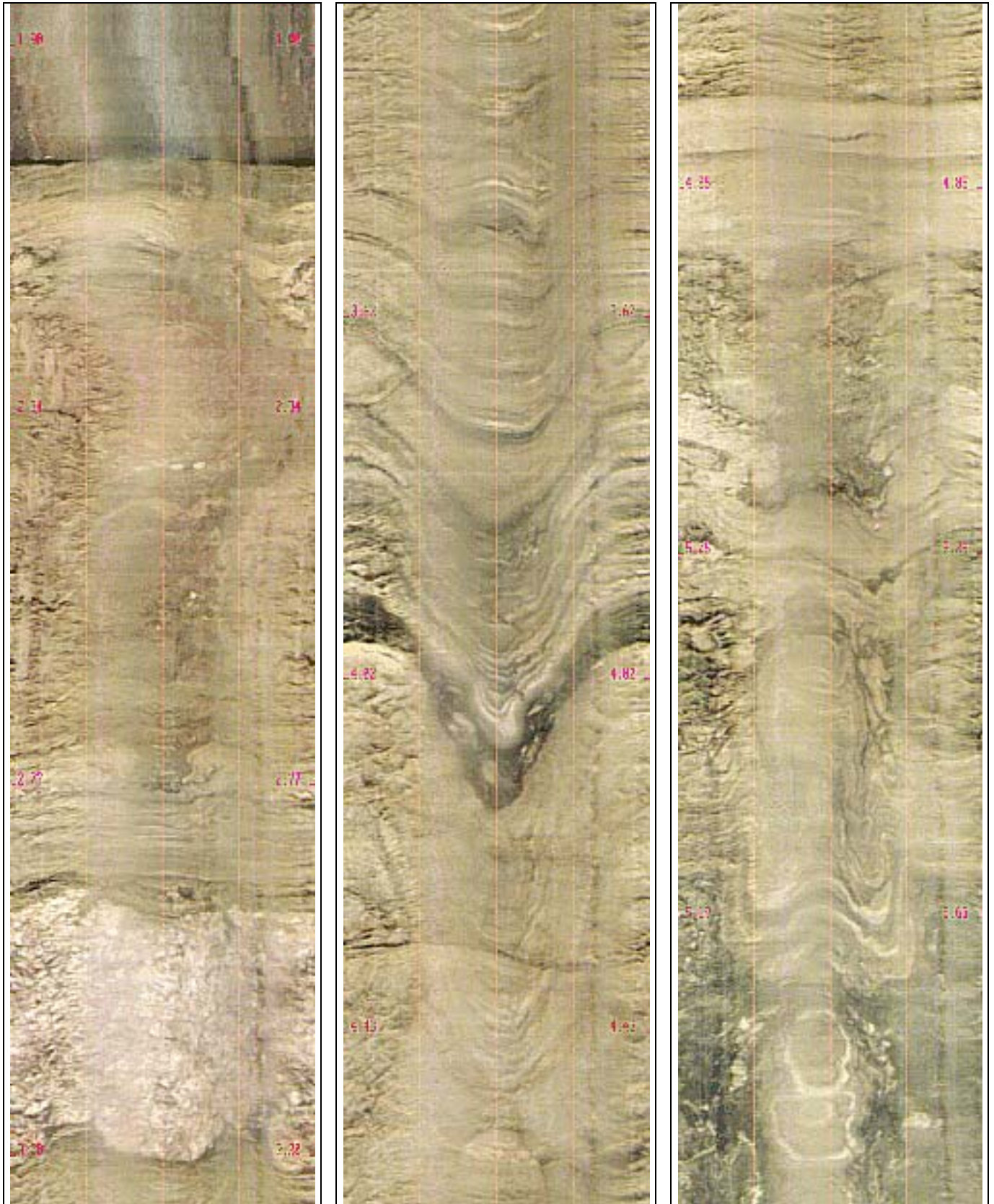






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

TRECHO III - SRD 36 - Canal - Prof. 1,90 a 6,00 m

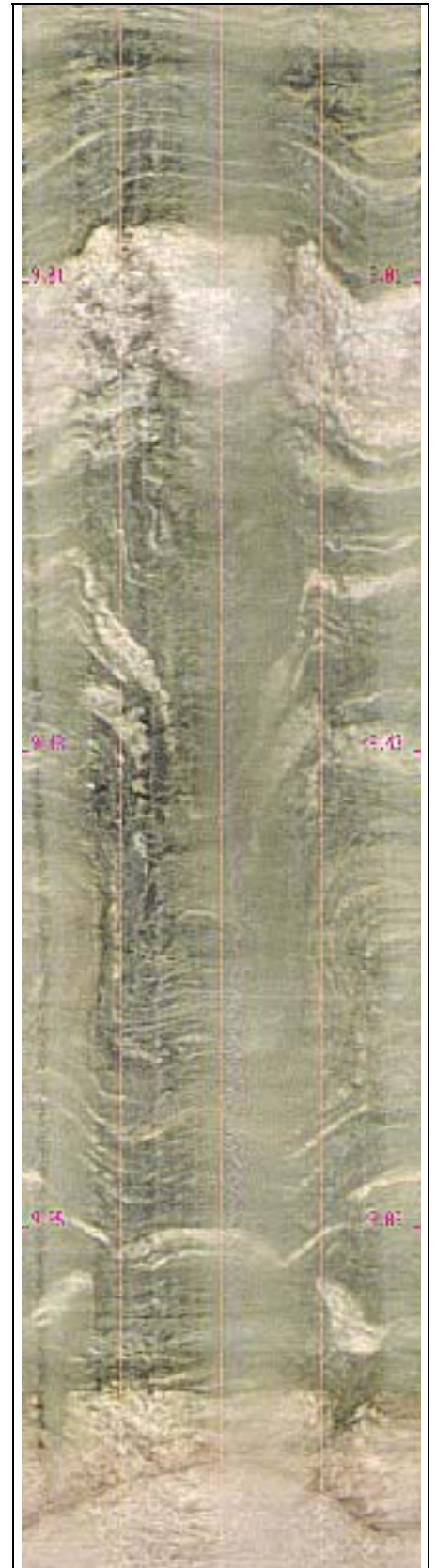
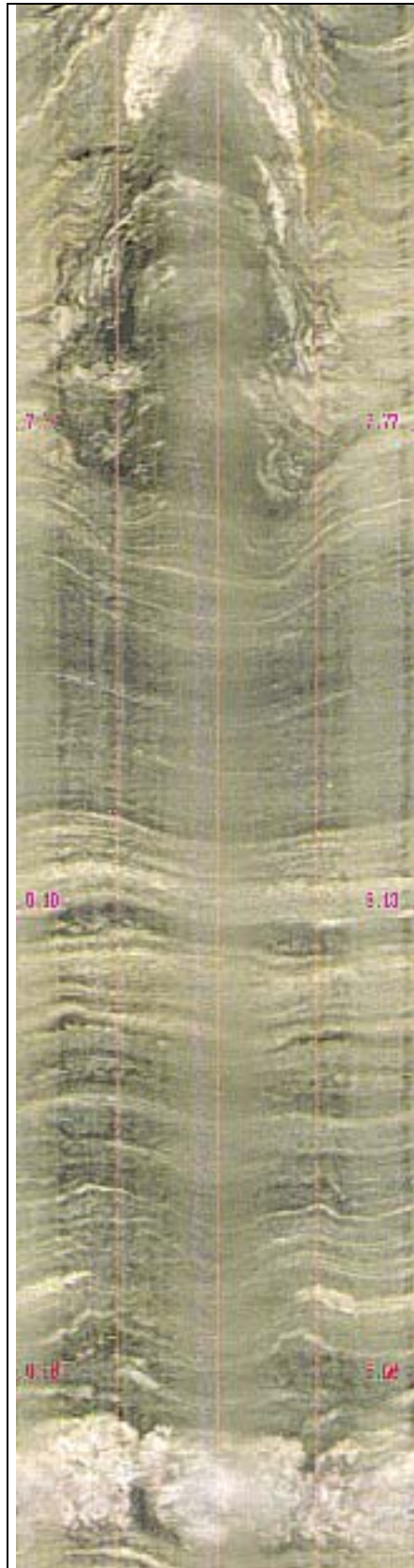






