



		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
<b>PROJETO BASICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TECNICO</b>	Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>	PÁGINA <b>2/68</b>	
	Nº (CONTRATADA)	REV. <b>A</b>	

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS</b>	<b>4</b>
2.1	LOCAÇÃO DAS SONDAGENS GEOTÉCNICAS	5
2.2	SONDAGENS MISTAS E ROTATIVAS (EM TERRA E FLUVIAIS)	6
<b>3</b>	<b>SERVIÇOS EXECUTADOS</b>	<b>7</b>
3.1	SONDAGENS EM TERRA	8
3.2	SONDAGENS FLUVIAIS	10
3.3	ENSAIOS GEOTÉCNICOS EM LABORATÓRIO	12
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>LEVANTAMENTOS BATIMÉTRICOS E GEOFÍSICOS</b>	<b>58</b>
5.1	METODOLOGIA	59
5.2	PROCESSAMENTO DOS DADOS	60
5.3	RESULTADOS E CONCLUSÕES	61
<b>6</b>	<b>PERFIL GEOLÓGICO</b>	<b>63</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DADOS OBTIDOS -ASPECTOS GEOLÓGICOS</b>	<b>65</b>
7.1	PROSPECÇÕES GEOTÉCNICAS TERRESTRES	65
7.1.1	Depósitos Sedimentares:	65
7.1.2	Embasamento Rochoso:	65
7.1.3	Considerações Geotécnicas:	66
7.2	PROSPECÇÕES GEOTÉCNICAS AQUÁTICAS	66
7.2.1	Considerações Geotécnicas:	67

		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
<b>PROJETO BASICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TECNICO</b>	Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>	PÁGINA <b>3/68</b>	
	Nº (CONTRATADA)	REV. <b>A</b>	

## 1 OBJETIVO

A **GEODRILL ENGENHARIA LTDA** executou, no período de **08/09/2014** a **05/11/2014**, parte dos serviços de investigação geotécnica previstos em contrato para a empresa **VALE**. O objetivo deste estudo foi o reconhecimento geológico e geotécnico de uma área adjacente, à montante da Ponte Rodoferroviária existente sobre o Rio Tocantins, município de Marabá – PA. local de implantação de uma segunda ponte para o projeto de duplicação da Estrada de Ferro Carajás - EFC.

**Escopo dos Trabalhos:** O escopo desta investigação compreendeu o desenvolvimento de estudos geotécnicos que buscaram a definição das características geomorfológicas e geomecânicas dos solos e maciços rochosos correntes ao longo do eixo de projeto, definido como sendo o mais viável técnica e economicamente para a nova ponte sobre o Rio Tocantins.

Eles foram divididos nas três etapas seguintes:

- Etapa de Reconhecimento: constituída de visitas ao local de interesse do projeto, de exame de mapas geológicos e outros dados existentes sobre a região;
- Etapa de Investigação Exploratória: na qual foram efetivamente iniciadas a sondagem do terreno, com perfuração e obtenção de amostras, visando a obtenção do provável perfil geotécnico, com definição das profundidades e espessuras das camadas prospectadas; da caracterização macroscópica dos solos e rochas encontradas e da estimativa das propriedades de engenharia desses materiais;
- Etapa de Investigação Detalhada: nesta etapa está se procurando obter, com um maior grau de precisão, através de ensaios de laboratório as propriedades de engenharia dos materiais prospectados e que se prestarão como material portante das fundações a serem dimensionadas para a ponte.

		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
<b>PROJETO BASICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TECNICO</b>	Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>	PÁGINA <b>4/68</b>	
	Nº (CONTRATADA)	REV. <b>A</b>	

## 2 METODOLOGIA DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

Estes estudos constaram de sondagens mecânicas constituídas por: sondagens de simples reconhecimento por percussão com medidas de SPT (Stand Penetration Test), sondagens mistas e sondagens rotativas, sondagens geofísicas sub-superficiais e testes laboratoriais (compressão simples e triaxial), sendo que estes últimos ainda estão em fase de desenvolvimento.

O desenvolvimento dos trabalhos foi conduzido da seguinte maneira:

- a) Locação das sondagens geotécnicas conforme determinação da HATCH, empresa encarregada do desenvolvimento do projeto;
- b) Em terra, na margem direita do rio, correspondendo ao lado de São Félix, onde as obras serão efetuadas na planície de inundação do Rio, as investigações foram iniciadas com sondagens de simples reconhecimento por percussão passando à rotativa tão logo fora constatado a presença do manto rochoso.
- c) Na transposição do talvegue do rio, onde predominam os afloramentos rochosos, foram executadas sondagens rotativas. Como a lâmina d'água varia desde alguns centímetros até cerca de 15,0m, se faz necessário o uso de flutuante para suporte dos equipamentos de sondagem rotativa.
- d) Na margem esquerda, em terra, lado de Marabá, serão executados, em sondagem mista.
- e) Sobre amostras selecionadas de maneira a representar a coluna estratigráfica das sondagens, estão sendo executados, em Laboratório Geotécnico, ensaios de compressão axial e triaxial não drenado.

		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
<b>PROJETO BÁSICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TÉCNICO</b>	Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>	PÁGINA <b>5/68</b>	
	Nº (CONTRATADA)	REV. <b>A</b>	

## 2.1 LOCAÇÃO DAS SONDAGENS GEOTÉCNICAS

O levantamento topográfico consistiu essencialmente na locação das sondagens a serem executadas e teve como referência o documento ES-V-501 – Especificação de Serviços para Levantamento Topográfico.

As locações das Sondagens foram feitas com equipamento GNSS-RTK referenciada as coordenadas UTM dos marcos da obra. Na locação com GNSS - RTK, é posicionado uma "Base" num marco conhecido, e fornecida as coordenadas deste marco, posteriormente inicia-se o equipamento informando que ele tem que seguir determinadas coordenadas conhecidas postas em outro equipamento GNSS - RTK, que chamamos de "Rover", as coordenadas informadas são as coordenadas dos furos a serem locados. Na locação o equipamento "Base" informa e corrige o posicionamento do equipamento "Rover" e com uma coletora é possível visualizar a direção e distância até o furo a ser locado. Após a locação os furos são cadastrados e transferidos para o computador para que sejam obtidas as cotas das sondagens. Os dados coletados com equipamento GNSS - RTK são carregados direto no desenho, pois não precisam ser reprocessados, as coordenadas obtidas em campo não mudam.

A locação dos furos executados no talvegue do rio, ou seja, em presença de lâmina d'água foi realizada através de receptor GPS base em um marco de coordenadas conhecidas, indicado pelo cliente e configuração do receptor GPS móvel. A partir daí foi inserido no equipamento as coordenadas dos pontos de sondagem fornecidos pelo projeto.

A identificação das sondagens em terra foi feita com estacas de madeira, indicando a numeração de cada ponto e posteriormente substituídos por marcos de concreto com a identificação de cada sondagem.

		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
<b>PROJETO BASICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TECNICO</b>	Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>	PÁGINA <b>6/68</b>	
	Nº (CONTRATADA)	REV. <b>A</b>	

## 2.2 SONDAGENS MISTAS E ROTATIVAS (EM TERRA E FLUVIAIS)

A metodologia utilizada corresponde às diretrizes indicadas pela ABGE (Associação Brasileira de Geologia de Engenharia) emitidas em sua última revisão, as diretrizes ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) em sua última revisão de fevereiro de 2001, e as diretrizes do cliente descritas no ES-X-401 – Especificações de Serviços: Investigações Técnicas de Campo.

Sucintamente os processos executivos dessas sondagens constam do seguinte:

**Sondagem a Percussão** - a sondagem de simples reconhecimento por percussão com medidas de SPT são efetuadas conforme determinado pela NBR 6484, podendo ser utilizada em, praticamente, qualquer tipo de solo.

Este procedimento permite a coleta de amostras do terreno, nas diversas profundidades, possibilitando a determinação sua estratigrafia. O ensaio SPT é realizado a cada metro de perfuração, denominado de  $N_{spt}$ , e é representado pela soma do número de golpes para cravar os últimos 30 cm do barrilete amostrador.

De acordo com a maior ou menor dificuldade oferecida pelo solo à penetração do barrilete amostrador, obtém-se informações sobre a consistência das camadas argilosas, silto-argilosas ou argilo-siltosas, bem como, a compactidade das areias em seus diversos aspectos litológicos.

Este processo de investigação é utilizado até que se obtenha, nos ensaios de SPT, uma das seguintes condições:

- Quando, em 3 m sucessivos, se obtiver índices de penetração maior do que 45/15;
- Quando, em 4 m sucessivos, forem obtidos índices de penetração entre 45/15 e 45/10;
- Quando, em 5 m sucessivos, forem obtidos índices de penetração entre 45/30 e 45/45.

		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
<b>PROJETO BASICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TECNICO</b>	Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>	PÁGINA <b>7/68</b>	
	Nº (CONTRATADA)	REV. <b>A</b>	

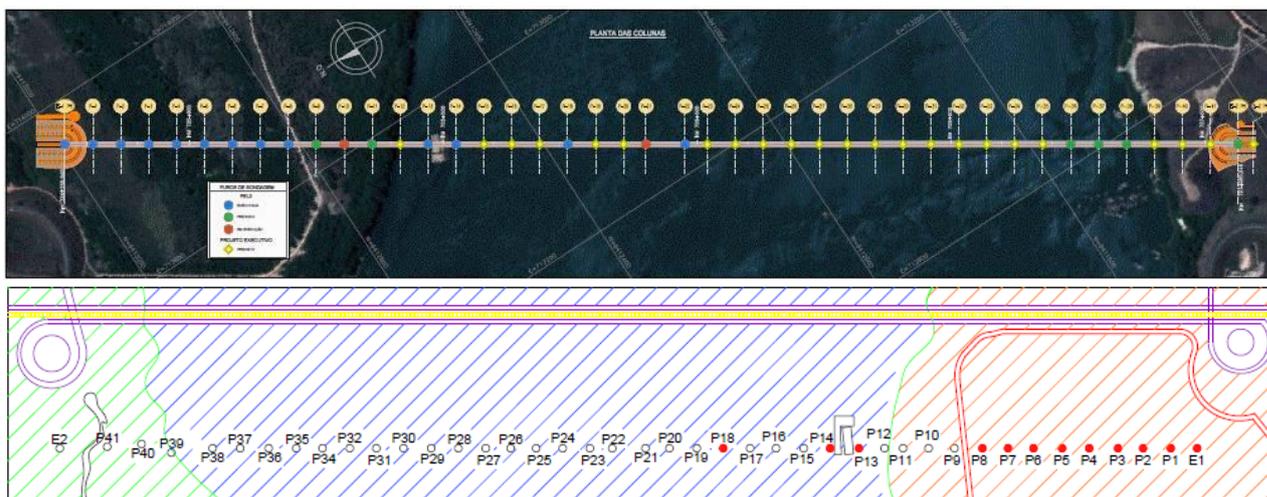
**Sondagem Rotativa** - Este tipo de sondagem é recomendado nos casos em que a sondagem por SPT encontra uma camada de rocha, ou de solo de alta resistência, ou blocos e matacões de natureza rochosa.

Esta sondagem é utilizada quando a rocha é aflorante ou quando não há necessidade de investigação das camadas de solo que recobrem o maciço rochoso.

**Sondagem Mista** - São caracterizadas pela associação entre sondagens percussivas nos trechos de solo penetráveis (SPT) e sondagem rotativa nos trechos impenetráveis à percussão.

### 3 SERVIÇOS EXECUTADOS

A figura 1 apresenta o plano completo de investigação geotécnica para o projeto da ponte sobre o Rio Tocantins, destacando os furos já realizados até o momento. Sendo que no presente relatório, em caráter preliminar, foram incluídos até o momento, 07 (sete) sondagens mistas em terra e 02 (duas) sondagens rotativas em lâmina d'água. Os diâmetros utilizados para a execução destas sondagens correspondem à série HW.



		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
<b>PROJETO BASICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TECNICO</b>		Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>	PÁGINA <b>8/68</b>
		Nº (CONTRATADA)	REV. <b>A</b>

Figura 1 – Plano de sondagem completo destacando no desenho de baixo os furos já realizados.

### 3.1 SONDAGENS EM TERRA

As sondagens foram iniciadas através das sondagens de simples reconhecimento por percussão passando à rotativa tão logo fora constatado a presença do manto rochoso.

Os procedimentos constaram de perfuração através de escavação a trado ou cavadeira até a profundidade de 1,0m e a partir desta cota o ensaio SPT a cada metro, com amostrador padrão,  $\phi$  interno de 1 3/8" e  $\phi$  externo de 2", através do impacto de um martelo de 65 Kg em queda livre de uma altura de 75 cm. A cada avanço de 1,0 metro repetiu-se o ensaio SPT, obtendo-se o número de golpes necessários para o avanço de 45 cm em três estágios de 15 cm, efetuando-se também a amostragem do solo perfurado para posterior caracterização.

Este processo repetiu-se, até atingir o impenetrável à percussão, coincidente com o substrato rochoso, caracterizado por apresentar uma camada mais superficial com alto grau de intemperização.

No prosseguimento da sondagem, após atingir-se o manto de intemperismo do maciço rochoso, o avanço era realizado através do método rotativo, com o uso de perfuratriz hidráulica (Foto 1).

Em todo o processo, foram utilizadas os seguintes equipamentos e ferramentas:

- Perfuratriz hidráulica com SPT mecanizado;
- Bombas d'água;
- Hastes;
- Amostradores;

		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
<b>PROJETO BASICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TECNICO</b>	Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>		PÁGINA <b>9/68</b>
	Nº (CONTRATADA)		REV. <b>A</b>

- Barriletes;
- Coroas;
- Tubos de revestimento e;
- Demais ferramentas de uso genérico.



Foto 1 – Perfuratriz sendo posicionada para iniciar a sondagem.

As ferramentas de sondagem utilizadas são dimensionadas sob o padrão HX de  $\phi$  externo de 99,2mm e  $\phi$  interno de 76,2mm.

Na tabela 1 apresentamos a relação dos furos executados até a presente data constando ainda detalhes quanto locação, profundidade e cota dos furos:

<b>SONDAGEM MISTA EM TERRA</b>						
SONDAGEM	PROFUNDIDADE (m)			COORDENADAS		COTA
	SOLO	ROCHA	TOTAL	NORTE	ESTE	
E 1	7,75	22,32	30,07	9.413.189,234	713.920,366	80,435
P 1	7,40	17,60	25,00	9.413.143,219	713.890,262	80,988
P 2	8,26	17,04	25,30	9.413.097,228	713.860,242	82,302
P 3	5,17	19,88	25,05	9.414.051,139	713.830,195	78,750
P 4	5,15	20,05	25,20	9.413.004,762	713.799,770	78,649
P 5	6,14	18,86	25,00	9.412.958,688	713.769,804	79,360
P 6	6,00	19,00	25,00	9.412.912,626	713.739,640	79,425
P 7	5,65	19,35	25,00	9.412.866,554	713.709,692	79,372
<b>TOTAL (m)</b>	<b>51,52</b>	<b>154,10</b>	<b>205,62</b>			

		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
<b>PROJETO BASICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TECNICO</b>	Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>	PÁGINA <b>10/68</b>	
	Nº (CONTRATADA)	REV. <b>A</b>	

Tabela 1: Sondagens mistas em terra executadas no período.

### 3.2 SONDAGENS FLUVIAIS

A Associação Brasileira de Geologia e Engenharia Ambiental – ABGE, define, em seu manual de sondagem, a sondagem rotativa como sendo um método de investigação que consiste no uso de um conjunto motomecanizado projetado para a obtenção de amostras de materiais rochosos, contínuas e com formato cilíndrico, através de ação perfurante dada basicamente por forças de penetração e rotação que, conjugadas, atuam com poder cortante.

A sondagem rotativa foi executada sobre plataforma flutuante (Foto 2) posicionada em cada ponto através do apoio de embarcações e posteriormente fixada e estabilizada com o uso de âncoras metálicas lançadas à montante e à jusante do curso do rio.



