	<b>Ensaio Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº VALE RL-1000JJ-X-30922</b>	<b>PÁGINA 2/21</b>
		<b>Nº (CONTRATADA) VRD-18-GRE-01</b>	<b>REV. A</b>

## ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	INTRODUÇÃO	3
2.0	DOCUMENTOS RECEBIDOS	3
3.0	ENSAIOS DE PIEZOCONE (CPTU) COM DISSIPAÇÕES DE POROPRESSÃO	3
4.0	ENSAIOS DE PALHETA	7
5.0	ENSAIO SÍSMICO - SMT	9
6.0	PIEZÔMETROS CASAGRANDE	10
7.0	INDICADOR DE NÍVEL D'ÁGUA	11
8.0	CONSIDERAÇÕES FINAIS	12
	<b>ANEXO(S)</b>	<b>13</b>
	<b>ANEXO A – PLANTA DE LOCAÇÃO</b>	
	<b>ANEXO B – BOLETINS DE ENSAIOS DE PIEZOCONE (CPTU)</b>	
	<b>ANEXO C – BOLETINS DE DISSIPAÇÃO DE POROPRESSÃO (DPP)</b>	
	<b>ANEXO D – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DE PONTEIRA DE PIEZOCONE</b>	
	<b>ANEXO E – BOLETINS DE ENSAIOS DE PALHETA (VT)</b>	
	<b>ANEXO F – BOLETINS DE ENSAIOS SÍSMICOS (SMT)</b>	
	<b>ANEXO G – AS-BUILTS DE INSTALAÇÃO DE PIEZÔMETRO CASAGRADE (PZC)</b>	
	<b>ANEXO H – AS-BUILTS DE INSTALAÇÃO DE INDICADOR DE NÍVEL D'ÁGUA (INA)</b>	

		<b>Ensaaios Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>		Nº VALE <b>RL-1000JJ-X-30922</b>	PÁGINA <b>3/21</b>
		Nº (CONTRATADA) <b>VRD-18-GRE-01</b>	REV. <b>A</b>

## 1.0 INTRODUÇÃO

O presente relatório tem por objetivo descrever a campanha de Investigação Geotécnica, com ensaios de piezocone com dissipação de poropressão executada a serviço da VALE S.A., na Barragem de Córrego do Feijão, em Brumadinho / MG.

Os serviços de campo, referentes aos resultados apresentados neste relatório de acompanhamento, foram realizados entre os dias 12/08/2016 e 10/09/2016.

A presente campanha de Investigação Geotécnica compreendeu até o momento:

- Três (03) ensaios de piezocone – CPTu;
- Treze (13) ensaios de dissipação de poropressão – DPP;
- Treze (13) ensaios de palheta – VT e três (03) tentativas de ensaio, distribuídos em três (03) verticais;
- Cinquenta e sete (57) pontos de ensaio sísmico – SMT, distribuídos em uma (01) vertical;
- Instalação de dois (02) piezômetros Casagrande – PZC;
- Instalação de quatro (04) indicadores de nível d'água – INA.

## 2.0 DOCUMENTOS RECEBIDOS

Para a elaboração do presente relatório, os seguintes documentos nos foram disponibilizados pelo cliente:

- Requisição técnica de serviços – Serviços de ensaios de CPTU, *vane test* e instalação de piezômetros (Documento Vale nº RT-1000GG-X-035100);
- Planta de locação das sondagens (Desenho VL47-DE-201, Revisão 02).

## 3.0 ENSAIOS DE PIEZOCONE (CPTU) COM DISSIPAÇÕES DE POROPRESSÃO

### 3.1 NORMAS APLICÁVEIS

- NBR 12069/91 - Solo - Ensaio de penetração de cone *in situ* (CPT);
- PROC-INV-04 – Ensaio de penetração de cone com medida de poropressão – CPTu;
- ASTM D-5778-07 - *Standard test method for performing electronic friction cone and piezocone testing of soils.*

		<b>Ensaaios Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>		Nº VALE <b>RL-1000JJ-X-30922</b>	PÁGINA <b>4/21</b>
		Nº (CONTRATADA) <b>VRD-18-GRE-01</b>	REV. <b>A</b>

### 3.2 PROCEDIMENTOS

#### Ensaaios Piezocone CPTu

Os ensaios de penetração de cone com medida de poropressão são utilizados para determinação estratigráfica de perfis de solos, determinação de propriedades dos materiais prospectados, particularmente em depósitos de argilas moles e previsão da capacidade de carga de fundações. O ensaio fornece dados de resistência de ponta, atrito lateral e poropressão.