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 6,00 a 10,20 m

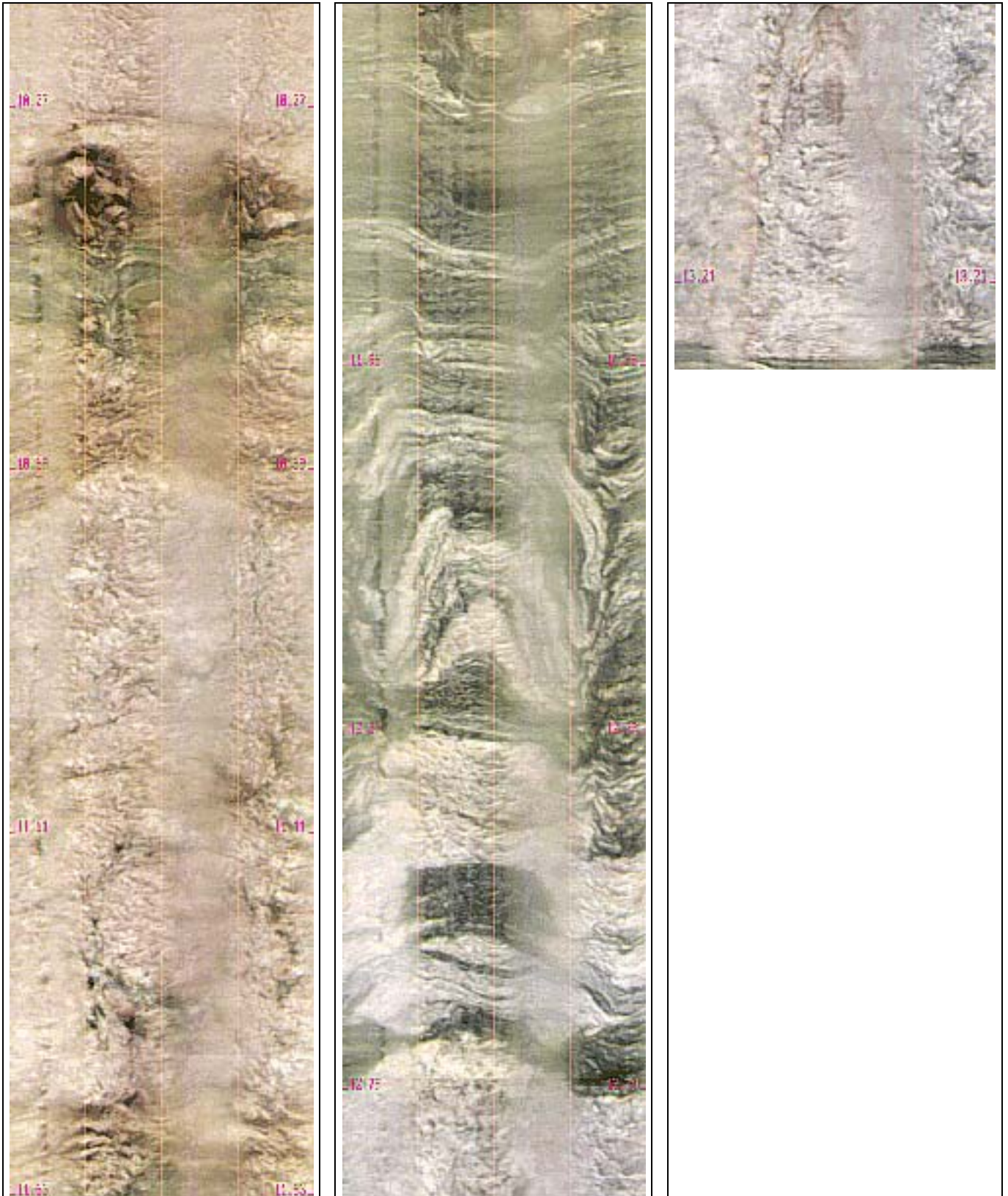






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 10,20 a 13,25 m





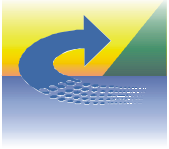


## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

SR 37





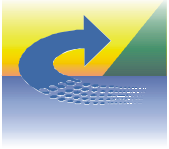


## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

TRECHO III - SRD 38 - UHE Salgado II - Prof. 1,37 a 5,20 m

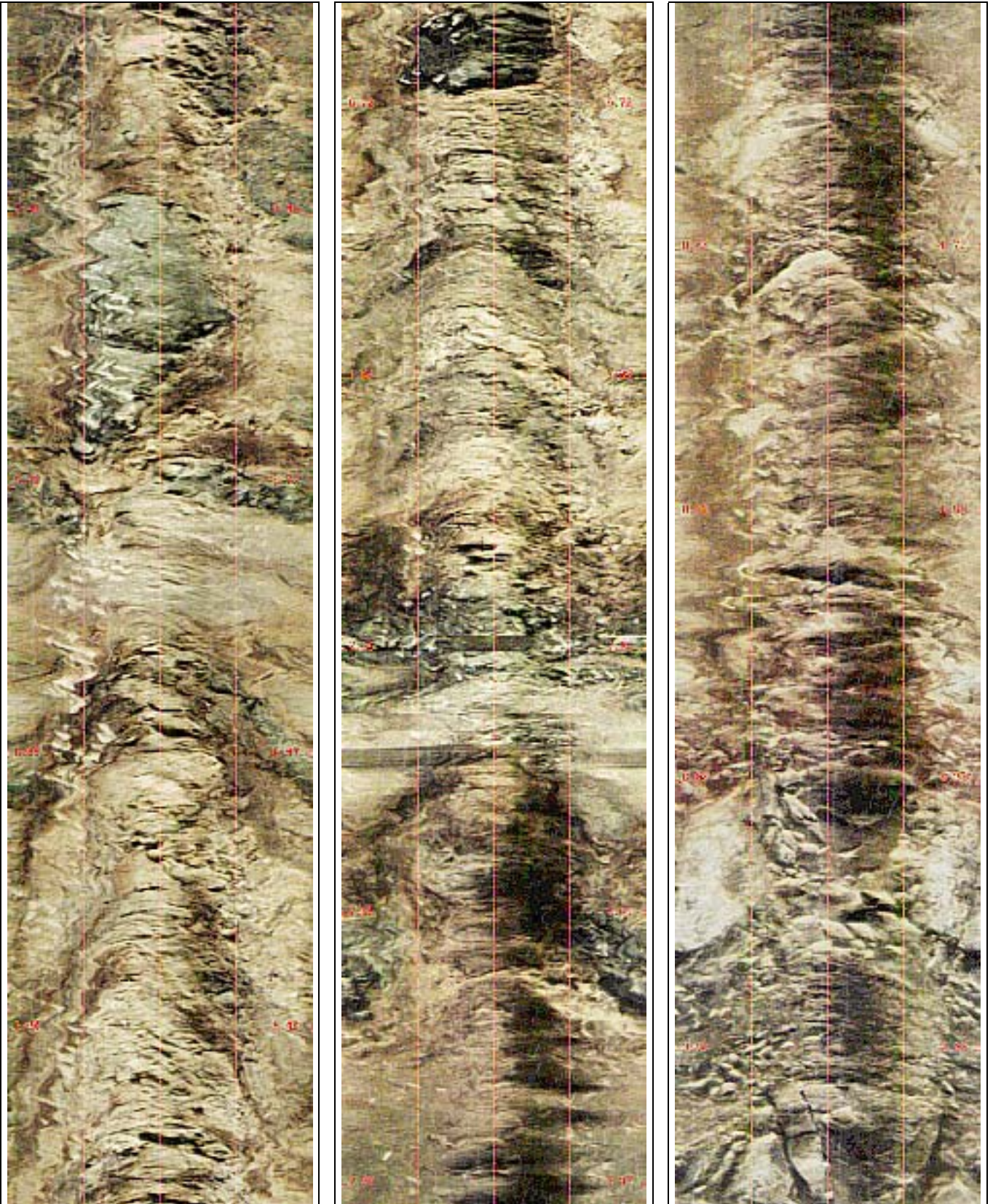




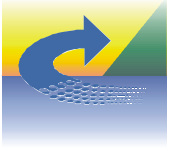


## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 5,20 a 9,45 m

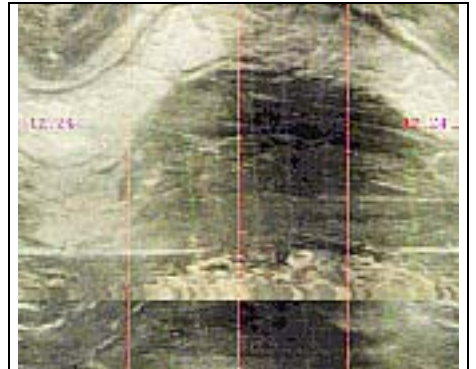
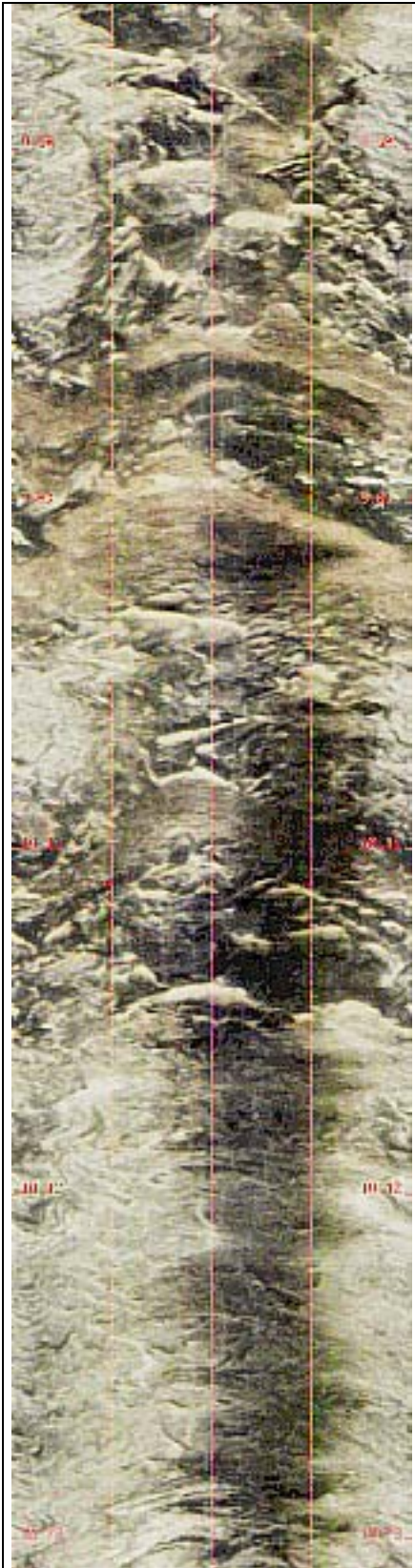