Foto 2 – Equipamentos de sondagem aquática posicionados no furo P 13.

		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
		Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>	PÁGINA <b>11/68</b>
<b>PROJETO BASICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TECNICO</b>		Nº (CONTRATADA)	REV. <b>A</b>

O processo de sondagem foi iniciado pela descida do revestimento guia em lâmina d'água e posteriormente cravado no solo/rocha após atingir o leito do rio. A perfuração consiste em avanço rotativo, até a profundidade de paralisação definida pela HATCH.

Os principais equipamentos e ferramentas utilizados foram os seguintes:

- Balsa;
- Perfuratriz hidráulica Mach 850;
- Bombas d'água;
- Hastes;
- Barriletes;
- Coroas;
- Tubos de revestimento e,
- Demais ferramentas de uso genérico.

As ferramentas de perfuração são de medida HW, que possuem  $\phi$  externo de 99,2mm e  $\phi$  interno de 76,2mm.

Na tabela 2 apresentamos a relação dos furos executados entre 17/10/14 e 05/11/14, constando ainda detalhes quanto à locação, profundidade e cota dos furos:

<b>SONDAGEM ROTATIVA FLUVIAL</b>						
SONDAGEM	PROFUNDIDADE (m)			COORDENADAS		COTA
	SOLO	ROCHA	TOTAL	NORTE	ESTE	
P 13	0,00	25,26	25,26	9.412.589,302	713.530,015	74,700
P 14	0,00	17,14	17,14	9.412.544,286	713.500,192	70,274
P 18	1,69	17,17	18,86	9.412.361,520	713.379,841	70,277
<b>TOTAL (m)</b>	0,00	59,57	61,26			

Tabela 2: Sondagens rotativas fluviais executadas no período.

		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
<b>PROJETO BASICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TECNICO</b>		Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>	PÁGINA <b>12/68</b>
		Nº (CONTRATADA)	REV. <b>A</b>

### 3.3 ENSAIOS GEOTÉCNICOS EM LABORATÓRIO

Em 03/11/2014, foram encaminhadas ao laboratório, as amostras inseridas na tabela 3, para a realização do ensaio de compressão uniaxial. Os resultados desses ensaios ainda não foram fornecidos.

Sondagem	Nº Amostra	Trecho amostrado
E-01	A1	11,33 a 11,60m
E-01	A2	20,34 a 20,54m
E-01	A3	28,86 a 29,05m
P-02	A1	11,40 a 11,64m
P-02	A2	12,73 a 12,93m
P-02	A3	22,40 a 22,60
P-04	A1	6,86 a 7,02m
P-04	A2	15,80 a 16,00m
P-04	A3	22,39 a 22,60m

Tabela 3: Amostras para ensaio de compressão uniaxial.

## 4 RESULTADOS

Segue na sequência os perfis de sondagem já obtidos.

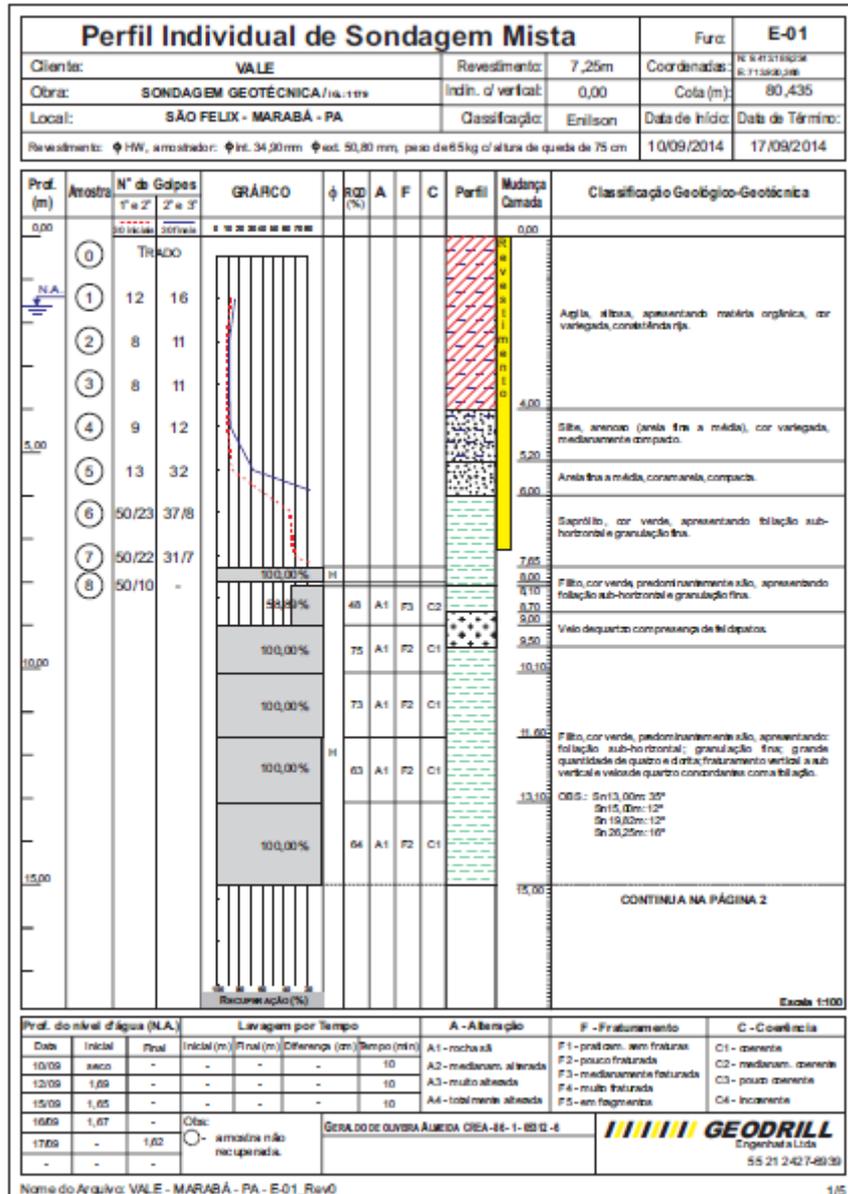


# DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**13/68**  
REV.  
**A**



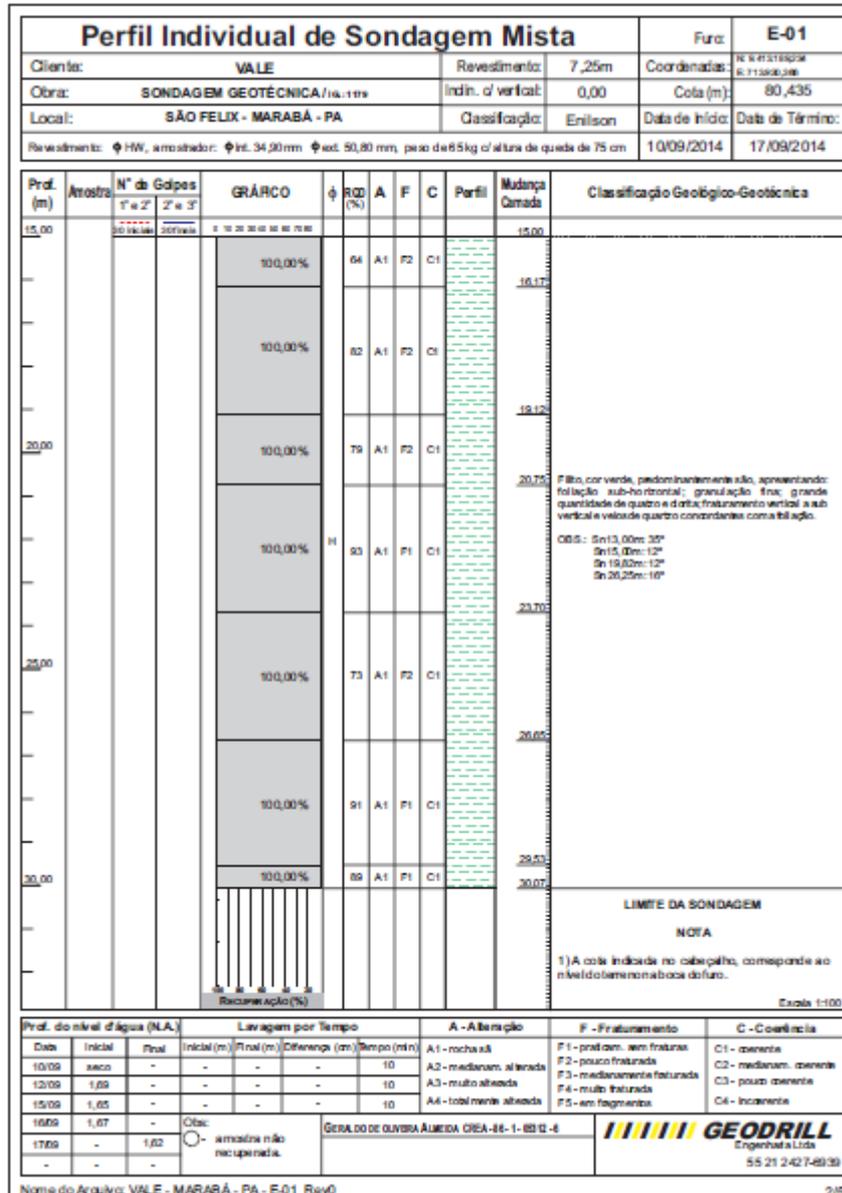


**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**14/68**  
REV.  
**A**





# DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**15/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista				Furo:	E-01
Ciente:	VALE	Revestimento:	7,25m	Coordenadas:	N 4121232.04 E 111202.288
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / 14.1119	Inclin. a vertical:	0,00	Cota (m):	80,435
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Emilson	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\Phi$ HW, amostrador: $\Phi$ int. 34,90 mm $\Phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg o litro de queda de 75 cm				10/09/2014	17/09/2014

### IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS

caixa 1/9

caixa 2/9

caixa 3/9

caixa 4/9

Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - E-01\_Rev0

3/5



**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**16/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista			Furo:	E-01	
Cliente:	VALE	Revestimento:	7,25m	Coordenadas:	N: 9 412 892 m E: 11 282 238 m
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / (v. 1119)	Incl. a vertical:	0,00	Cota (m):	80,435
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Erilson	Data de início:	Data de término:
Revestimento: $\phi$ HW, amostrador: $\phi$ int. 34,00 mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg e altura de queda de 75 cm				10/09/2014	17/09/2014

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

caixa 5/9 

caixa 6/9 

caixa 7/9 

caixa 8/9 

Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - E-01\_Rev0 4/5



**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**17/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista				Furo:	E-01
Cliente:	VALE	Revestimento:	7,25m	Coordenadas:	PE 8472189234 E: 113283,238
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / 16.119	Inclin. vertical:	0,00	Cota (m):	80,435
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Erilson	Data de início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ HW, amostrador: $\phi$ int. 34,90 mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 85 kg e altura de queda de 75 cm				10/09/2014	17/09/2014

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

caixa 9/9

Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - E-01\_Rev0 5/5

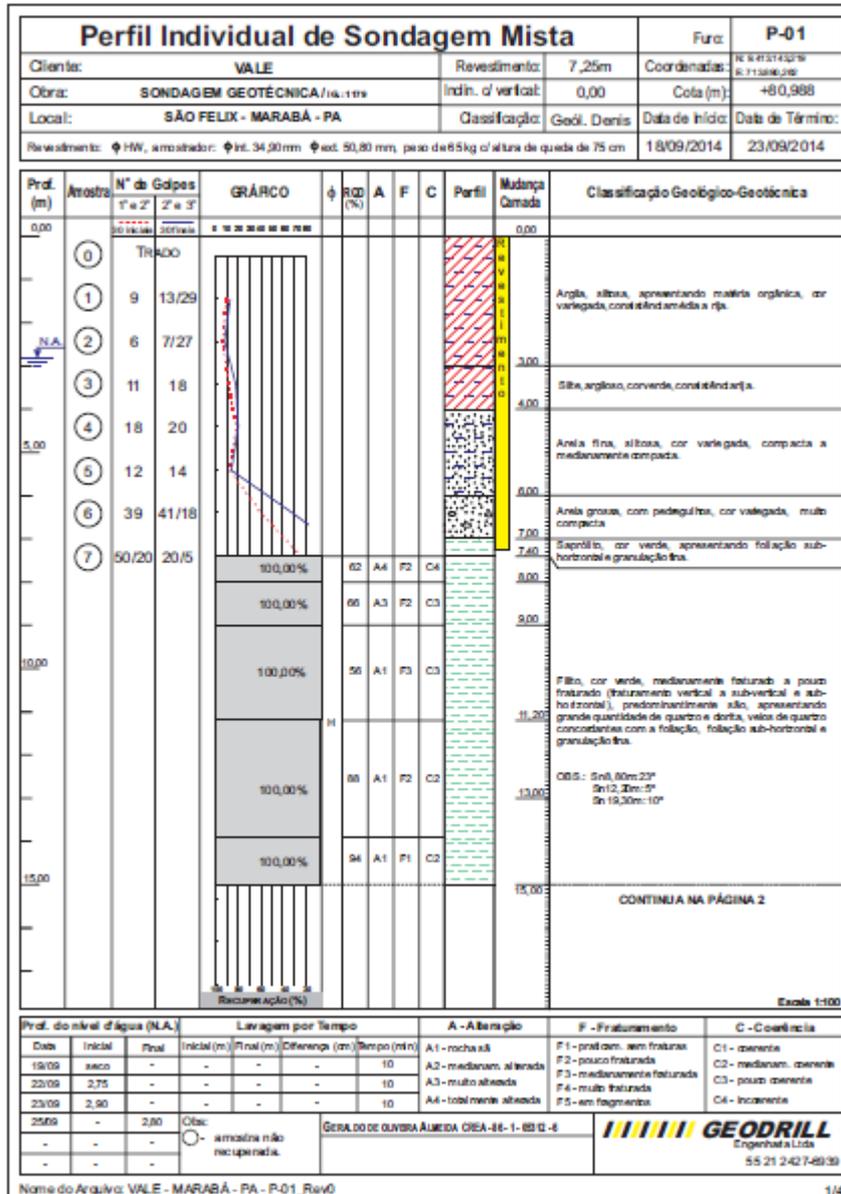


# DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**18/68**  
REV.  
**A**



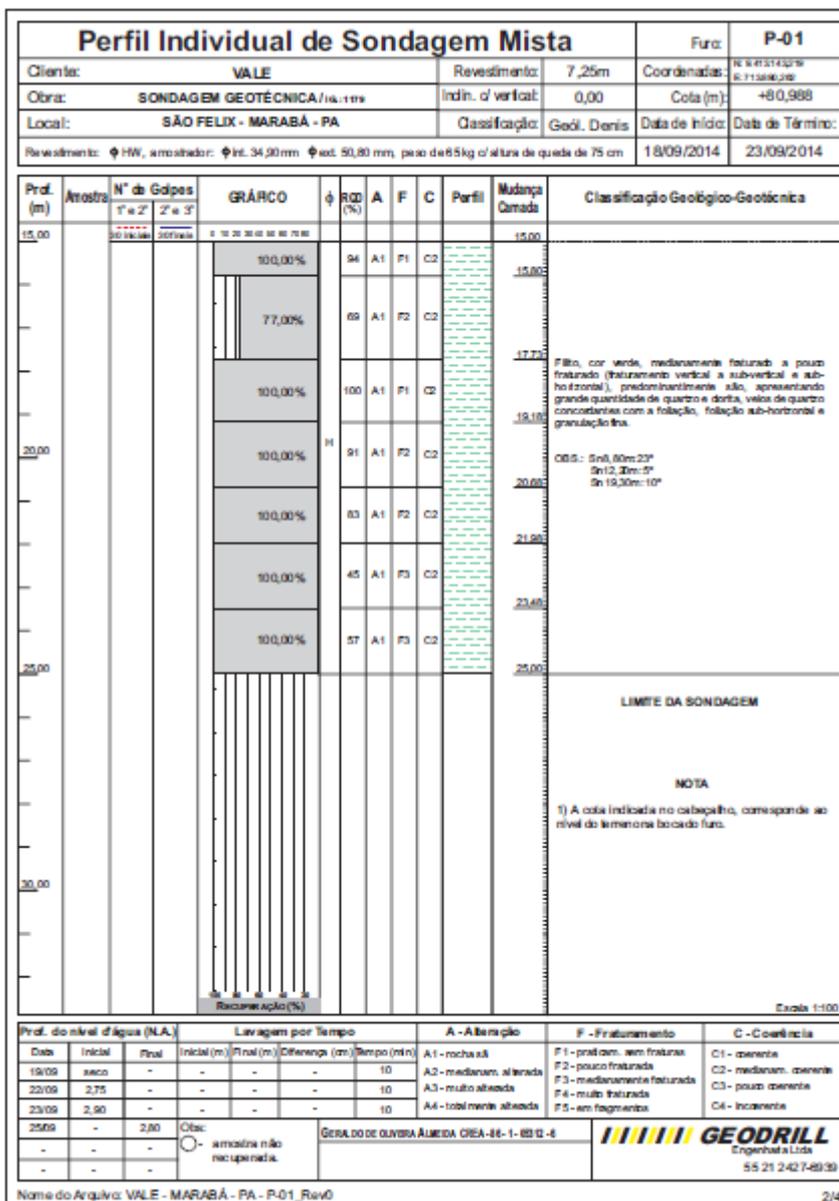


## DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**19/68**  
REV.  
**A**





**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**20/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista				Furo:	P-01
Cliente:	VALE	Revestimento:	7,25m	Coordenadas:	N: 8.473.142,79 E: 11.388.236
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / 16.119	Incl. vertical:	0,00	Cota (m):	+80,988
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geol. Denis	Data de início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ HW, amostrador: $\phi$ int. 34,30 mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 85 kg e altura de queda de 75 cm				18/09/2014	23/09/2014