O ensaio consiste na cravação estática de uma haste no solo, a qual possui no seu extremo inferior uma ponteira com formato cônico (ângulo de vértice de 60°) e área transversal de 10 cm<sup>2</sup>.

Os ensaios empregaram um estático de procedência italiana (Pagani) com capacidade de reação de 200 kN (20 tf). O sistema hidráulico dos penetrômetros é acionado por motor a diesel obtendo-se a reação através de ancoragens helicoidais. A ponteira e dispositivos eletrônicos utilizados são procedentes da *Fugro Engineers B.V.* Para efeito das medições de poropressão, todos os procedimentos rotineiros de manutenção da saturação do sistema foram observados. Nos ensaios, a ponteira foi cravada com uma velocidade de penetração constante, aproximadamente igual a 2 cm/s. A ponteira utilizada foi a de número 1706-2298.



À medida que se procede à introdução das hastes no solo, efetua-se a cada 2 cm de profundidade a aquisição automática das seguintes informações:

- Resistência à penetração da ponta ( $q_c$ );
- Resistência por atrito lateral ou local ( $f_s$ ), medido em uma luva com área lateral de 150 cm<sup>2</sup>;
- Poropressão, utilizando-se um elemento poroso de bronze sinterizado, localizado na base do cone (posição  $u_2$ );
- Ângulo de inclinação da ponteira cônica em relação à vertical.

Essas grandezas são medidas através de instrumentação de precisão, devidamente calibrada, instalada na extremidade do conjunto de calibração, sendo os dados transmitidos à superfície por um sistema de ondas acústicas. O certificado da ponteira utilizada neste trabalho está apresentado no Anexo D. Os sinais são coletados, transferidos e armazenados em um computador, podendo o resultado do ensaio ser visualizado em tempo real.

Os ensaios envolveram a execução de pré-furos, para se ultrapassar a camada superficial de aterro e/ou camada resistente e atingir sempre uma região de solo saturado. Quando o limite de 200 kN do equipamento foi atingido, o mesmo foi substituído por uma sonda rotativa MACH 700 para a continuação do pré-furo

Utilizou-se redutor de atrito a 1 m da ponteira cônica, composto por um alargador com a finalidade de reduzir o atrito nas hastes subsequentes.

	 FUGRO IN SITU GEOTECNIA	<b>Ensaaios Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>	Nº VALE <b>RL-1000JJ-X-30922</b>	PÁGINA <b>5/21</b>	
	Nº (CONTRATADA) <b>VRD-18-GRE-01</b>	REV. <b>A</b>	

### Ensaaios de Dissipação de Poropressões

O ensaio de dissipação de poropressão tem por objetivo medir o tempo para dissipar a poropressão gerada pela penetração do cone. Fornece ideia de permeabilidade e tempo de recalque.

O ensaio consiste na paralisação da penetração da ponteira cônica com conseqüente dissipação dos excessos de poropressões que possam ter sido gerados. A evolução das poropressões é monitorada ao longo do tempo, empregando-se o sistema de aquisição. Os ensaios de dissipação podem ser interpretados, com vistas à estimativa do coeficiente de adensamento horizontal ( $C_h$ ).

A duração dos ensaios buscou atender a 60% de dissipação dos excessos de poropressão.