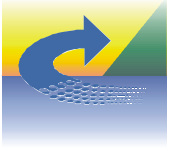


## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 9,45 a 12,46 m





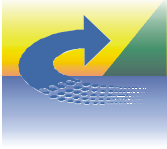


## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

### TRECHO III - SRD 39 – UHE Salgado II - Prof. 1,73 a 6,10 m

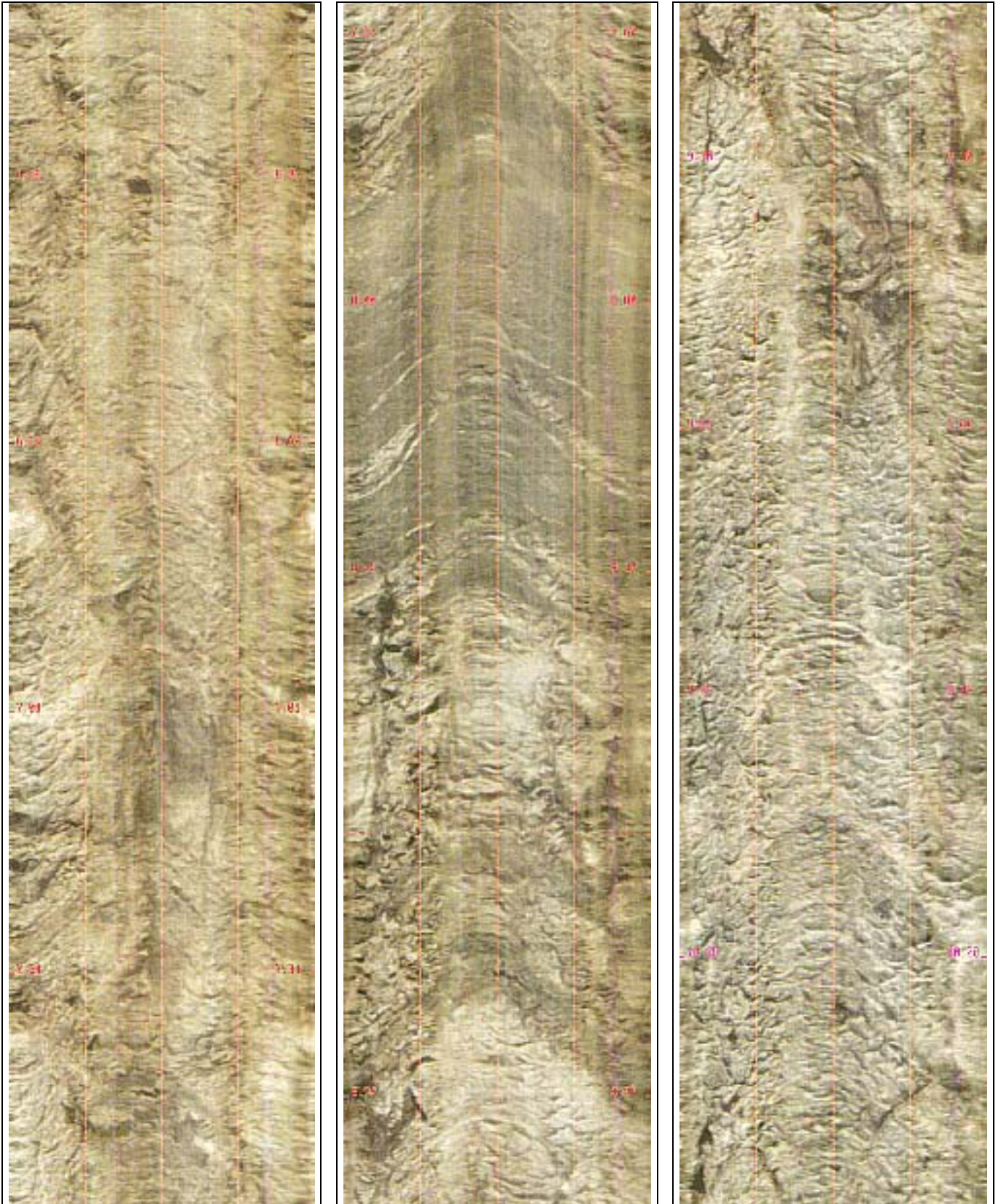




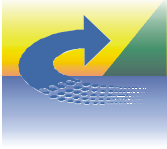


## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 6,10 a 10,60 m

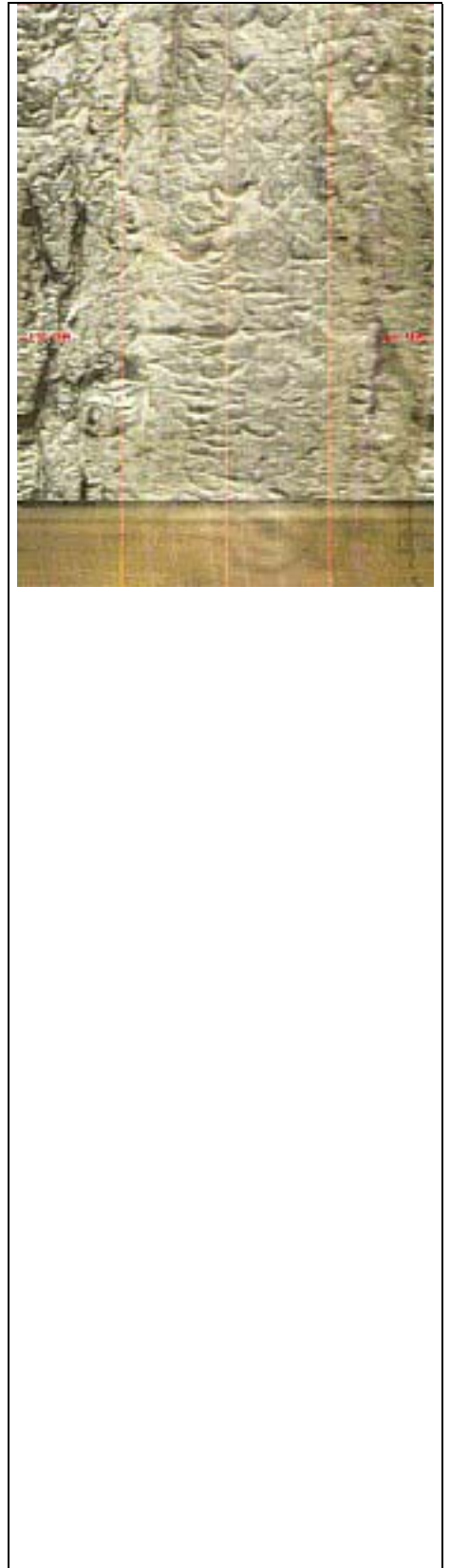
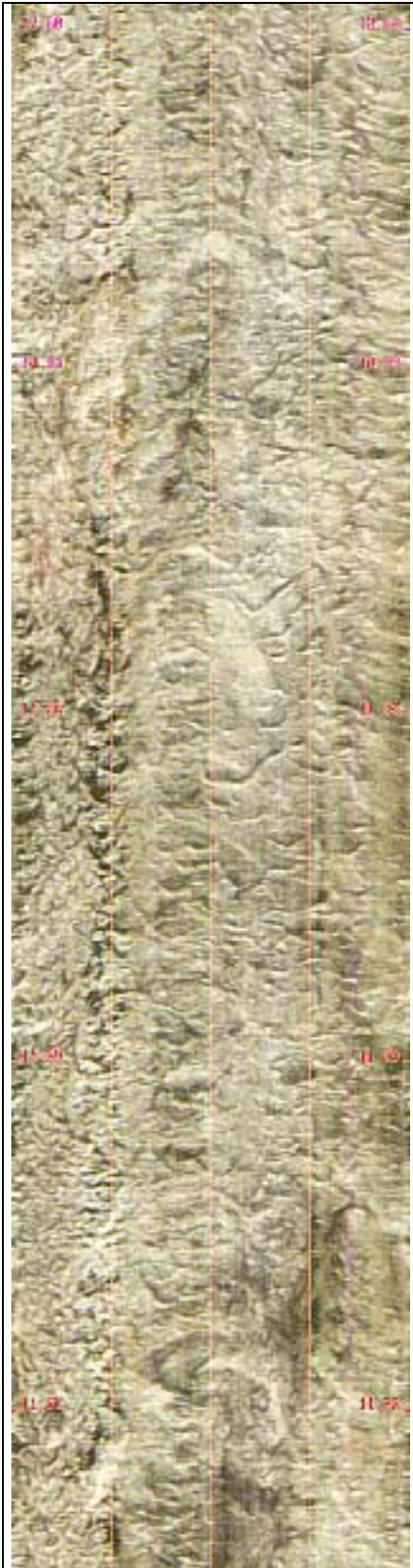






## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Prof. 10,60 a 14,10 m



















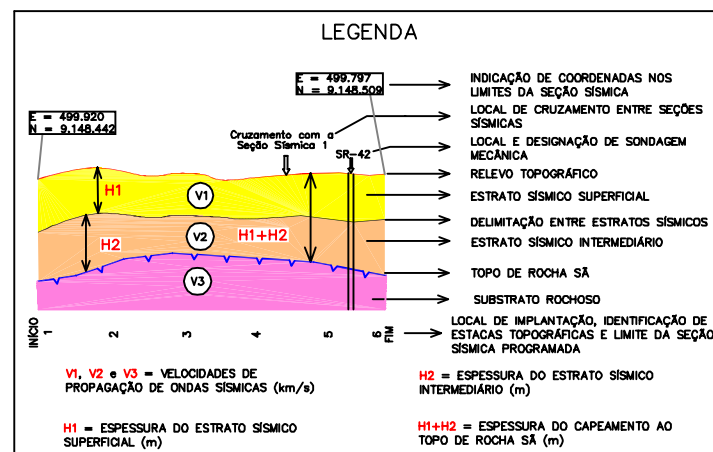
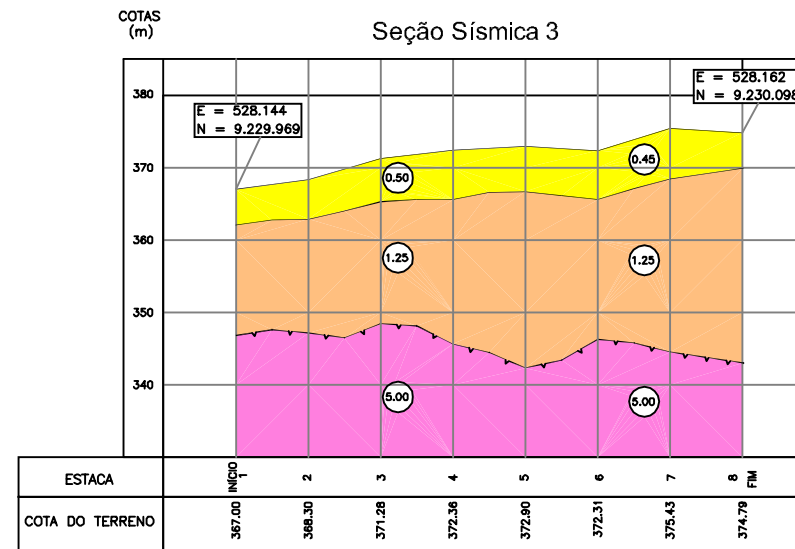
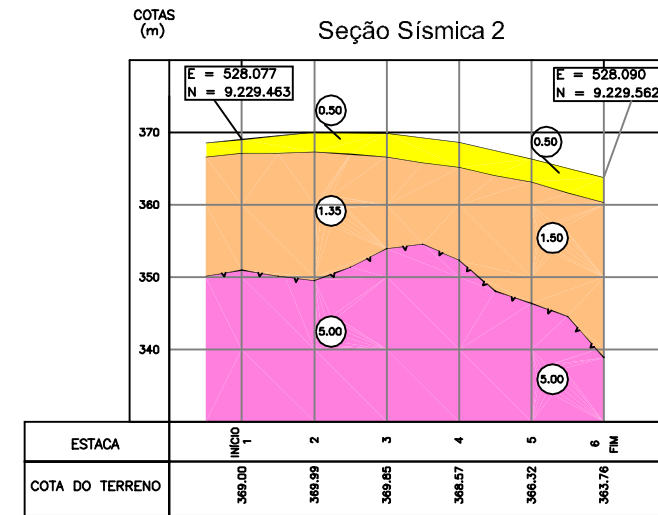
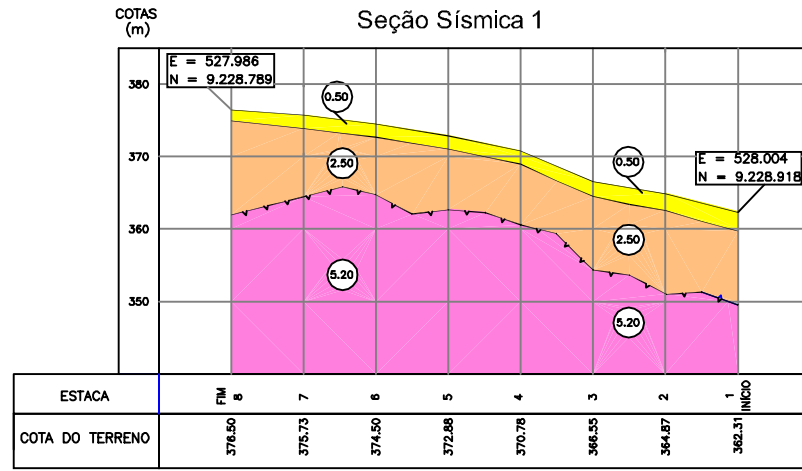






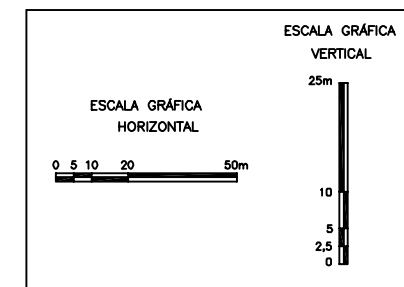
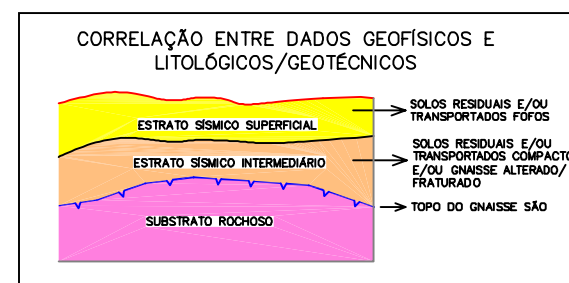


# Aqueduto Cipó



**TABELA DE ESCARIFICABILIDADE ELABORADA PARA SOLOS E ROCHAS**

Velocidade (km/s)	Designação Genérica	Caracterização	Categoria de Escavação e Desmonte
0,37 a 0,63	SOLOS RESIDUAIS E/OU TRANSPORTADOS, FOFOS	ESCAVÁVEL	1'
0,80 a 1,60	SOLOS RESIDUAIS E/OU TRANSPORTADOS COMPACTOS, E/OU GNAISSE ALTERADO E/OU FRATURADO	ESCARIFICÁVEL	1'
1,90 a 2,50	SOLOS RESIDUAIS E/OU TRANSPORTADOS COMPACTOS, E/OU GNAISSE ALTERADO E/OU FRATURADO	ESCARIFICÁVEL	2'
4,60 a 5,2	GNAISSE SÃO	NÃO ESCARIFICÁVEL DESMONTE SÓ A EXPLOSIVO	3



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

REV. Nº	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	EXEC.	VERIF.	APROV.
---------	------	---------------------	-------	--------	--------

**GEOTEC LEVANTAMENTOS GEOFÍSICOS S/C LTDA**

Nº EMPRESA: \_\_\_\_\_ REV. \_\_\_\_\_  
 PROJETO: R.L.H. DATA: 15 / 09 / 03  
 PROJETISTA: P.S.S. DES. DATA: 15 / 09 / 03  
 VERIFICAÇÃO: G.L. / R.L.H. DATA: 15 / 09 / 03  
 APROVAÇÃO: G.L.

VERIFICAÇÃO DE COORDENAÇÃO

ÁREA	CIVIL	MECÂNICA	ELETRICA
ESTRUT.	GEOTEC.	GEOLOG.	HIDRAUL.

NOME: \_\_\_\_\_  
 VISTO: \_\_\_\_\_  
 DATA: \_\_\_\_\_

**FUNCATÉ**  
 FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA, APLICAÇÕES E TECNOLOGIA ESPACIAIS

VERIFICAÇÃO: A.A.S.F. DATA: 15 / 09 / 03  
 APROVAÇÃO: R.A.A. DES. DATA: 15 / 09 / 03  
 APROVAÇÃO: A.C.V. DATA: 15 / 09 / 03

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

PROJETO BÁSICO

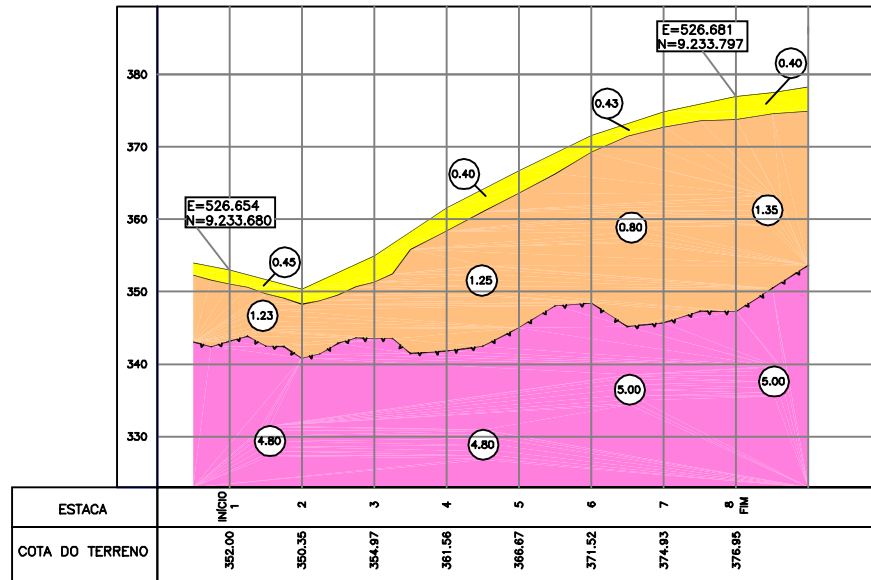
TRECHO III - EIXO NORTE  
 AQUEDUTO CIPÓ  
 SEÇÃO SÍSMICA 1, SEÇÃO SÍSMICA 2 E SEÇÃO SÍSMICA 3