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

**caixa 1/7**



**caixa 2/7**



**caixa 3/7**



**caixa 4/7**



Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-01\_Rev0

3/4



**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**21/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista				Furo:	P-01
Cliente:	VALE	Revestimento:	7,25m	Coordenadas:	N: 8.473.142,79 E: 11.388.218
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / 16.119	Inclin. vertical:	0,00	Cota (m):	+80,988
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geol. Denis	Data de início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ HW, amostrador: $\phi$ int. 34,30 mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 85 kg e altura de queda de 75 cm				18/09/2014	23/09/2014

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

**caixa 5/7**

**caixa 6/7**

**caixa 7/7**

Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-01\_Rev0 4/4

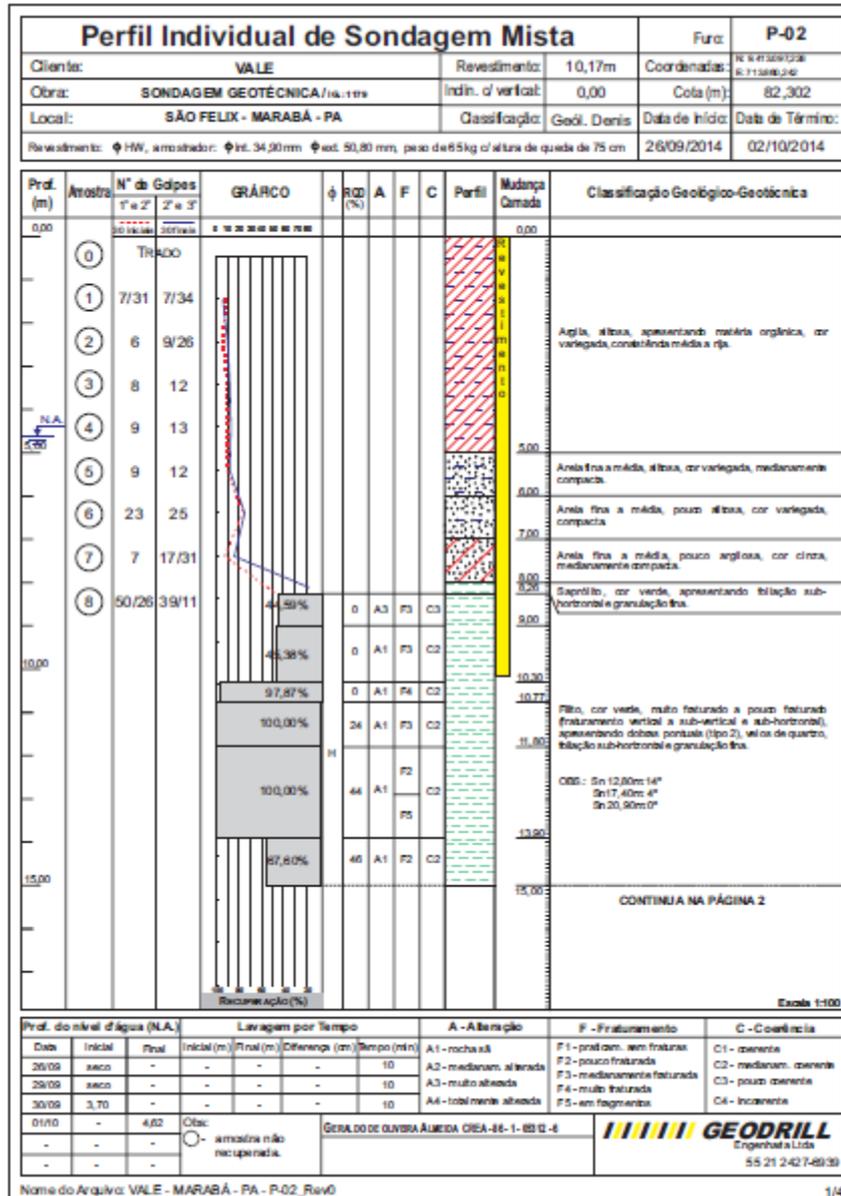


# DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**22/68**  
REV.  
**A**



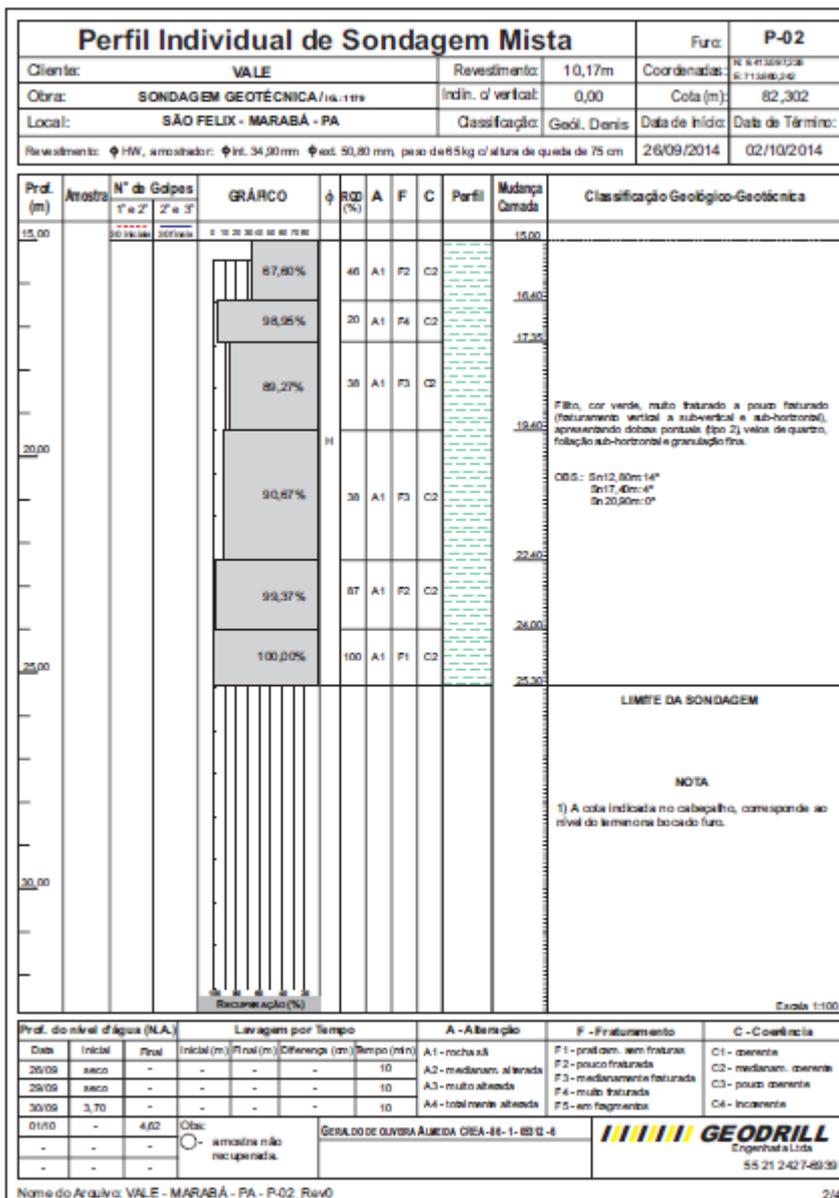


## DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**23/68**  
REV.  
**A**





# DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**24/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista				Furo:	P-02
Ciente:	VALE	Revestimento:	10,17m	Coordenadas:	N: 841229128 E: 111288236
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / 16.119	Incl. vertical:	0,00	Cota (m):	82,302
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geol. Denis	Data de início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ HW, amostrador: $\phi$ int. 34,20 mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 85 kg e altura de queda de 75 cm				26/09/2014	02/10/2014

### IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS

caixa 1/6

caixa 2/6

caixa 3/6

caixa 4/6

Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-02\_Rev0

3/4



**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**25/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista				Furo:	P-02
Cliente:	VALE	Revestimento:	10,17m	Coordenadas:	PE 413391338 S 115882262
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / (n.º 119)	Inclin. a vertical:	0,00	Cota (m):	82,302
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geol. Denis	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ HW, amolado: $\phi$ int. 34,00mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65kg o/ metro de queda de 75 cm				26/09/2014	02/10/2014

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

caixa 5/6



caixa 6/6



Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-02\_Rev0

4/4

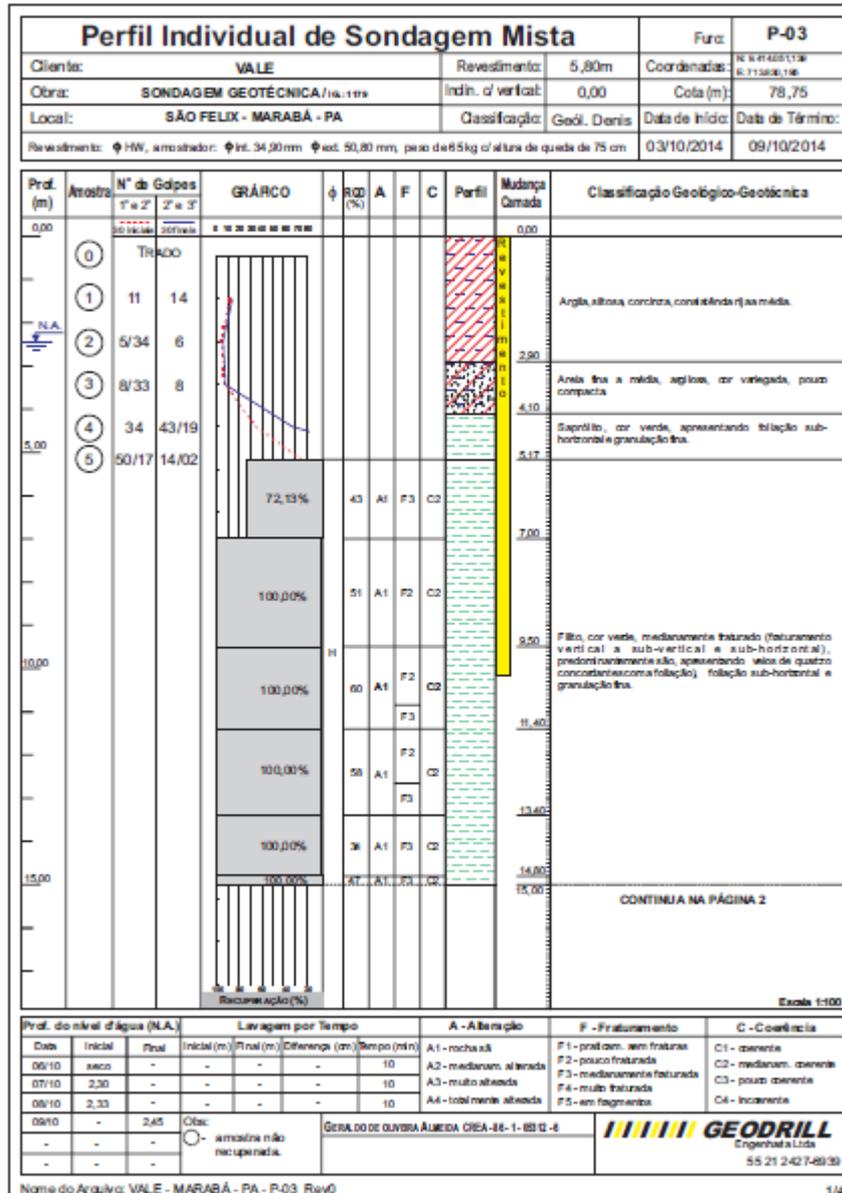


# DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**26/68**  
REV.  
**A**



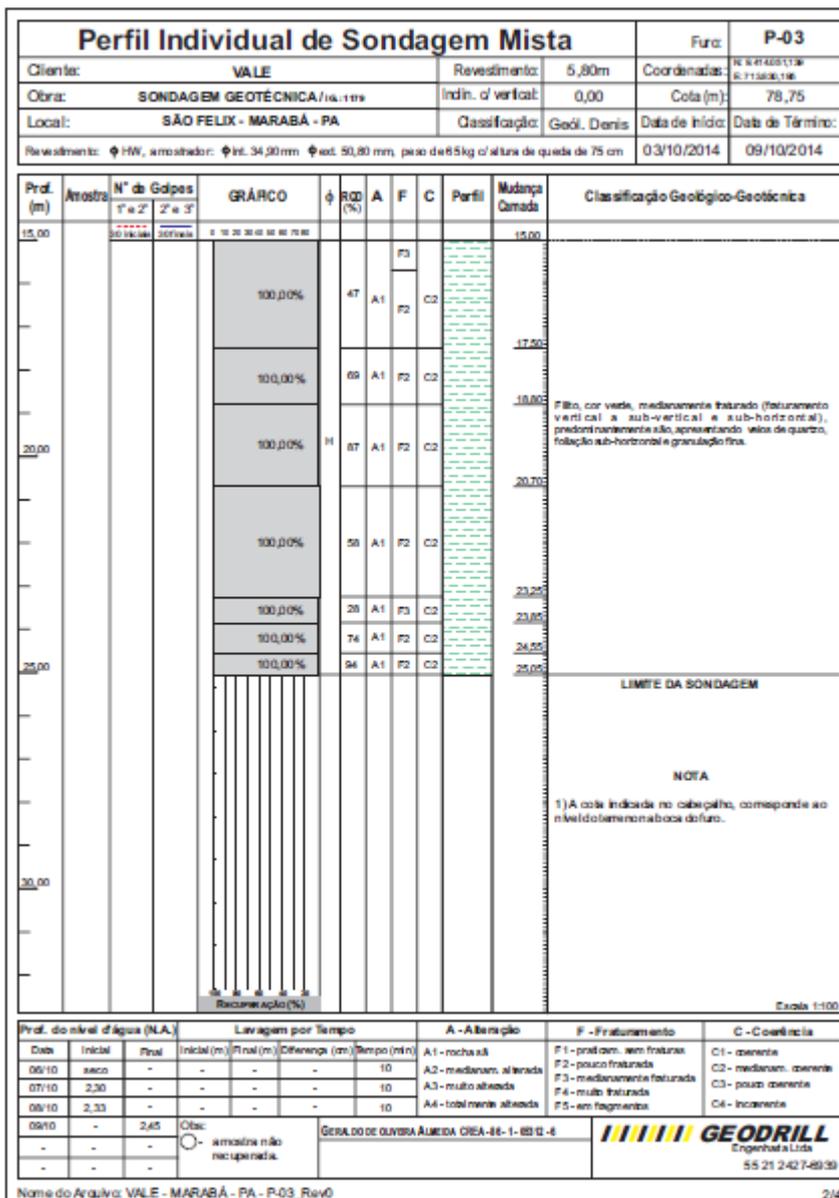


# DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**27/68**  
REV.  
**A**





**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**28/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista				Furo:	P-03
Cliente:	VALE	Revestimento:	5,90m	Coordenadas:	PE 84455138 SU 11362118
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / 16.119	Inclin. cl vertical:	0,00	Cota (m):	78,75
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geol. Denis	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ HW, amostrador: $\phi$ int. 34,90 mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 85 kg c/ altura de queda de 75 cm				03/10/2014	09/10/2014