### 3.3 LOCAÇÃO, QUANTIDADE E PROFUNDIDADE DOS ENSAIOS

Foram executados três (03) ensaios de piezocone - CPTu. As coordenadas de execução dos ensaios foram fornecidas pelo cliente. A profundidade máxima alcançada nas sondagens, assim como os comprimentos de pré-furo são apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Profundidade máxima dos ensaios de piezocone - CPTu


Furo	Profundidade do pré-furo (m)	Profundidade Final CPTu (m)	Coordenadas		Cota (m)
			N	E	
CPTu-16-8	13,00	30,06	7.775.065,43	591.779,00	-
CPTu-16-9	5,50	32,60	7.775.025,54	591.851,93	-
CPTu-16-10	12,00	35,55	7.775.015,53	591.795,01	-

Observação: As cotas dos pontos não foram fornecidas pelo cliente.

Os treze (13) ensaios de dissipação de poropressão foram realizados nos furos e profundidades descritas na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Resumo dos ensaios de dissipação.

Furo	Dissipação	Profundidade (m)	Dissipação para dissipar 60 % (s)	Tempo final de dissipação (s)
CPTu-16-8	DPP-01-CPTu-16-8	19,30	71,50	922,50
	DPP-02-CPTu-16-8	22,00	210,50	931,88
	DPP-03-CPTu-16-8	25,00	135,00	903,50
	DPP-04-CPTu-16-8	30,00	8,00	916,50
CPTu-16-9	DPP-01-CPTu-16-9	11,20	206,00	965,00
	DPP-02-CPTu-16-9	16,00	65,00	904,50
	DPP-03-CPTu-16-9	26,90	47,13	911,00
	DPP-04-CPTu-16-9	30,40	55,00	940,50

	 <small>FUGRO IN SITU GEOTECNIA</small>	<b>Ensaio Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>	Nº VALE <b>RL-1000JJ-X-30922</b>	PÁGINA <b>6/21</b>	
	Nº (CONTRATADA) <b>VRD-18-GRE-01</b>	REV. <b>A</b>	

Furo	Dissipação	Profundidade (m)	Dissipação para dissipar 60 % (s)	Tempo final de dissipação (s)
CPTu-16-10	DPP-01-CPTu-16-10	21,20	19,38	902,88
	DPP-02-CPTu-16-10	22,40	121,50	909,00
	DPP-03-CPTu-16-10	29,30	21,00	907,00
	DPP-04-CPTu-16-10	30,00	76,50	904,38
	DPP-05-CPTu-16-10	35,00	171,13	925,50

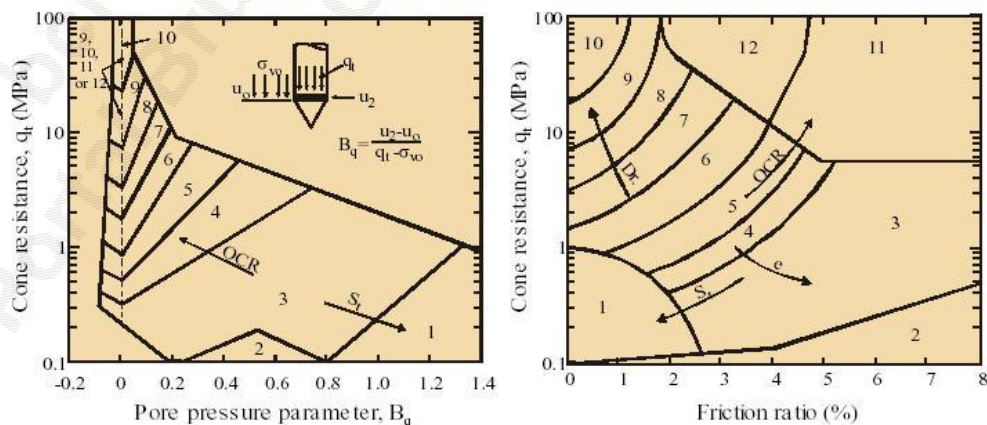
### 3.4 RESULTADOS

#### Ensaio Piezocone CPTu

Os resultados dos ensaios CPTu são apresentados nos gráficos do Anexo B, os quais indicam a variação com a profundidade da:

- Resistência à penetração da ponta ( $q_t$ ), dada por  $q_t = q_c + (1 - a) u_2$ , sendo  $a = 0,75$  (valor obtido através de calibração);
- Resistência por atrito lateral ( $f_s$ );
- Razão de atrito (FR), dada por  $FR = f_s/q_c$ ;
- Poropressão ( $u_2$ ).