SUBSTITUI	SUBSTITUÍDO POR	ESCALA
Nº EN.B/III.DS.GL.0013	REV. 0/A	V=1:500 H=1:1.000

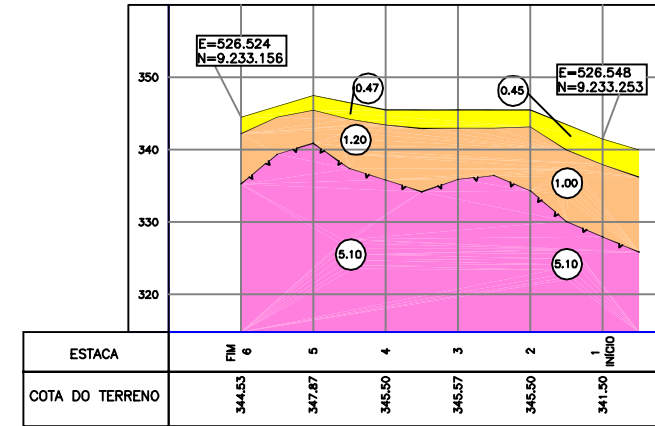


# Aqueduto Bom Jardim

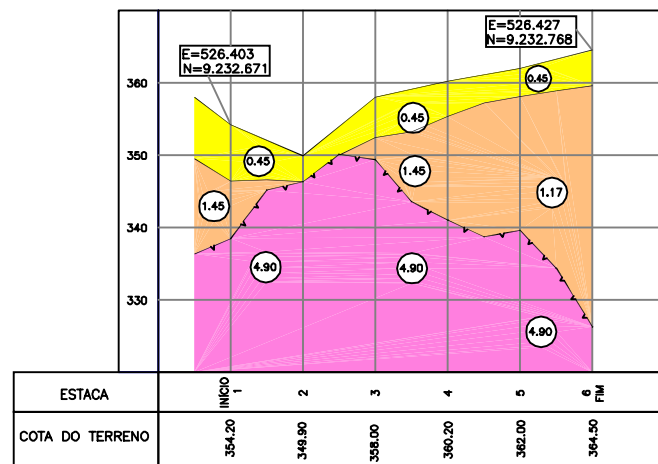
COTAS (m) Seção Sísmica 1



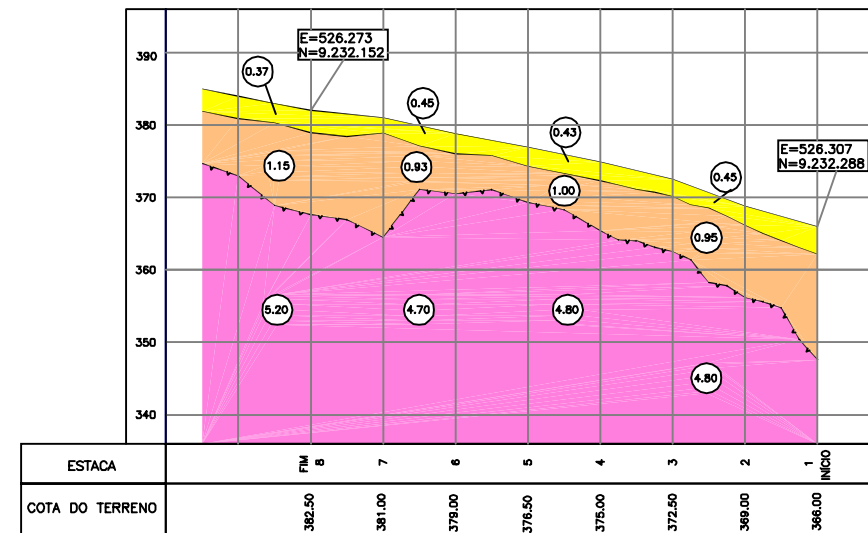
COTAS (m) Seção Sísmica 2



COTAS (m) Seção Sísmica 3



COTAS (m) Seção Sísmica 4



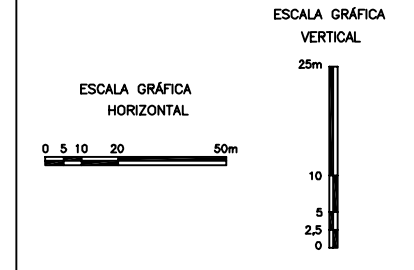
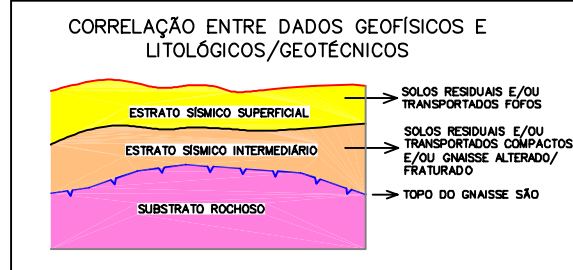
**LEGENDA**

INDICAÇÃO DE COORDENADAS NOS LIMITES DA SEÇÃO SÍSMICA  
 LOCAL DE CRUZAMENTO ENTRE SEÇÕES SÍSMICAS  
 LOCAL E DESIGNAÇÃO DE SONDAGEM MECÂNICA  
 RELEVO TOPOGRÁFICO  
 ESTRATO SÍSMICO SUPERFICIAL  
 DELIMITAÇÃO ENTRE ESTRATOS SÍSMICOS  
 ESTRATO SÍSMICO INTERMEDIÁRIO  
 TOPO DE ROCHA Sã  
 SUBSTRATO ROCHOSO  
 LOCAL DE IMPLANTAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO DE ESTACAS TOPOGRÁFICAS E LIMITE DA SEÇÃO SÍSMICA PROGRAMADA

**V1, V2 e V3 = VELOCIDADES DE PROPAGAÇÃO DE ONDAS SÍSMICAS (km/s)**  
**H1 = ESPESURA DO ESTRATO SÍSMICO SUPERFICIAL (m)**  
**H2 = ESPESURA DO ESTRATO SÍSMICO INTERMEDIÁRIO (m)**  
**H1+H2 = ESPESURA DO CAPEAMENTO AO TOPO DE ROCHA Sã (m)**

**TABELA DE ESCARIFICABILIDADE ELABORADA PARA SOLOS E ROCHAS**

Velocidade (km/s)	Designação Genérica	Caracterização	Categoria de Escavação e Desmonte
0,37 a 0,63	SOLOS RESÍDUOS E/OU TRANSPORTADOS, FOFOS	ESCAVÁVEL	1
0,80 a 1,60	SOLOS RESÍDUOS E/OU TRANSPORTADOS COMPACTOS, E/OU GNAISSE ALTERADO E/OU FRATURADO	ESCARIFICÁVEL	1
1,90 a 2,50	SOLOS RESÍDUOS E/OU TRANSPORTADOS COMPACTOS, E/OU GNAISSE ALTERADO E/OU FRATURADO	ESCARIFICÁVEL	2
4,60 a 5,2	GNAISSE Sã	NÃO ESCARIFICÁVEL DESMONTÉ Sã A EXPLOSIVO	3



MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL  
 SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

REV. Nº DATA NATUREZA DA REVISÃO EXEC. VERIF. APROV.

GEOTEC LEVANTAMENTOS GEOFÍSICOS S/C LTDA

Nº EMPRESA REV. DATA

PROJETO R.L.H. DATA 15 / 09 / 03

PROJETISTA P.S.S. DES. DATA 15 / 09 / 03

VERIFICAÇÃO G.L./ R.L.H. DATA 15 / 09 / 03

APROVAÇÃO G.L.

VERIFICAÇÃO DE COORDENAÇÃO

ÁREA	CIVIL	MECÂNICA	ELETRICA
ESTRUT.	GEOTEC.	GEOLOG.	HIDRAUL.