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

**caixa 1/7**



**caixa 2/7**



**caixa 3/7**



**caixa 4/7**



Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-03\_Rev0 3/4



**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**29/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista				Furo:	P-03
Cliente:	VALE	Revestimento:	5,80m	Coordenadas:	PE 84400178 E: 71363196
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / 16.119	Inclin. vertical:	0,00	Cota (m):	78,75
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geol. Denis	Data de início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ HW, amostrador: $\phi$ int. 34,80 mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 85 kg e altura de queda de 75 cm				03/10/2014	09/10/2014

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

**caixa 5/7**

**caixa 6/7**

**caixa 7/7**

Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-03\_Rev0 4/4

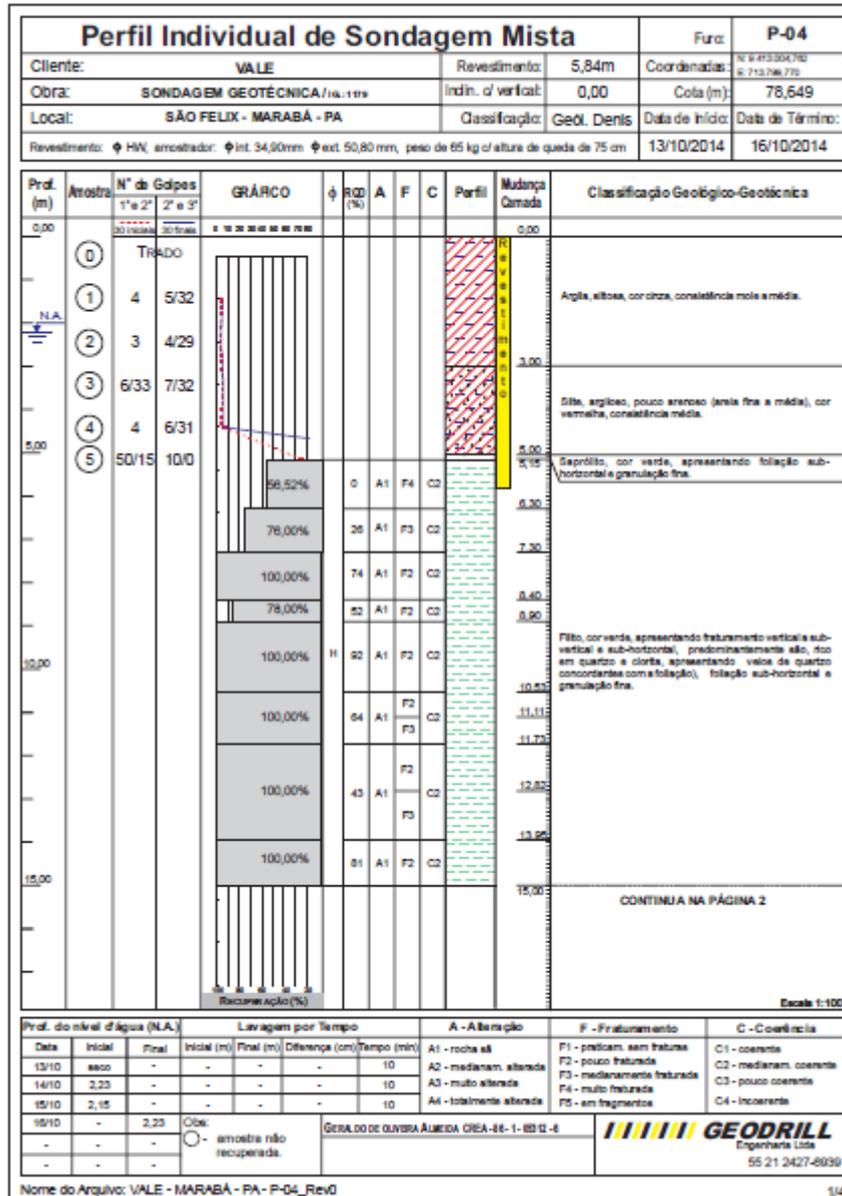


## DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**30/68**  
REV.  
**A**



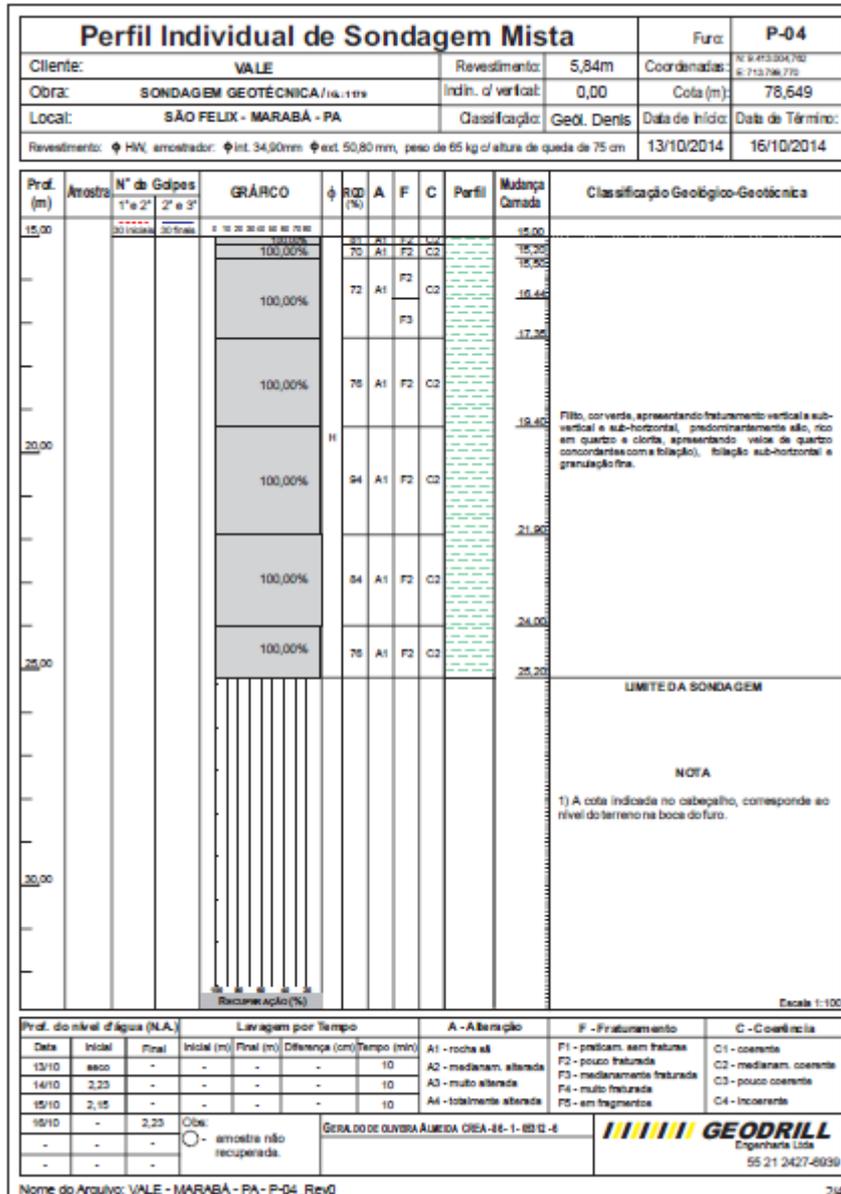


## DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**31/68**  
REV.  
**A**





**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**32/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista			Furo:	P-04	
Cliente:	VALE	Revestimento:	5,84m	Coordenadas:	N: 9.493.204,760 E: 713.796,770
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / 16.1119	Inclin. o/ vertical:	0,00	Cota (m):	78,549
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geól. Dentis	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ HW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg o/ altura de queda de 75 cm				13/10/2014	16/10/2014

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

caixa 1/8



caixa 2/8



caixa 3/8



caixa 4/8



Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-04\_Rev0

3/4



**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**33/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista				Furo:	P-04
Cliente:	VALE	Revestimento:	5,84m	Coordenadas:	N: 9.493.004,700 E: 713.796,775
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / 16.1199	Inclin. cl vertical:	0,00	Cota (m):	76,649
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geot. Denis	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ HW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg cl altura de queda de 75 cm				13/10/2014	16/10/2014

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

caixa 5/8

caixa 6/8

caixa 7/8

caixa 8/8

Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-04\_Rev0 44

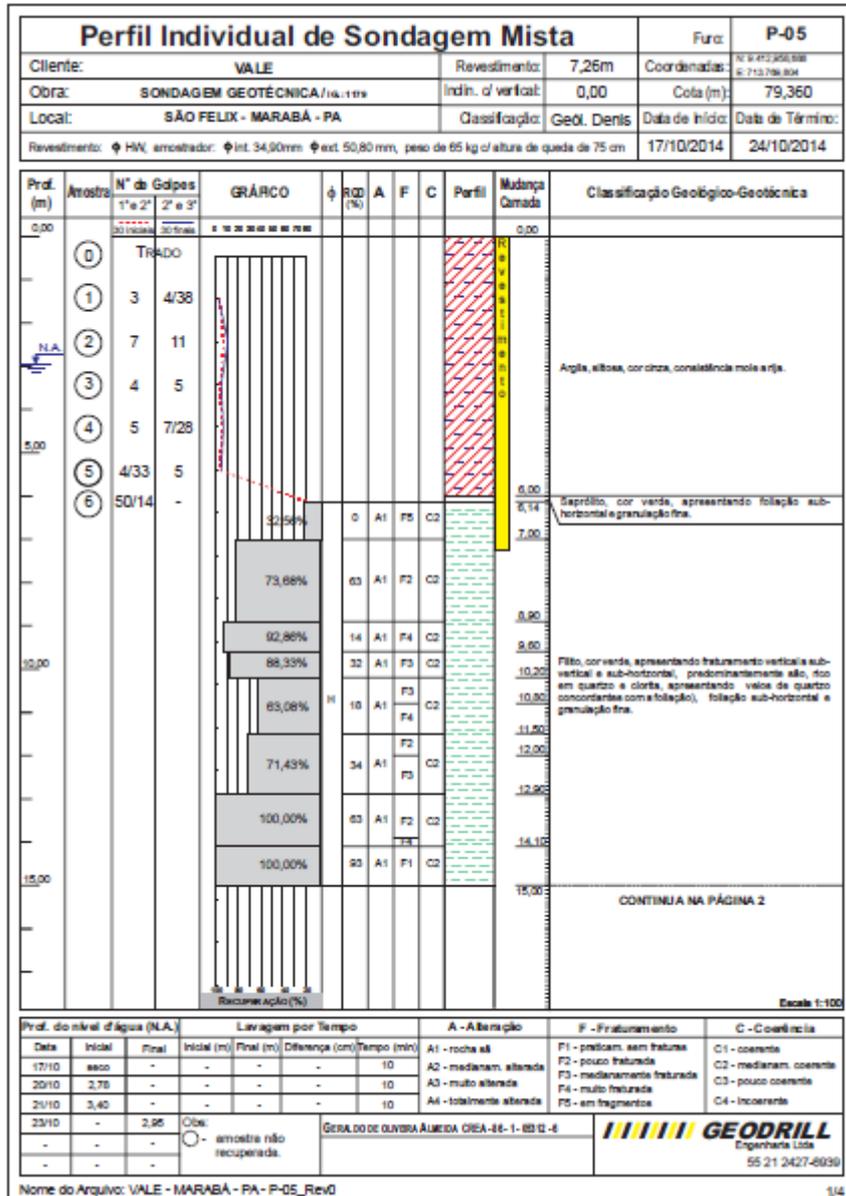


## DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**34/68**  
REV.  
**A**



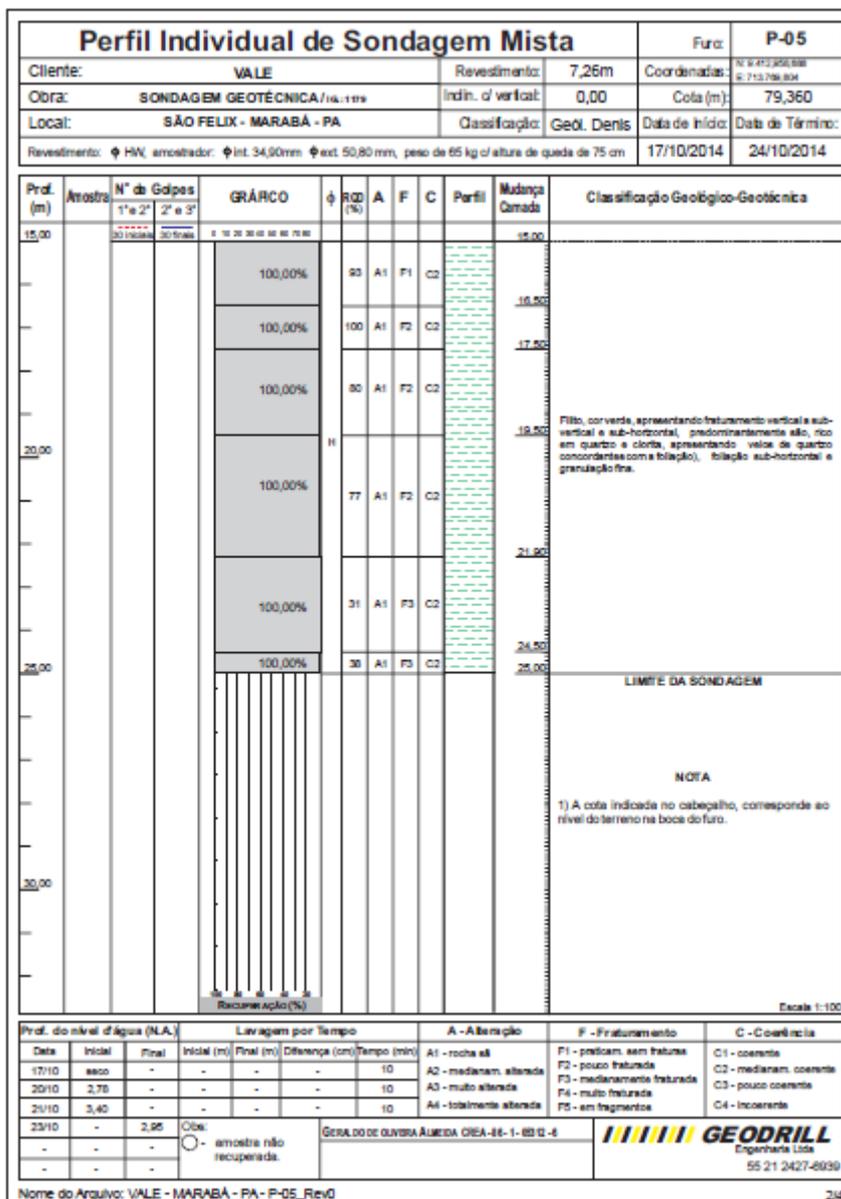


## DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**35/68**  
REV.  
**A**





# DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**36/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista			Furo:	P-05	
Cliente:	VALE	Revestimento:	7,26m	Coordenadas:	N: 4.472.250,688 E: 713.796,804
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / 16.119	Inclin. o' vertical:	0,00	Cota (m):	79,360
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geól. Dentis	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ HW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg o' altura de queda de 75 cm			17/10/2014	24/10/2014	

### IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS

caixa 1/7

caixa 2/7

caixa 3/7

caixa 4/7

Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-05\_Rev0

34



# DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**37/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista				Furo:	P-05
Cliente:	VALE	Revestimento:	7,25m	Coordenadas:	N: 9.472.355,898 E: 713.736,304
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / (L2040)	Incl. vertical:	0,00	Cota (m):	79,360
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geot. Dens	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ HW, amostrador: $\phi$ int. 34,50mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				17/10/2014	24/10/2014

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

caixa 5/7

caixa 6/7

caixa 7/7

Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-05\_Rev0 4/4

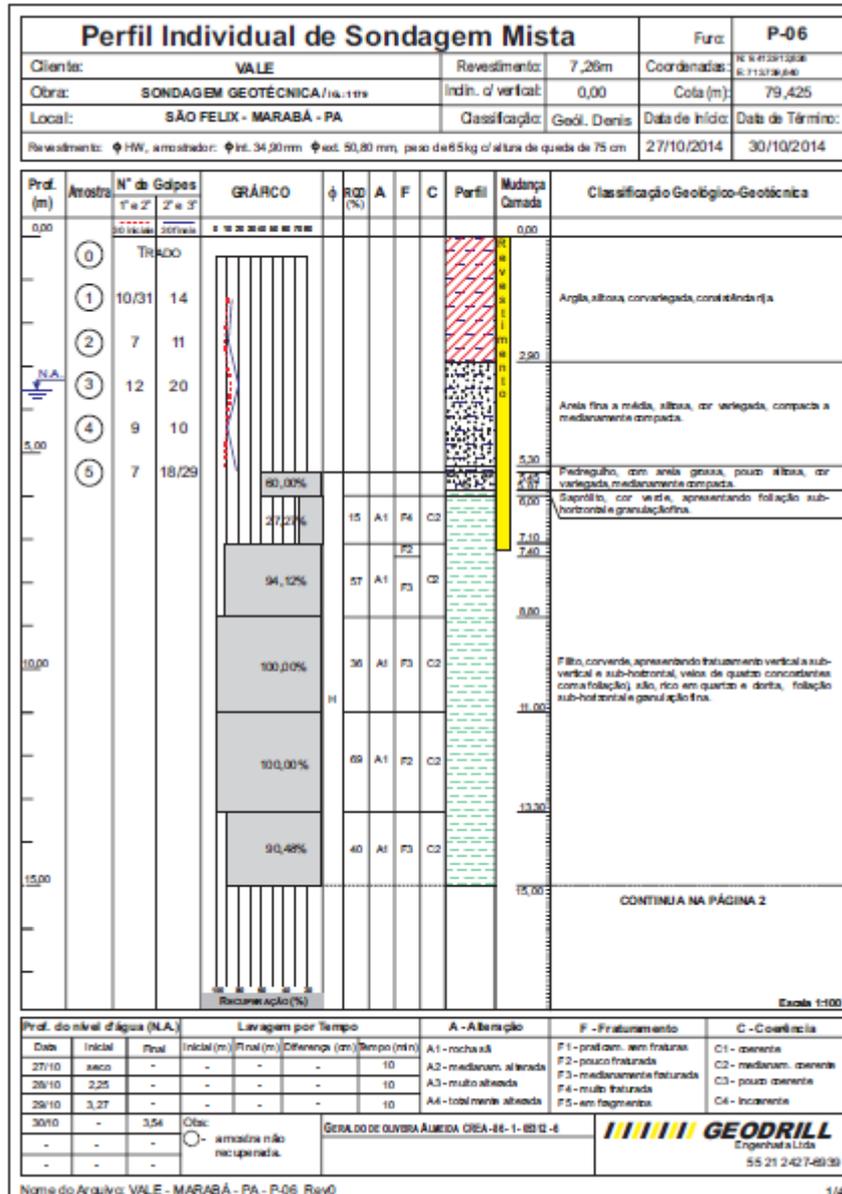


**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**38/68**  
REV.  
**A**



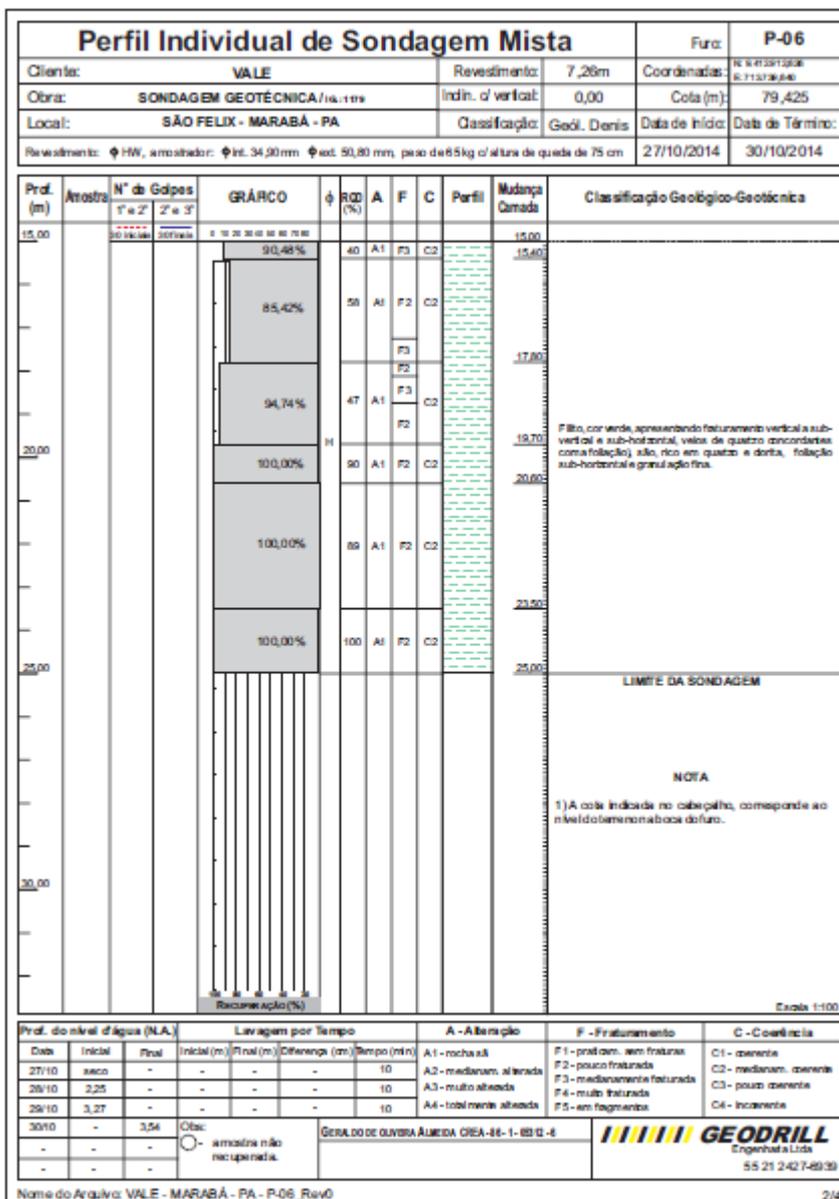


## DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**39/68**  
REV.  
**A**





**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**40/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista				Furo:	P-06
Cliente:	VALE	Revestimento:	7,26m	Coordenadas:	RS 4423112038 S. 11272668
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / (a. 1119)	Inclin. a' vertical:	0,00	Cola (m):	79,425
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geol. Denis	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ HW, amostrador: $\phi$ int. 34,00 mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg o' altura de queda de 75 cm				27/10/2014	30/10/2014

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

caixa 1/7

caixa 2/7

caixa 3/7

caixa 4/7

Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-06\_Rev0

3/4



**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**41/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista				Furo:	P-06
Cliente:	VALE	Revestimento:	7,28m	Coordenadas:	PE 847251326 E: 71123266
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / 16.119	Inclin. vertical:	0,00	Cota (m):	79,425
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geol. Denis	Data de início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ HW, amostrador: $\phi$ int. 34,30 mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 85 kg e altura de queda de 75 cm				27/10/2014	30/10/2014

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

caixa 577

caixa 677

caixa 777

Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-06\_Rev0

4/4

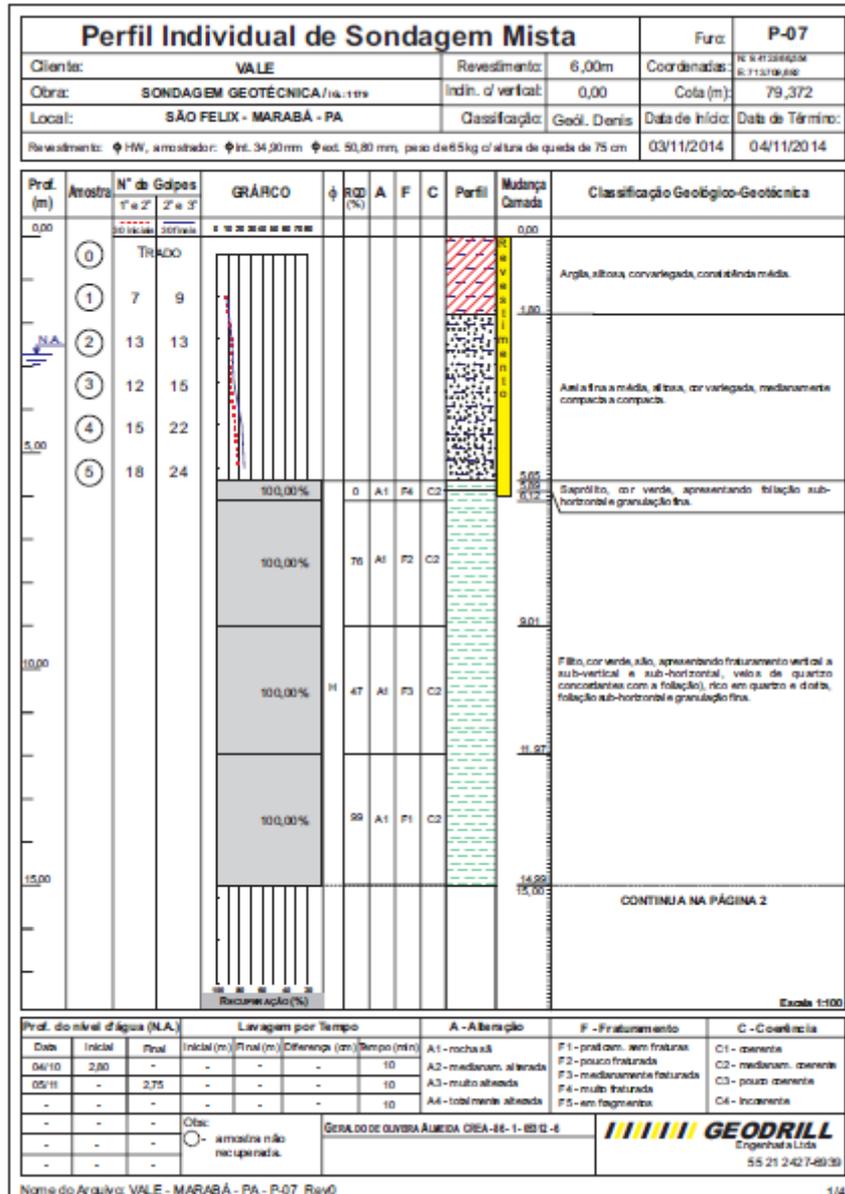


**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**42/68**  
REV.  
**A**



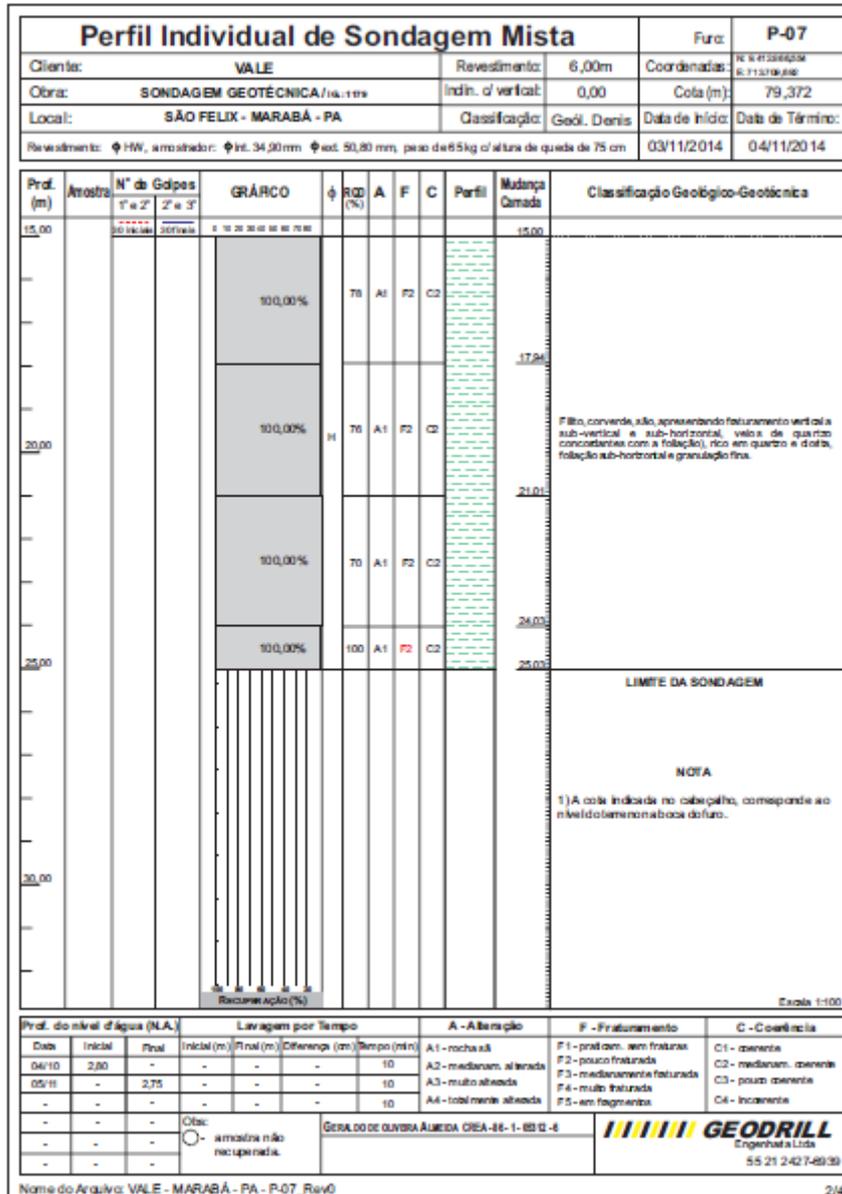


**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**43/68**  
REV.  
**A**





**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**44/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista				Furo:	P-07
Cliente:	VALE	Revestimento:	6,00m	Coordenadas:	PE 947328235 S. 1748648
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / (16.119)	Incl. a' vertical:	0,00	Cota (m):	79,372
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geol. Denis	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\Phi$ HW, amostrador: $\Phi$ int. 34,00 mm $\Phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg e altura de queda de 75 cm				03/11/2014	04/11/2014

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

caixa 1/7

caixa 2/7

caixa 3/7

caixa 4/7

Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-07\_Rev0

3/4



**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**45/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista				Furo:	P-07
Cliente:	VALE	Revestimento:	6,00m	Coordenadas:	PC 842386236 E: 11212014
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / 16.119	Inclin. o/ vertical:	0,00	Cota (m):	79,372
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geol. Denis	Data de início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ HW, amostrador: $\phi$ int. 34,80 mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 85kg o/ altura de queda de 75 cm				03/11/2014	04/11/2014