NOME VISTO DATA

**FUNCATÉ**  
 FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA, APLICAÇÕES E TECNOLOGIA ESPACIAIS

VERIFICAÇÃO A.A.S.F. DATA 15 / 09 / 03

APROVAÇÃO R.A.A. DES. DATA 15 / 09 / 03

APROVAÇÃO A.C.V. DATA 15 / 09 / 03

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

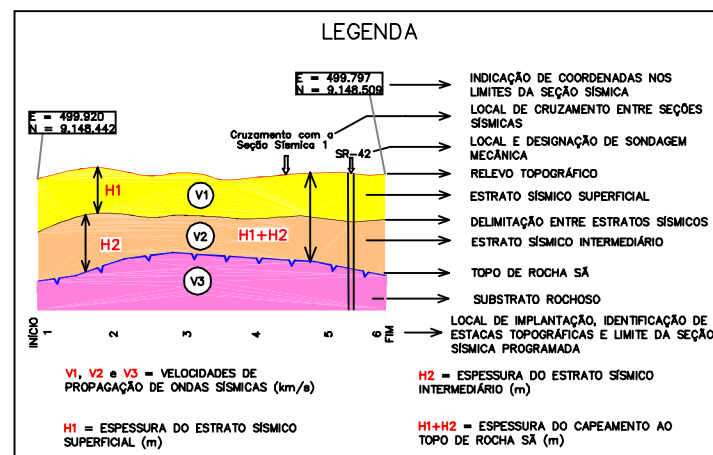
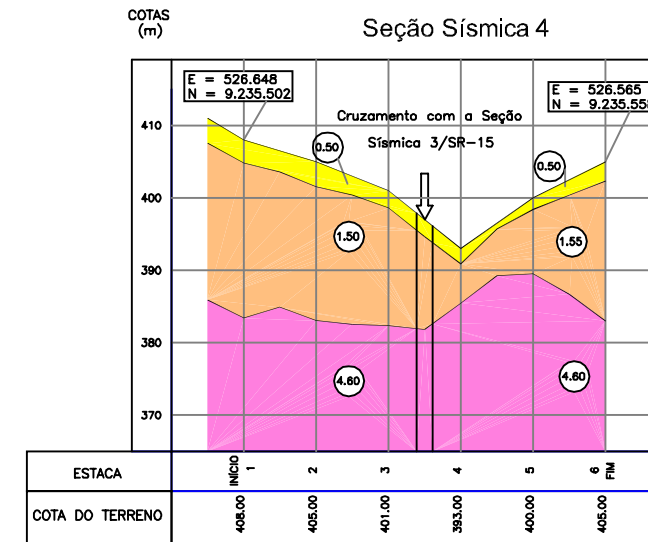
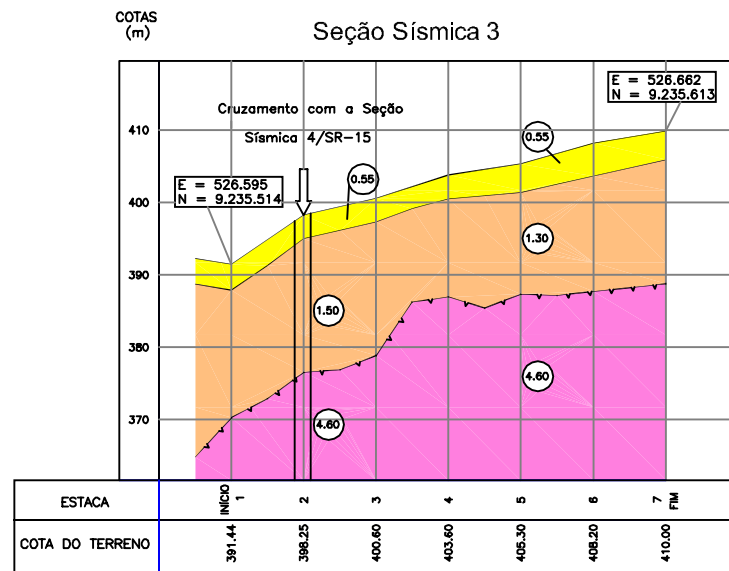
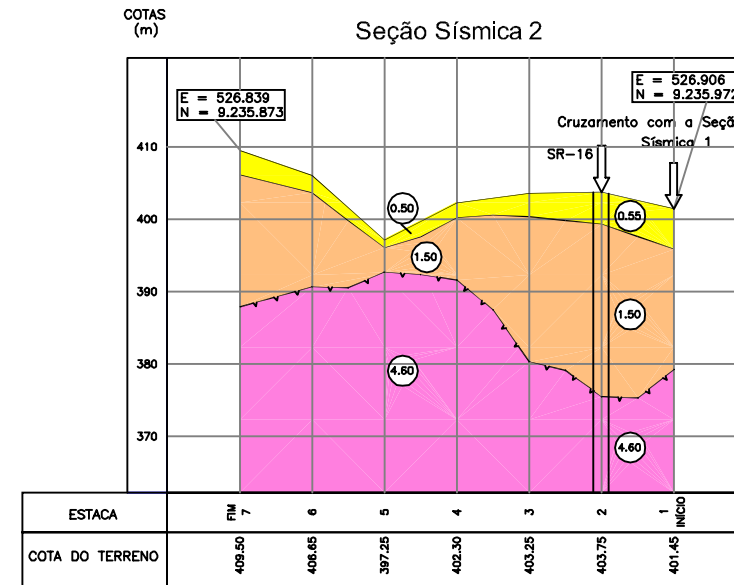
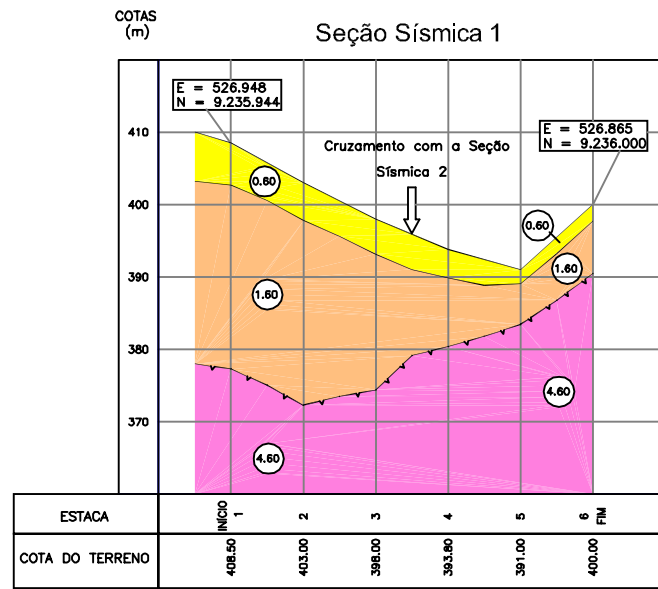
PROJETO BÁSICO

TRECHO III - EIXO NORTE  
 AQUEDUTO BOM JARDIM  
 SEÇÃO SÍSMICA 1, SEÇÃO SÍSMICA 2  
 SEÇÃO SÍSMICA 3 E SEÇÃO SÍSMICA 4

SUBSTITUI ESCALA V=1:500 H=1:1.000

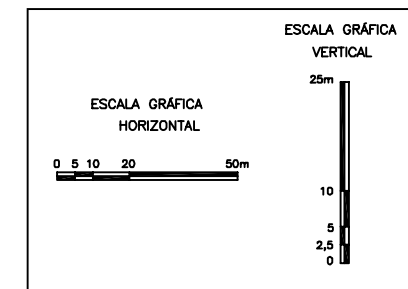
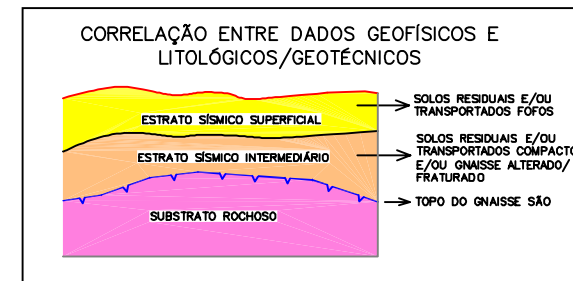
Nº EN.B/III.DS.GL.0014 REV. 0/A

# Túnel Serra da Areia



**TABELA DE ESCARIFICABILIDADE ELABORADA PARA SOLOS E ROCHAS**

Velocidade (km/s)	Designação Genérica	Caracterização	Categoria de Escavação e Desmonte
0,37 a 0,63	SOLOS RESÍDUOS E/OU TRANSPORTADOS, FOFOS	ESCAVÁVEL	1'
0,80 a 1,60	SOLOS RESÍDUOS E/OU TRANSPORTADOS COMPACTOS, E/OU GNAISSE ALTERADO E/OU FRATURADO	ESCARIFICÁVEL	1'
1,90 a 2,50	SOLOS RESÍDUOS E/OU TRANSPORTADOS COMPACTOS, E/OU GNAISSE ALTERADO E/OU FRATURADO	ESCARIFICÁVEL	2'
4,60 a 5,2	GNAISSE SÃO	NÃO ESCARIFICÁVEL. DESMONTES SÓ A EXPLOSIVO	3'



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

**GEOTEC LEVANTAMENTOS GEOFÍSICOS S/C LTDA**

REV. Nº	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	EXEC.	VERIF.	APROV.

Nº EMPRESA: \_\_\_\_\_ REV. \_\_\_\_\_  
 PROJETO: R.L.H. DATA: 15 / 09 / 03  
 PROJETISTA: P.S.S. DES. DATA: 15 / 09 / 03  
 VERIFICAÇÃO: G.L. / R.L.H. DATA: 15 / 09 / 03  
 APROVAÇÃO: G.L.

VERIFICAÇÃO DE COORDENAÇÃO

ÁREA	CIVIL	ESTRUT.	GEOTEC.	GEOLOG.	HIDRAUL.	MECÂNICA	ELETRICA
NOME							
VISTO							
DATA							

**FUNCCATE**  
 FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA, APLICAÇÕES E TECNOLOGIA ESPACIAIS

VERIFICAÇÃO: A.A.S.F. DATA: 15 / 09 / 03  
 APROVAÇÃO: R.A.A. DES. DATA: 15 / 09 / 03  
 APROVAÇÃO: A.C.V. DATA: 15 / 09 / 03

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

PROJETO BÁSICO

TRECHO III - EIXO NORTE  
 AQUEDUTO SERRA DA AREIA  
 SEÇÃO SÍSMICA 1, SEÇÃO SÍSMICA 2  
 SEÇÃO SÍSMICA 3 E SEÇÃO SÍSMICA 4

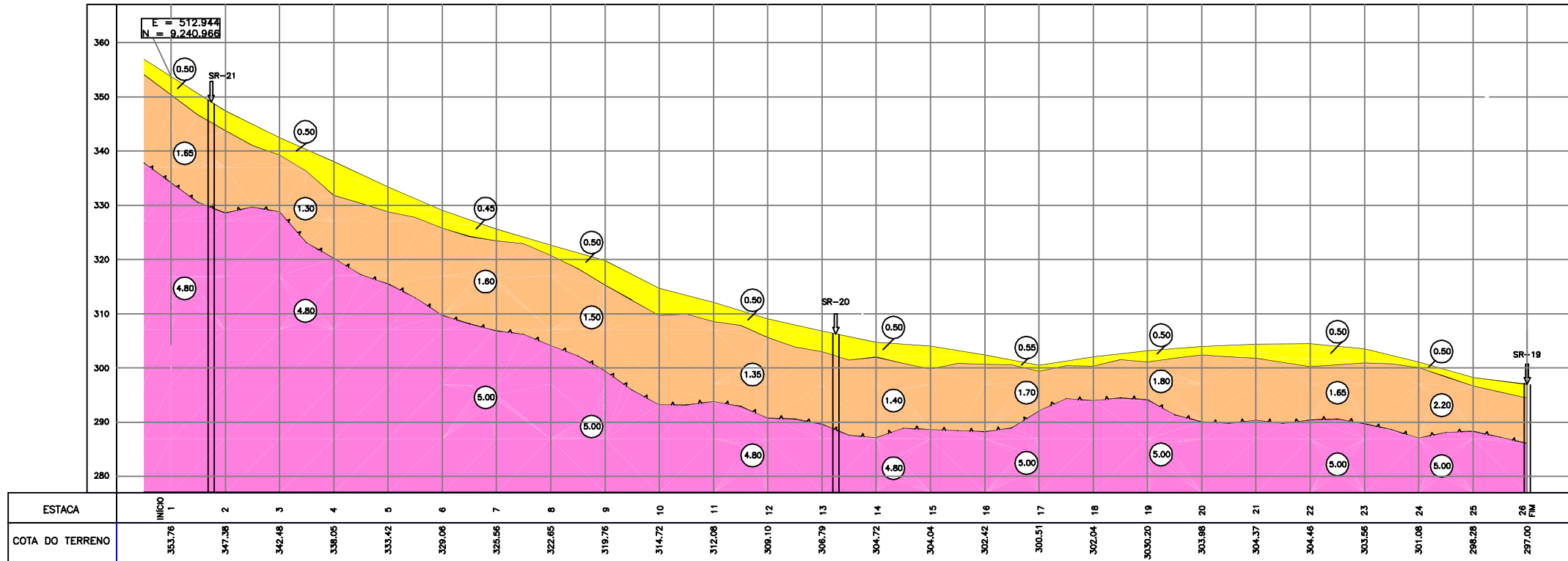
SUBSTITUI	SUBSTITUÍDO POR	ESCALA	V=1:500 H=1:1.000
Nº	EN.B/III.DS.GL.0015	REV.	0/A



# Barragem Várzea Grande

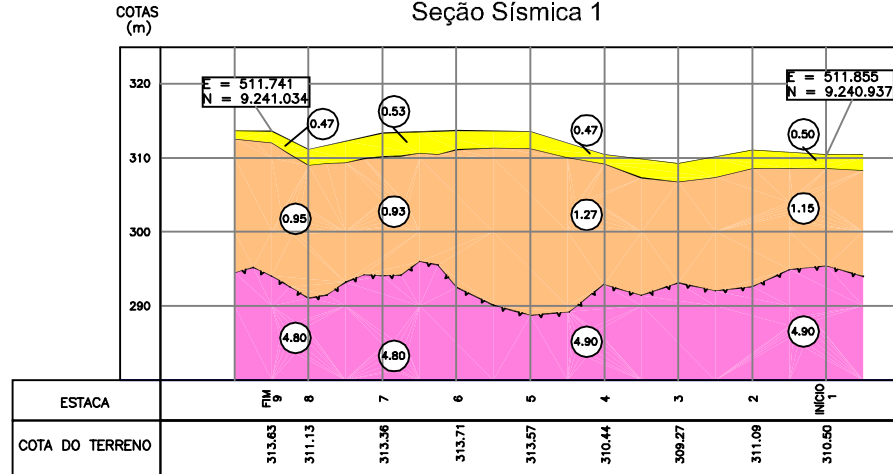
COTAS (m)

## Seção Sísmica 1



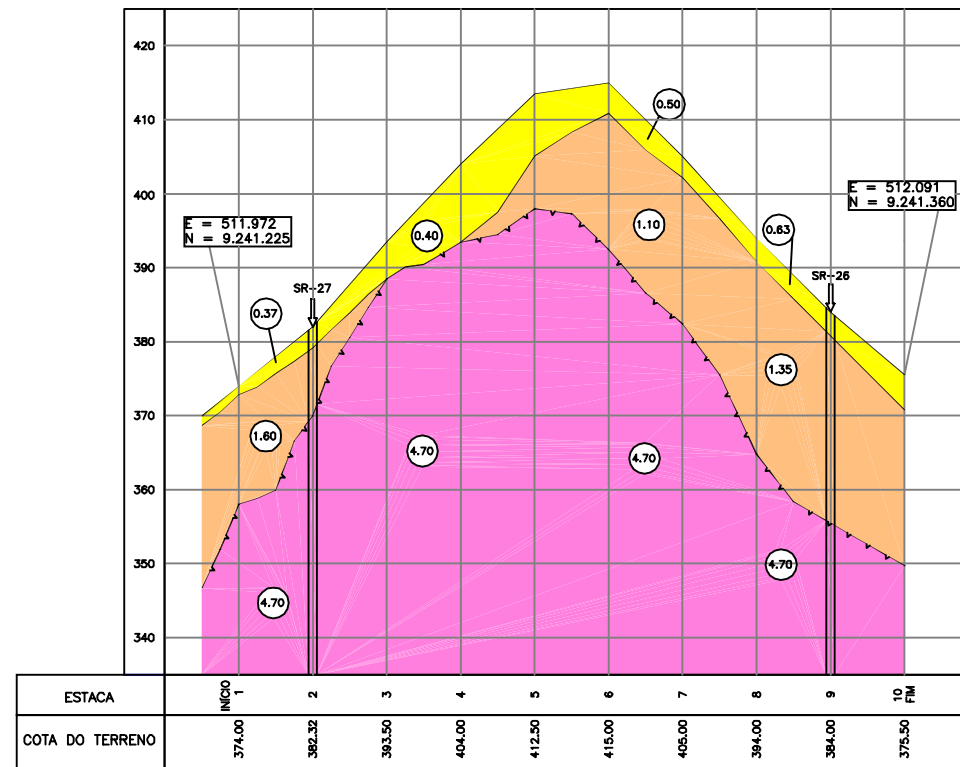
# UHE Salgado I

## Seção Sísmica 1

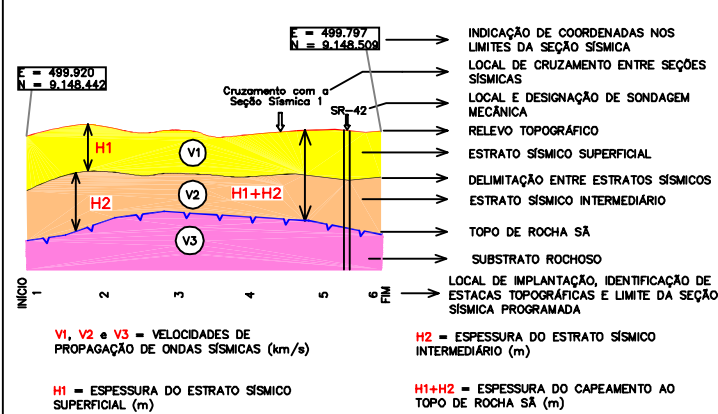


COTAS (m)

## Seção Sísmica 2

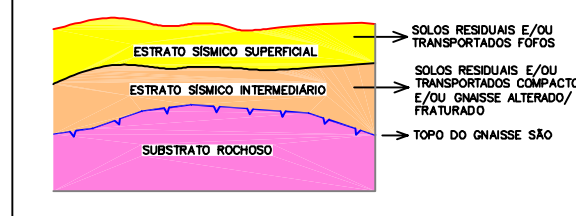


### LEGENDA

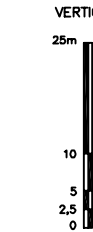


Velocidade (km/s)	Designação Genérica	Caracterização	Categoria de Escavação e Desmonte
0,37 a 0,63	SOLOS RESIDUAIS E/OU TRANSPORTADOS, FÓFOS	ESCAVÁVEL	1
0,80 a 1,60	SOLOS RESIDUAIS E/OU TRANSPORTADOS COMPACTOS, E/OU GNAISSE ALTERADO E/OU FRATURADO	ESCARIFICÁVEL	1
1,80 a 2,50	SOLOS RESIDUAIS E/OU TRANSPORTADOS COMPACTOS, E/OU GNAISSE ALTERADO E/OU FRATURADO	ESCARIFICÁVEL	2
4,60 a 5,2	GNAISSE SÃO	NÃO ESCARIFICÁVEL. DESMONTÉ SÓ A EXPLOSIVO	3

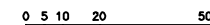
### CORRELAÇÃO ENTRE DADOS GEOFÍSICOS E LITOLÓGICOS/GEOTÉCNICOS



ESCALA GRÁFICA VERTICAL



ESCALA GRÁFICA HORIZONTAL



MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL  
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

REV. Nº	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	EXEC.	VERIF.	APROV.



GEOTEC LEVANTAMENTOS GEOFÍSICOS S/C LTDA

Nº EMPRESA	REV.
PROJETO	DATA
R.L.H.	15 / 09 / 03
PROJETISTA	DES.
P.S.S.	15 / 09 / 03
VERIFICAÇÃO	DATA
G.L. / R.L.H.	15 / 09 / 03
APROVAÇÃO	
G.L.	