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

caixa 577

caixa 677

caixa 777

Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-07\_Rev0 4/4

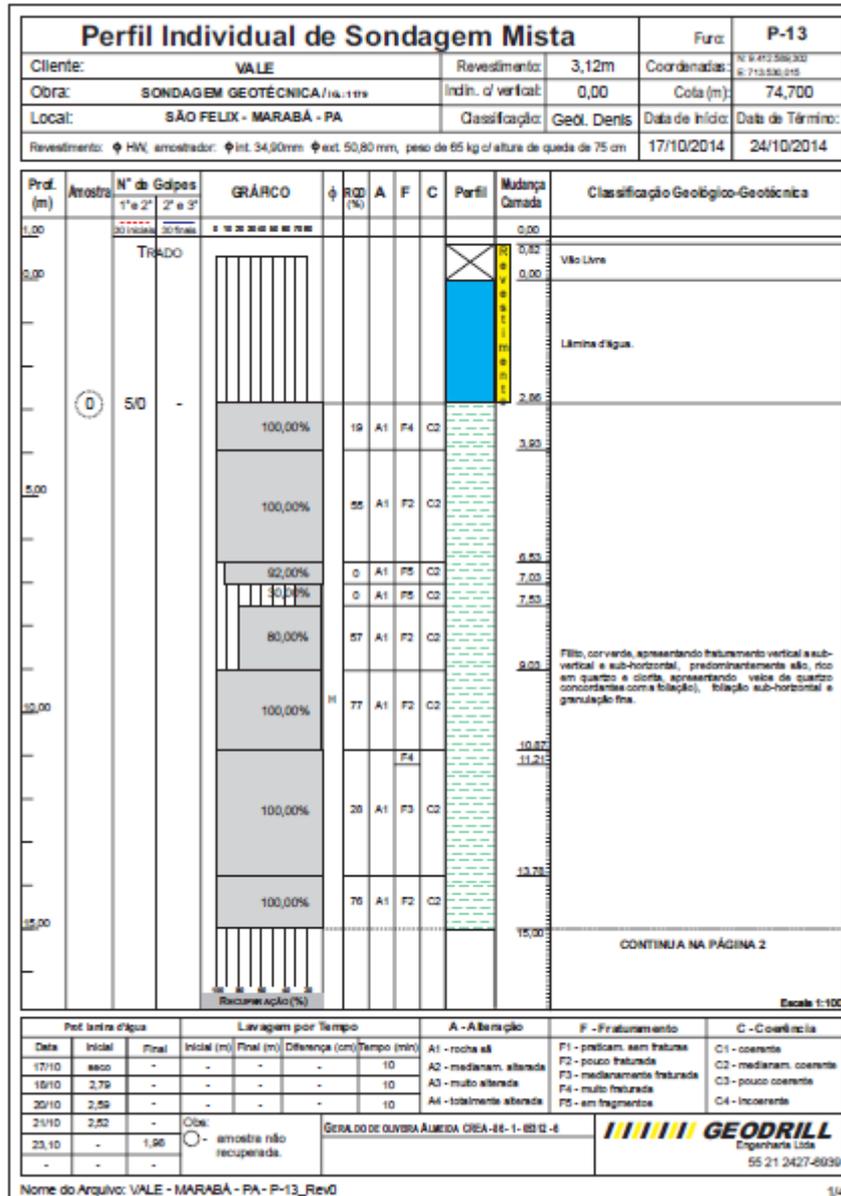


**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**46/68**  
REV.  
**A**



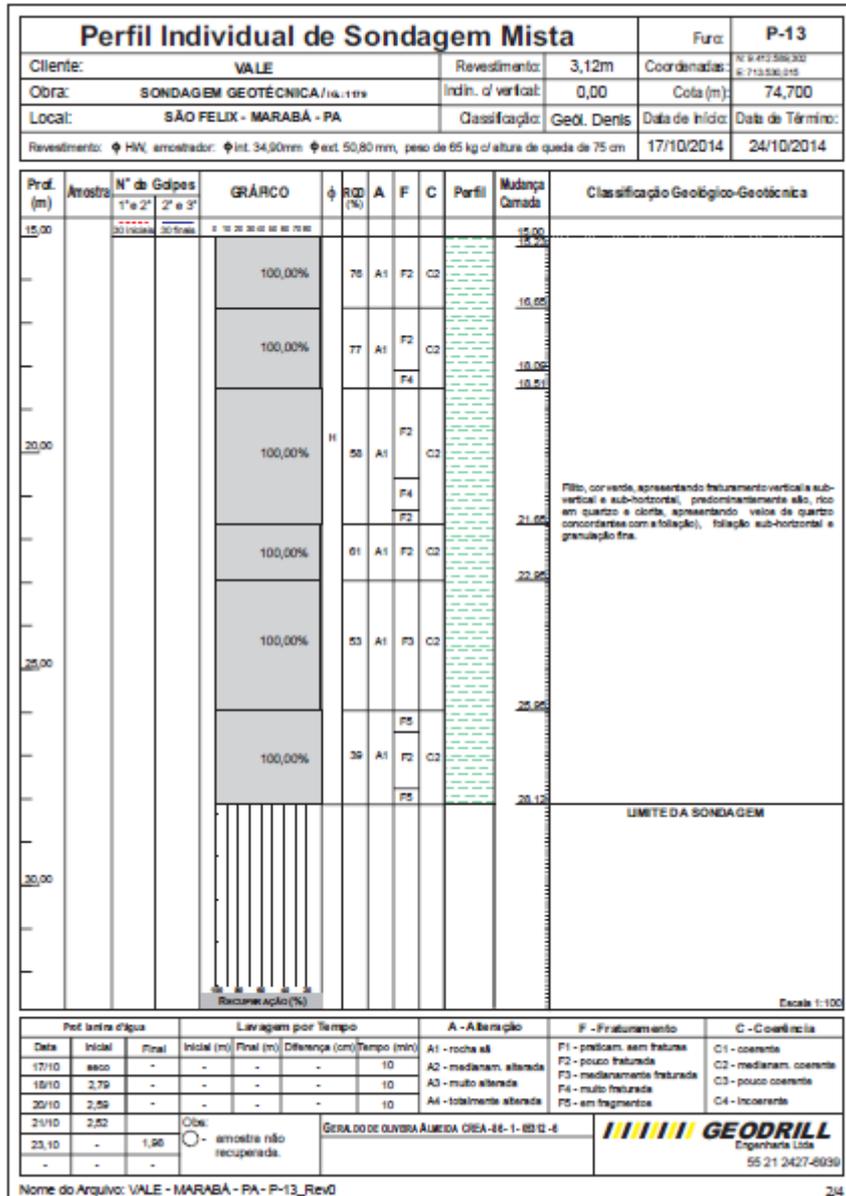


**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**47/68**  
REV.  
**A**





**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**48/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista			Furo:	P-13	
Cliente:	VALE	Revestimento:	3,12m	Coordenadas:	N: 472.586,330 E: 713.563,015
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / (04.1119)	Inclin. a' vertical:	0,00	Cola (m):	74,700
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geol. Denis	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ HW, arrotador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg of altura de queda de 75 cm				17/10/2014	24/10/2014

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

caixa 1/9

caixa 2/9

caixa 3/9

caixa 4/9

Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-13\_Rev0

3/4



**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**49/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista			Furo:	P-13	
Cliente:	VALE	Revestimento:	3,12m	Coordenadas:	N: 4.472.586,330 E: 710.536,055
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / 16.1198	Inclin. a vertical:	0,00	Cota (m):	74,700
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geól. Dentis	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ HW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg of altura de queda de 75 cm			17/10/2014	24/10/2014	

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

caixa 5/9

caixa 6/9

caixa 7/9

caixa 8/9

caixa 9/9

Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-13\_Rev0

44

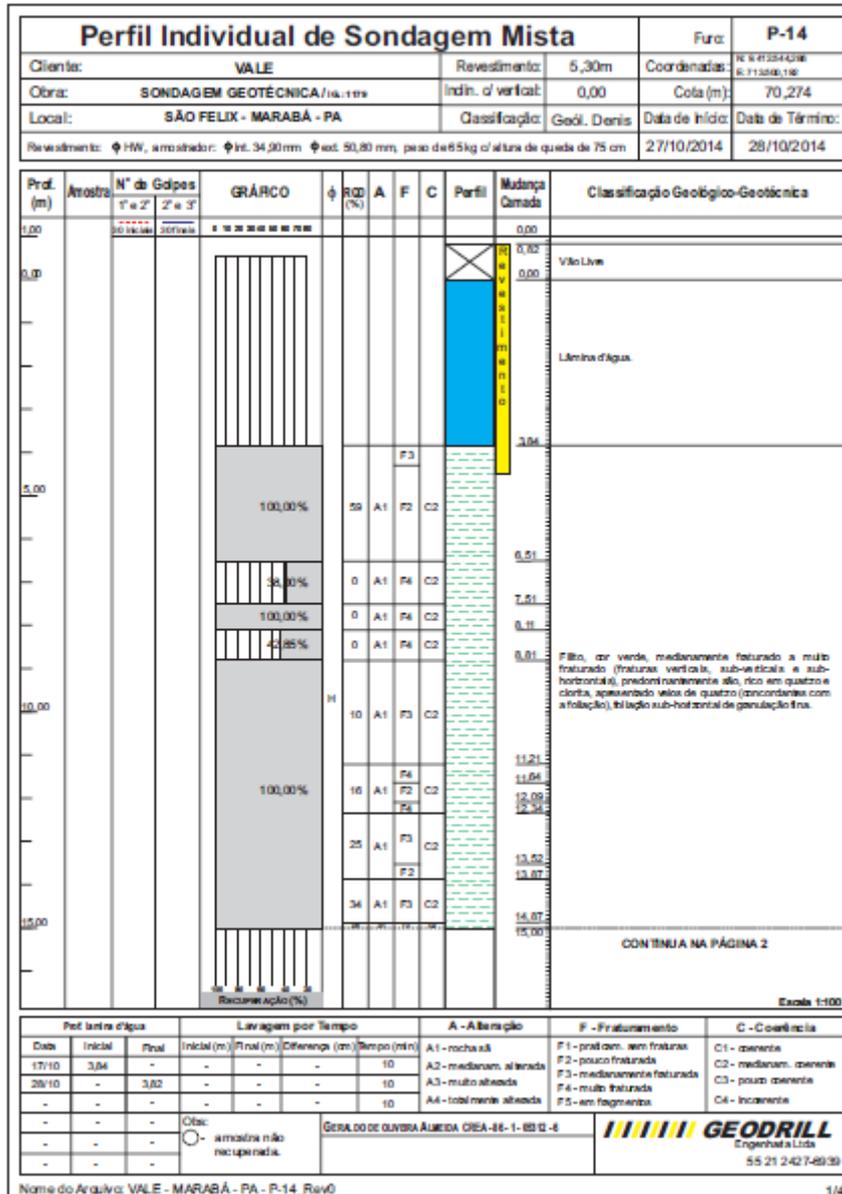


# DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**50/68**  
REV.  
**A**



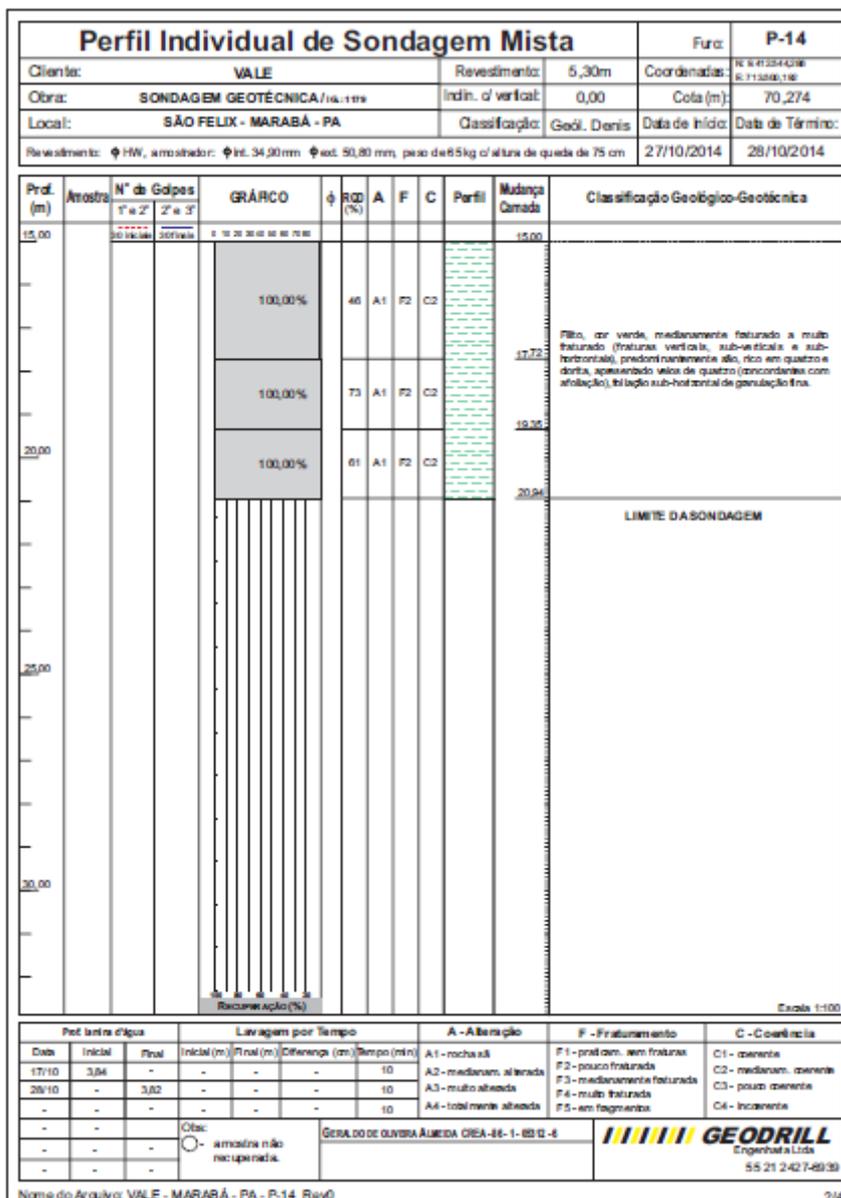


**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**51/68**  
REV.  
**A**





**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**52/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista				Furo:	P-14
Ciente:	VALE	Revestimento:	5,30m	Coordenadas:	PC 847254438 E: 713288,192
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / 16.119	Inclin. o vertical:	0,00	Cota (m):	70,274
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geol. Denis	Data de início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ HW, amostrador: $\phi$ int. 34,80 mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 85 kg e altura de queda de 75 cm				27/10/2014	28/10/2014

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

**caixa 1/6**



**caixa 2/6**



**caixa 3/6**



**caixa 4/6**



Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-14\_Rev0

3/4



**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**53/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista				Furo:	P-14
Cliente:	VALE	Revestimento:	5,30m	Coordenadas:	N: 9 41254428 E: 71 5298,156
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / (v. 1179)	Inclin. o/ vertical:	0,00	Cota (m):	70,274
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geot. Denis	Data de início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ HW, amostrador: $\phi$ int. 34,90 mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg o/ altura de queda de 75 cm				27/10/2014	28/10/2014

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

caixa 5/6



caixa 6/6



Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-14\_Rev0 4/4

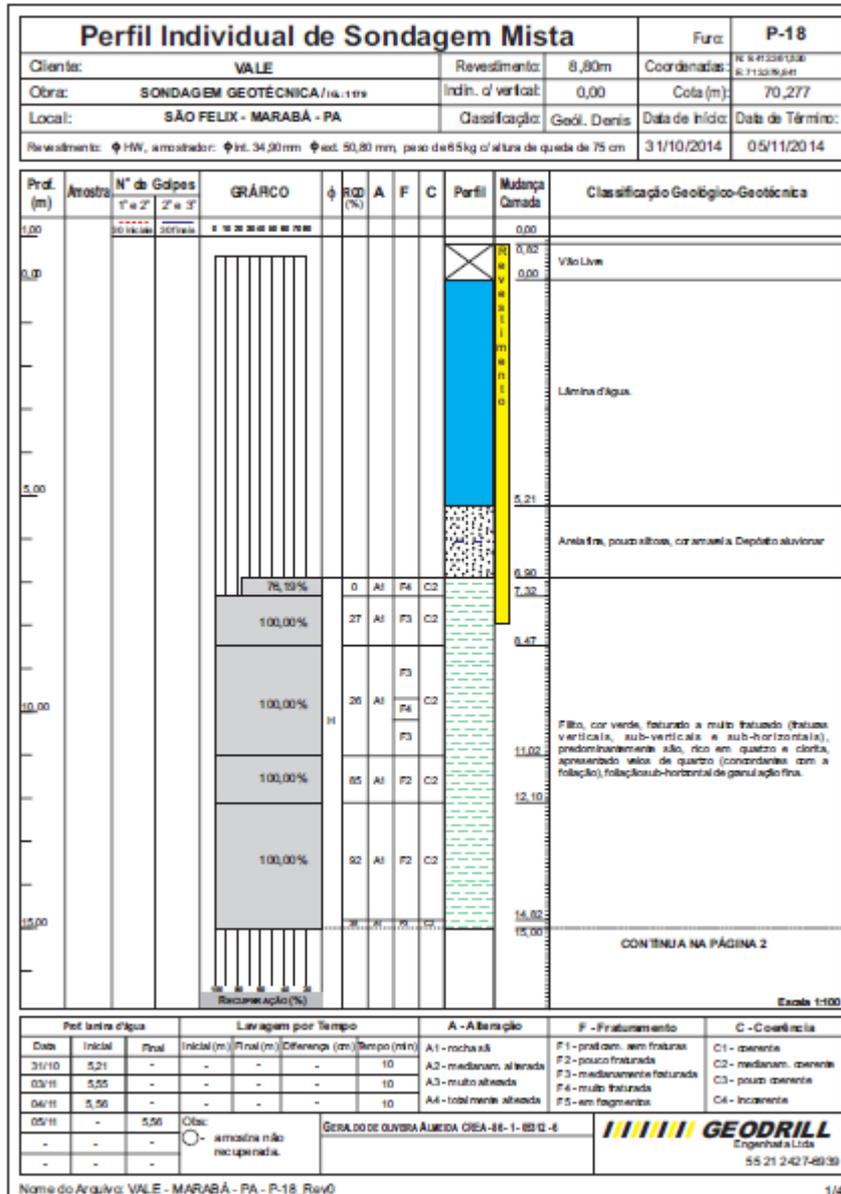


# DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**54/68**  
REV.  
**A**



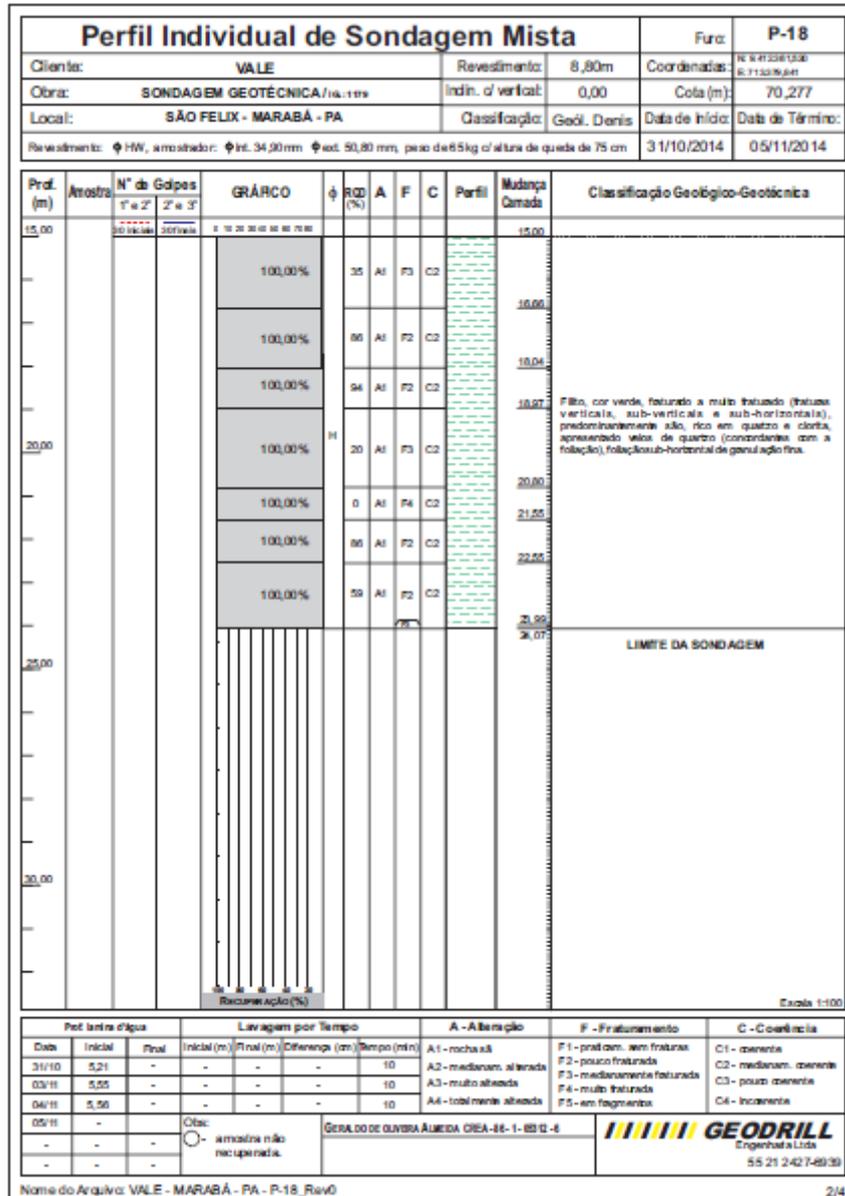


**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**55/68**  
REV.  
**A**





**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**56/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista				Furo:	P-18
Cliente:	VALE	Revestimento:	8,80m	Coordenadas:	U 1412381030 E 113282601
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / (a.117)	Incl. a' vertical:	0,00	Cota (m):	70,277
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geol. Denis	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\Phi$ HW, amostrador: $\Phi$ int. 34,00 mm $\Phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				31/10/2014	05/11/2014

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

**caixa 1/7**



**caixa 2/7**



**caixa 3/7**



**caixa 4/7**



Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-18\_Rev0

3/4



**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**57/68**  
REV.  
**A**

Perfil Individual de Sondagem Mista				Furo:	P-18
Cliente:	VALE	Revestimento:	8,90m	Coordenadas:	N: 942281036 E: 113282611
Obra:	SONDAGEM GEOTÉCNICA / 16.119	Inclin. cl vertical:	0,00	Cota (m):	70,277
Local:	SÃO FELIX - MARABÁ - PA	Classificação:	Geol. Denis	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ HW, amostrador: $\phi$ int. 34,90 mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 85 kg c/ altura de queda de 75 cm				31/10/2014	05/11/2014

**IMAGENS DAS AMOSTRAS OBTIDAS**

caixa 5/7 

caixa 6/7 

caixa 7/7 

Nome do Arquivo: VALE - MARABÁ - PA - P-18\_Rev0 4/4

		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
<b>PROJETO BASICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TECNICO</b>	Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>	PÁGINA <b>58/68</b>	
	Nº (CONTRATADA)	REV. <b>A</b>	

## 5 LEVANTAMENTOS BATIMÉTRICOS E GEOFÍSICOS

A Vale contratou junto a empresa JM Souto Engenharia e Consultoria Ltda. levantamentos batimétricos e sismográficos por reflexão, em uma área delimitada a Leste pela ponte existente e se estendendo 250m a montante da mesma.

Foram traçadas 05 seções TRANVERSAIS AO LEITO DO RIO (Figura 2), inseridas na área do levantamento batimétrico, para a execução de sísmica rasa reflexiva de alta resolução.

A tabela 4 apresenta as coordenadas dos perfis sísmicos:

SBP – 01	INÍCIO	712617,64	9411465,16
	FIM	713423,70	9412655,04
SBP – 02	INÍCIO	712704,95	9411400,19
	FIM	713526,95	9412659,82
SBP – 03	INÍCIO	712738,45	9411378,33
	FIM	713512,79	9412564,92
SBP – 04	INÍCIO	712771,95	9411356,47
	FIM	713540,49	9412534,17
SBP – 05	INÍCIO	712617,64	9411465,16
	FIM	713423,70	9412655,04

Tabela 4 – Coordenadas dos perfis sísmicos.

Esses levantamentos foram desenvolvidos com o intuito de obter de forma indireta, informações que possam ser correlacionadas às sondagens geotécnicas executadas, resultando em um estudo mais aprofundado e detalhado do substrato que irá suportar as fundações da nova ponte.

		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
<b>PROJETO BASICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TECNICO</b>	Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>	PÁGINA <b>59/68</b>	
	Nº (CONTRATADA)	REV. <b>A</b>	

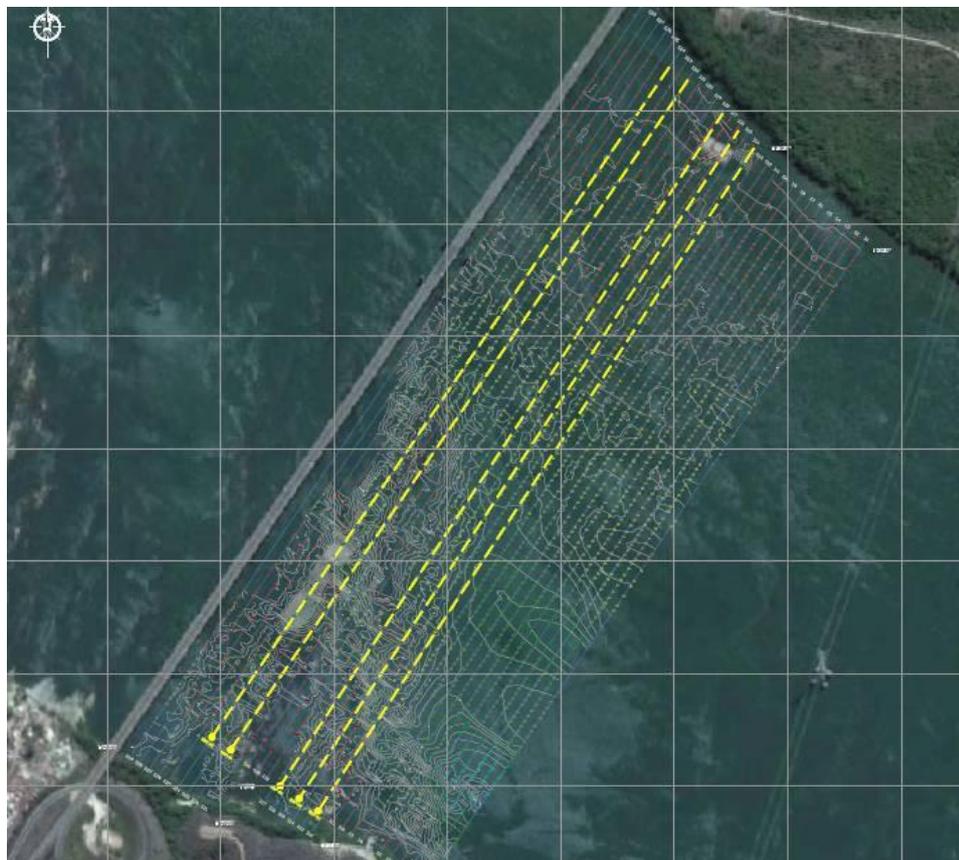


Figura 2 – Seções de perfilagem sísmica executadas.

## 5.1 Metodologia

**Ecobatimetria Monofeixe:** O método de Ecobatimetria baseia-se nos mesmos princípios de uma ecosonda convencional, ou seja, um pulso é emitido de um transdutor submerso acoplado uma embarcação, em que este pulso atinge o leito do corpo d'água e retorna até o mesmo transdutor. Isto permite conhecer de forma pontual a distância entre o transdutor e o leito. Para este levantamento foi utilizado o Ecobatímetro SyQwest, modelo Hydrobox (Figura 3.1.1), que segue as seguintes especificações:

Transdutores de frequência 210 kHz Resolução Vertical 1 cm Navegação GPS/NAV;  
NMEA 0183 Armazenamento Digital

		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
<b>PROJETO BASICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TECNICO</b>	Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>	PÁGINA <b>60/68</b>	
	Nº (CONTRATADA)	REV. <b>A</b>	

**Perfilagem Sísmica:** A metodologia sísmica de reflexão da maneira que foi posta, ao invés de permitir uma leitura através do gráfico tempo x distância, a interpretação é feita diretamente sobre uma seção sísmica construída diretamente sobre o sismograma. Este procedimento permite a identificação de uma série de grandes feições estratigráficas.

O levantamento foi desenvolvido através do Sub-Bottom Profiler (perfilagem sísmica de alta resolução) e tem por objetivo o reconhecimento do sub-fundo dos corpos d'água, utilizando a propagação de ondas acústicas. Este sistema de levantamento funciona segundo o princípio de emissão, transmissão e reflexão de ondas acústicas entre dois ou mais meios físicos de propriedades elásticas distintas (coluna d'água, camadas sedimentares). A prospecção sísmica de alta resolução é um recurso técnico que se enquadra no chamado método indireto de investigação, e é utilizado para determinar a espessura das camadas sedimentares (pacote sedimentar), existente acima do embasamento rochoso. A partir da determinação desses dados obtém-se um mapeamento do comportamento dos sedimentos na área, fundamental para a execução de projetos de engenharia.

Para o presente trabalho foi utilizado o equipamento Sub-Bottom Profiler 3100P, de fabricação da EdgeTech, com as seguintes características:

Modelo SB-216S Frequência 2-16kHz

Pulsos 2-16 kHz, 2-12 kHz, 2-10 kHz

Resolução vertical 6 cm / 2-15 kHz, 8 cm / 2-12 kHz e 10 cm / 2-10 kHz

Velocidade 3-4 nós (ótimo), 7 nós (velocidade máxima de segurança)

Penetração 6,0 metros (areia calcárea) – 80,0 metros (argila)

Dimensões 105 x 67 x 40 cm

Peso 76 kg

Profundidade máxima de operação 300 metros

## 5.2 Processamento dos dados

		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
<b>PROJETO BASICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TECNICO</b>		Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>	PÁGINA <b>61/68</b>
		Nº (CONTRATADA)	REV. <b>A</b>

**Controle Horizontal:** O controle horizontal é baseado na tecnologia de geoposicionamento por GPS, no modo RTK, com correção diferencial OMNISTAR. O plano de referência horizontal foi o Datum SAD-69 e a projeção UTM.

**Controle Vertical:** As batimetrias foram referenciadas verticalmente ao nível d'água computado pelo marégrafo instalado pela PLANAL.

### 5.3 Resultados e conclusões

Através dos serviços executados pela Planal Tecnologia Serviços e Engenharia Ltda, subcontratada da JMSouto, foi possível observar a profundidade do leito em relação ao nível d'água e as primeiras camadas litológicas do subfundo fluvial.

A ecobatimetria mostrou que o relevo fluvial é irregular, apresentando maiores profundidades na direção sudeste. Provavelmente, esta irregularidade é marcada pela presença de afloramentos rochosos no leito fluvial. A maior profundidade coletada na área demarcada foi de aproximadamente 23,00 metros. Nos perfis apresentados, podemos visualizar todos os perfis realizados, já processados e com “spikes” retirados, que é basicamente a retirada de erros aleatórios nos valores de profundidades, que podem ser positivos ou negativos. Positivos quando informam alguns feixes, uma profundidade errônea muito menor do que o restante do grupo de feixes analisados e negativos quando esses “spikes” apresentam profundidades muito altas, que fogem à média do restante dos feixes do grupo que está sendo analisado.

A perfilagem sísmica reflexiva de alta resolução também apresentou dados de leito irregulares, com penetração apenas até o segundo refletor horizontal, muito provavelmente devido à grande quantidade de rochas no leito, dificultando a passagem dos pulsos sonoros através do subleito. Portanto, o leito pode ser considerado “resistente” em toda extensão da área. Mesmo assim, as sondagens mecânicas

		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
<b>PROJETO BASICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TECNICO</b>		Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>	PÁGINA <b>62/68</b>
		Nº (CONTRATADA)	REV. <b>A</b>

servirão inclusive para confirmação da assinatura sísmica e melhor avaliação do leito fluvial.