VERIFICAÇÃO DE COORDENAÇÃO

ÁREA	CIVIL	ESTRUT.	GEOTEC.	GEOLOG.	HIDRÁUL.	MECÂNICA	ELETRICA
VISTO							
DATA							



**FUNCATE**  
FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA, APLICAÇÕES E TECNOLOGIA ESPACIAIS

VERIFICAÇÃO	A.A.S.F.	DATA	15 / 09 / 03
APROVAÇÃO	R.A.A.	DES.	DATA
APROVAÇÃO	A.C.V.	DATA	15 / 09 / 03

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

PROJETO BÁSICO

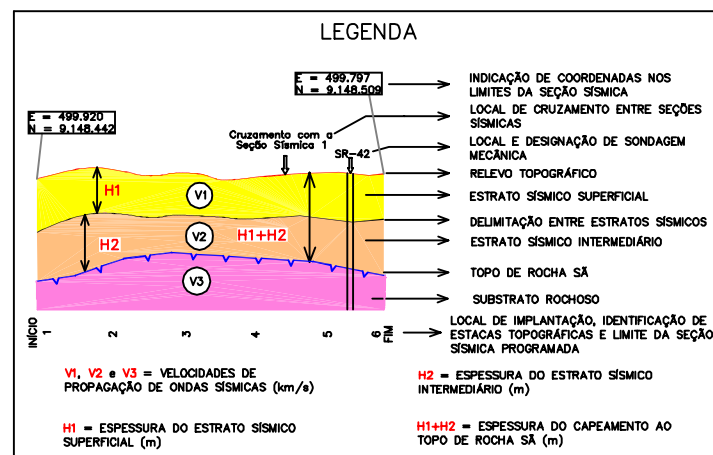
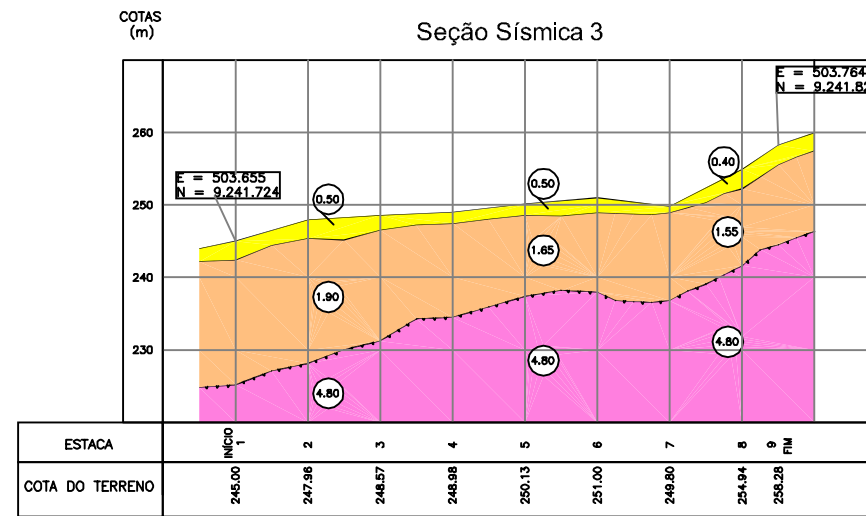
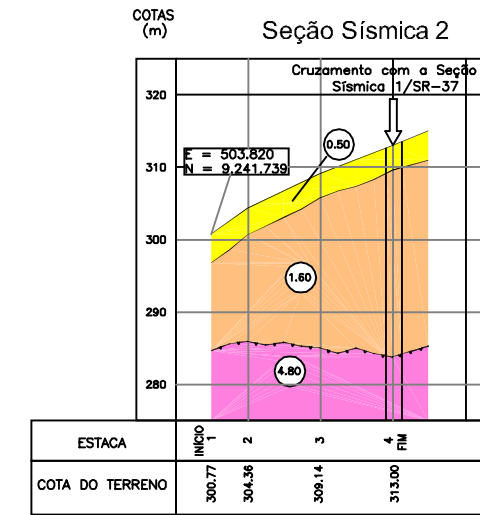
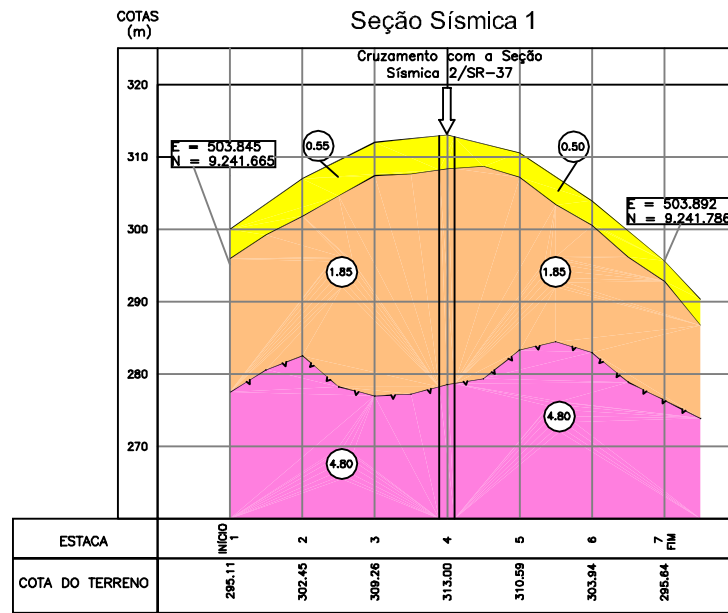
TRECHO II - EIXO NORTE

BARRAGEM VARZEA GRANDE  
SEÇÃO SÍSMICA 1

UHE SALGADO I  
SEÇÃO SÍSMICA 1, SEÇÃO SÍSMICA 2 E SEÇÃO SÍSMICA 3

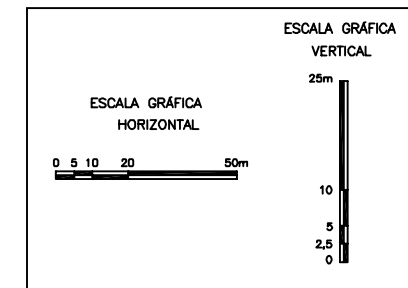
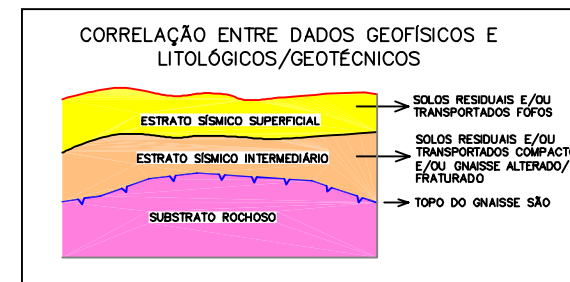
SUBSTITUI	SUBSTITUÍDO POR	ESCALA	V=1:500 H=1:1.000
Nº	EN.B/III.DS.GL.0016	REV.	0/A

# UHE Salgado II



### TABELA DE ESCARIFICABILIDADE ELABORADA PARA SOLOS E ROCHAS

Velocidade (km/s)	Designação Genérica	Caracterização	Categoria de Escavação e Desmonte
0,37 a 0,63	SOLOS RESIDUAIS E/OU TRANSPORTADOS FÓFOS	ESCAVÁVEL	1'
0,80 a 1,60	SOLOS RESIDUAIS E/OU TRANSPORTADOS COMPACTOS, E/OU GNAISSE ALTERADO E/OU FRATURADO	ESCARIFICÁVEL	1'
1,90 a 2,50	SOLOS RESIDUAIS E/OU TRANSPORTADOS COMPACTOS, E/OU GNAISSE ALTERADO E/OU FRATURADO	ESCARIFICÁVEL	2'
4,60 a 5,2	GNAISSE SÃO	NÃO ESCARIFICÁVEL DESMONTÉ SÓ A EXPLOSIVO	3'



MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL  
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

REV. Nº	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	EXEC.	VERIF.	APROV.

GEOTEC LEVANTAMENTOS GEOFÍSICOS S/C LTDA

Nº EMPRESA	REV.

PROJETO	R.L.H.	DES.	DATA
			15 / 09 / 03

PROJETISTA	P.S.S.	DES.	DATA
			15 / 09 / 03

VERIFICAÇÃO	G.L. / R.L.H.	DATA
		15 / 09 / 03

APROVAÇÃO: G.L.

VERIFICAÇÃO DE COORDENAÇÃO					
ÁREA	CIVIL				
	ESTRUT.	GEOTEC.	GEOLOG.	HIDRÁUL.	MECÂNICA/ELETRICA
NOME					
VISTO					
DATA					

FUNCAÇÃO DE CIÊNCIA, APLICAÇÕES E TECNOLOGIA ESPACIAIS

VERIFICAÇÃO	A.A.S.F.	DES.	DATA
			15 / 09 / 03

APROVAÇÃO	R.A.A.	DES.	DATA
			15 / 09 / 03

APROVAÇÃO	A.C.V.	DES.	DATA
			15 / 09 / 03

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

PROJETO BÁSICO

TRECHO III - EIXO NORTE  
UHE SALGADO II  
SEÇÃO SÍSMICA 1, SEÇÃO SÍSMICA 2  
E SEÇÃO SÍSMICA 3

SUBSTITUI	SUBSTITUÍDO POR	ESCALA
		V=1:500 H=1:1.000

Nº EN.B/III.DS.GL.0017 REV. 0/A