Na figura 3, são apresentados os perfis obtidos pela sísmica que colaboram no sentido de definir o contato rocha-sedimentos e gerar uma ideia geral do perfil do Rio ainda que sem todos os furos da campanha concluídos. O perfil SBP 01, corresponde ao perfil coincidente com o eixo da ponte projetada.

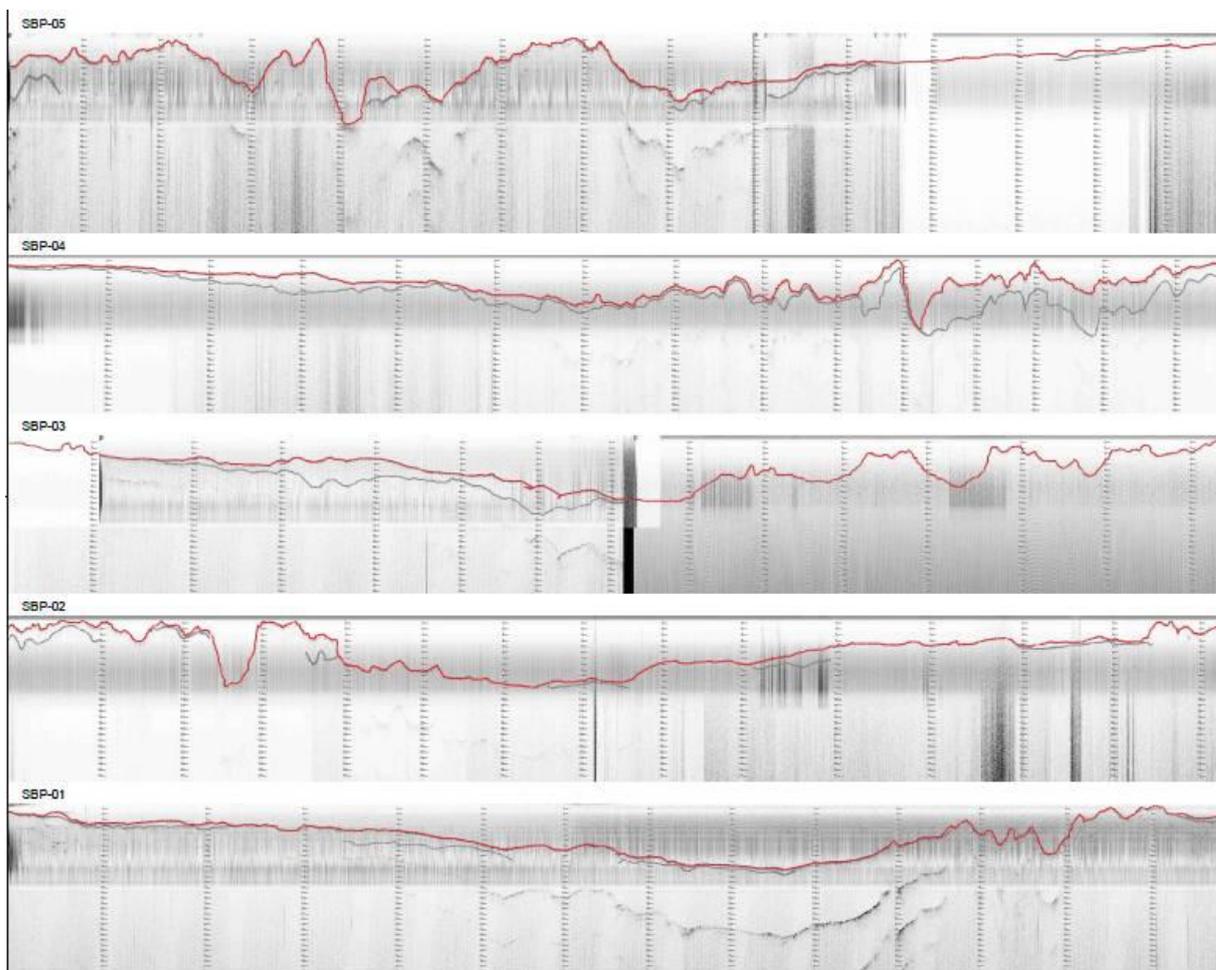


Figura 3 – Perfil do leito do Rio, indicando os contatos rocha-sedimento.

De posse da sísmica e da batimetria, pôde-se definir um modelo digital do terreno em 3 dimensões mostrado na figura 4.

		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
<b>PROJETO BASICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TECNICO</b>		Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>	PÁGINA <b>63/68</b>
		Nº (CONTRATADA)	REV. <b>A</b>

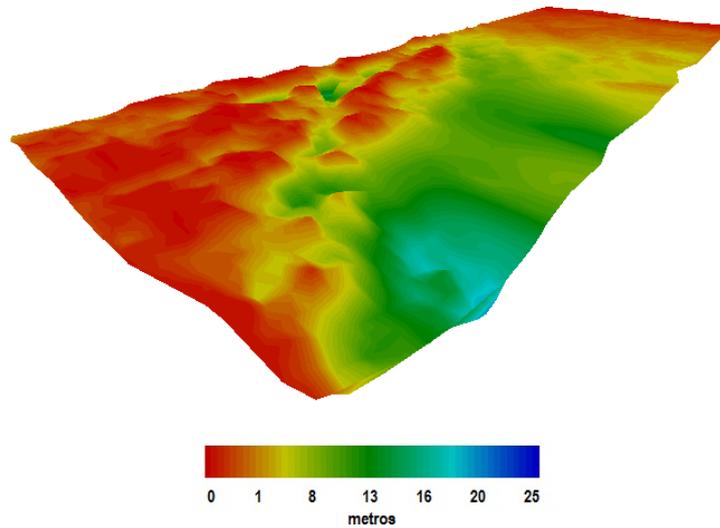


Figura 4 – Modelo batimétrico em 3D.

## 6 PERFIL GEOLÓGICO

De posse dos perfis individuais de sondagem, traçou-se um perfil longitudinal que compreende a seção geológica entre os furos E 1 e P 7, conforme mostrado na figura 5.



**DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO  
TOCANTINS  
L2040**

**PROJETO BASICO  
PONTE RIO TOCANTINS  
SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA  
MARABÁ-PA  
RELATÓRIO TECNICO**

Nº VALE  
**RL-2530KF-G-14002**  
Nº (CONTRATADA)

PÁGINA  
**64/68**  
REV.  
**A**

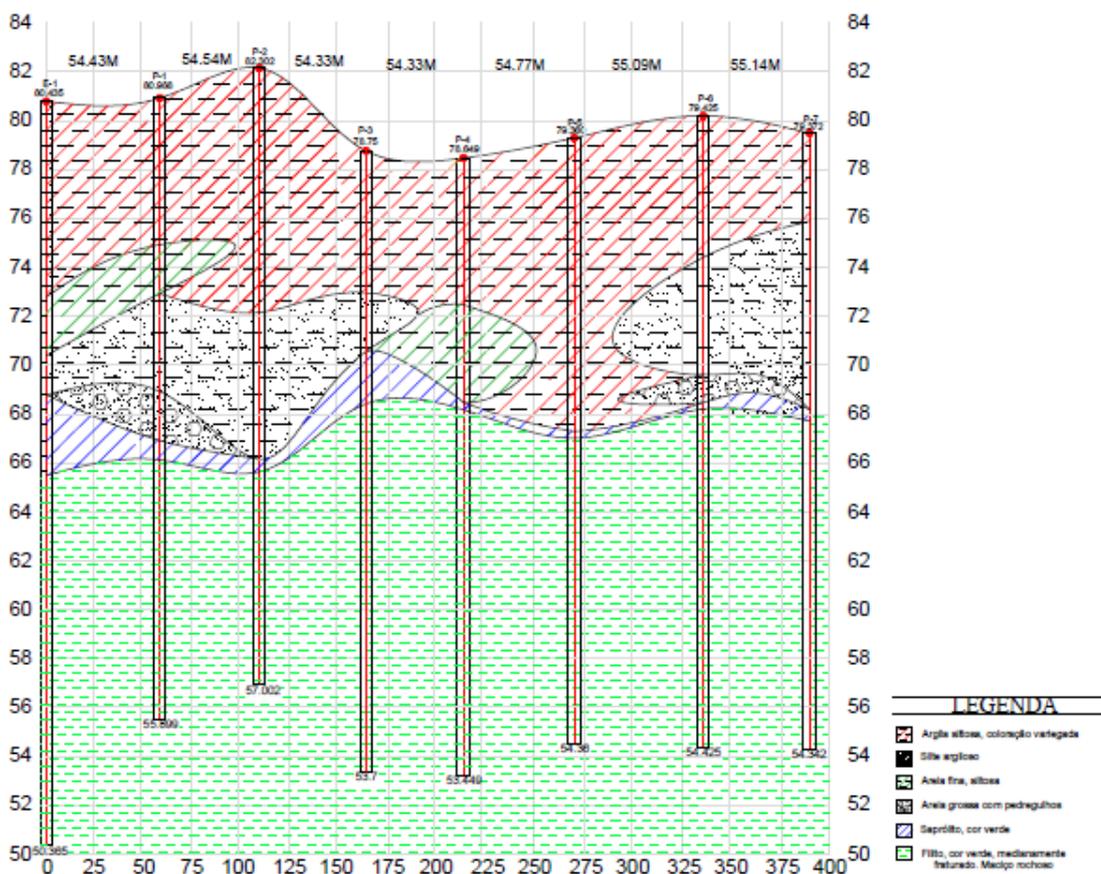


Figura 5 – Perfil Geológico do leito do Rio Tocantins no alinhamento do projeto no trecho compreendido entre os pontos E1 a P7.

Na figura 6, é apresentado o perfil geológico total do Rio Tocantins feito por ocasião do desenvolvimento do projeto da ponte existente indo do E1 ao E2, que apresenta similaridades com o perfil já obtido para o trecho em solo (bacia sedimentar na alça de São Félix), que é o trecho de maior heterogeneidade geológica-geotécnica, o que corrobora para a acurácia dos levantamentos já realizados.

		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
<b>PROJETO BASICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TECNICO</b>		Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>	PÁGINA <b>65/68</b>
		Nº (CONTRATADA)	REV. <b>A</b>

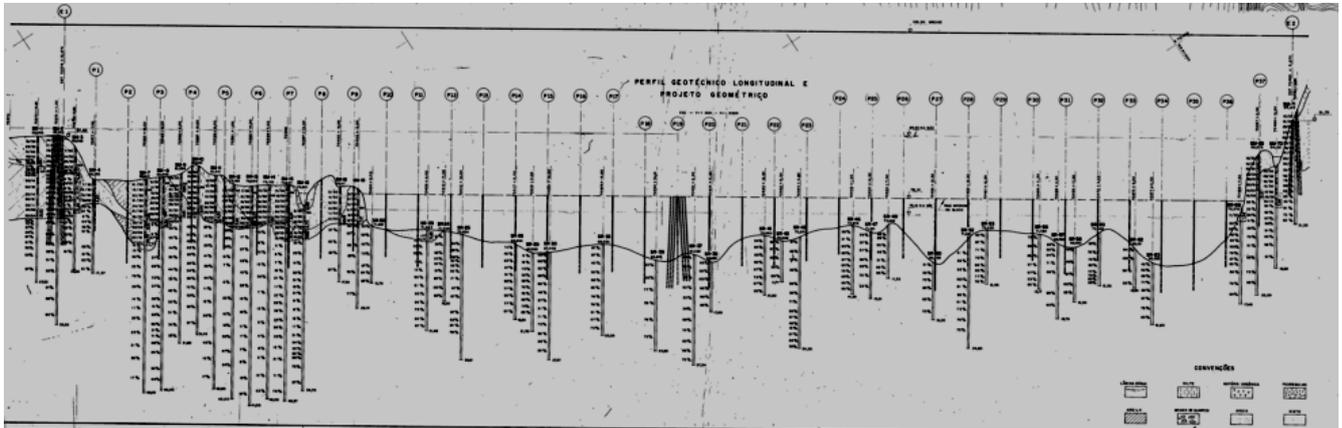


Figura 6 – Perfil Geológico do leito do Rio Tocantins no alinhamento do projeto da ponte existente no trecho compreendido entre os pontos E1 a E2.

## 7 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DADOS OBTIDOS -ASPECTOS GEOLÓGICOS

### 7.1 PROSPECÇÕES GEOTÉCNICAS TERRESTRES

As sondagens mistas, que foram executadas em áreas terrestres, proporcionaram a definição de dois ambientes geológicos distintos:

#### 7.1.1 Depósitos Sedimentares:

Caracterizado por sedimentos de aluvião, depositados na planície de inundação do rio Tocantins, em sua margem direita, ao Norte.

São sedimentos alóctones, bem classificados e selecionados, cuja maturidade textural é moderada e maturidade mineralógica média.

Possuem características de regime deposicional progressivo, seguindo a sequência argila – silte – areia – cascalho.

#### 7.1.2 Embasamento Rochoso:

		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
<b>PROJETO BASICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TECNICO</b>		Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>	PÁGINA <b>66/68</b>
		Nº (CONTRATADA)	REV. <b>A</b>

Composto por filitos ricos pertencentes à Formação Couto Magalhães, de coloração esverdeada, apresentando granulação fina e foliação sub-horizontal e de mineralogia rica em quartzo e clorita.

Comumente observam-se intercalações lenticulares subordinadas de quartzitos.

Os filitos encontram-se deformados, com esforço evidenciado por dobramentos e falhamentos que se estendem por toda a área em estudo.

### 7.1.3 Considerações Geotécnicas:

Com os resultados dos ensaios de SPT, pode-se observar um comportamento homogêneo na resistência do solo à penetração, crescente com a profundidade, com consistência variando de mole à rija, sendo incrementada apenas ao atingir-se zona de contato sedimentos/maciço rochoso, geralmente representada por cascalho e saprólito, respectivamente.

O maciço rochoso se apresenta são, coerente, com grau de faturamento variando entre fraturado e muito fraturado. Pontualmente, observam-se zonas extremamente fraturadas associadas às charneiras das dobras estruturais ou aos veios tardios de quartzo.

De uma forma geral a qualidade das rochas, que é definida pelo RQD, varia entre regular e excelente, porém, nas sondagens realizadas adjacentes aos planos axiais das dobras, essa qualificação é reduzida para fraca ou muito fraca.

## 7.2 PROSPECÇÕES GEOTÉCNICAS AQUÁTICAS

		<b>DUPLICAÇÃO PONTE DO RIO TOCANTINS L2040</b>	
<b>PROJETO BÁSICO PONTE RIO TOCANTINS SONDAGEM AQUÁTICA - PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA MARABÁ-PA RELATÓRIO TÉCNICO</b>		Nº VALE <b>RL-2530KF-G-14002</b>	PÁGINA <b>67/68</b>
		Nº (CONTRATADA)	REV. <b>A</b>

Nas sondagens aquáticas foi observada a sequência lateral da Formação Couto Magalhães, com a continuidade do filito reconhecido nas sondagens terrestres, dispondo, inclusive, das mesmas características estruturais, texturais e mineralógicas. Localmente, no canal fluvial e em zonas próximas, há a deposição de sedimentos com granulometria variando de seixos para areia fina, dispostos em camadas irregulares na forma, na espessura e na extensão.

#### 7.2.1 Considerações Geotécnicas:

Os testemunhos coletados no leito do rio Tocantins evidenciam a existência de um ambiente com grau de faturamento mais acentuado, fator esse que influencia diretamente na diminuição da qualidade da rocha.

O maciço rochoso apresenta-se predominantemente são, exceto nas camadas mais superficiais, de espessura centimétrica, onde a exposição ao fluxo subterrâneo provocou intemperismo predominantemente químico.

Pontualmente observa-se que há percolação de fluidos em meio às fraturas abertas. Este processo é confirmado por alterações nos planos de falha, que se mostram oxidados e/ou decompostos.