Além disso, os gráficos do Anexo B podem ser utilizados para se proceder a uma classificação estratigráfica do comportamento do solo, baseada no método de Robertson et al. (1986). O ábaco de classificação é apresentado na Figura 1.



Zone: Soil Behaviour Type:

- |                           |                              |                              |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 5. Clayey silt to silty clay | 9. Sand                      |
| 2. Organic material       | 6. Sandy silt to clayey silt | 10. Silty sand to sand       |
| 3. Clay                   | 7. Silty sand to sandy silt  | 11. Very stiff fine grained* |
| 4. Silty clay to clay     | 8. Sand to silty sand        | 12. Sand to clayey sand*     |

\* Overconsolidated or cemented.

Figura 1 – Sistema de classificação de Robertson e outros (1986).

		<b>Ensaaios Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>		Nº VALE <b>RL-1000JJ-X-30922</b>	PÁGINA <b>7/21</b>
		Nº (CONTRATADA) <b>VRD-18-GRE-01</b>	REV. <b>A</b>

### Ensaaios de Dissipação de poropressão

Os resultados dos ensaios de dissipação são apresentados nos gráficos do Anexo C, empregando-se duas escalas de tempo:

- a) Raiz do tempo, para determinação do coeficiente de adensamento pela expressão:

$$C_h = \frac{T_i \cdot r^2}{t_i}$$

- b) Escala logarítmica, para determinação do coeficiente de adensamento pela expressão proposta por Teh e Hously (1991):

$$C_h = \frac{T_i \cdot r^2 \cdot \sqrt{I_r}}{t_i}$$

- sendo:  $C_h$  - coeficiente de adensamento na direção horizontal;  
 $T_i$  - fator tempo em função de  $\Delta u/\Delta u_0$ ;  
 $t_i$  - tempo de dissipação;  
 $r$  - raio médio do piezocone (18 mm);  
 $I_r$  - índice de rigidez do solo.

## 4.0 ENSAIOS DE PALHETA

### 4.1 NORMAS APLICÁVEIS

- NBR 10905/89 - Solo - Ensaaios de palheta *in situ*;
- ASTM D2573-08 - *Standard test method for field vane shear test in cohesive soil.*

### 4.2 PROCEDIMENTOS

O ensaio de palheta tem por objetivo determinar a resistência não-drenada do solo *in situ* ( $S_u$ ), sendo comumente utilizado em argilas saturadas, de consistência mole a rija. O ensaio envolve a cravação de uma palheta de seção cruciforme, submetida a um torque necessário para cisalhar o solo por rotação.

Para cravação da palheta utilizou-se penetrômetro estático de procedência italiana (Pagani) com capacidade de reação de 200 kN (20 tf). O sistema hidráulico dos penetrômetros é acionado por motor a diesel.

O equipamento utilizado nos ensaios de palheta consiste em um modelo elétrico procedente da Geotech, munido de dispositivo (*slip-coupling*) para auxiliar na identificação do atrito do sistema. A utilização de um dispositivo *slip-coupling* visa eliminar das leituras qualquer efeito de atrito nas hastes que acionam a palheta.

Após a cravação da palheta no solo, na profundidade de ensaio, posiciona-se a unidade de torque e medição, zeram-se os instrumentos e se aplica imediatamente o torque, com uma velocidade de  $(6 \pm 0,6)$ º/minuto. As medições de torque e rotação são efetuadas no topo do

	 FUGRO IN SITU GEOTECNIA	<b>Ensaio Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>	Nº VALE <b>RL-1000JJ-X-30922</b>	PÁGINA <b>8/21</b>	
	Nº (CONTRATADA) <b>VRD-18-GRE-01</b>	REV. <b>A</b>	

sistema de hastes. Os ensaios empregaram palhetas com 5,0 cm de diâmetro e 10,0 cm de altura.

Com base no torque medido, é possível determinar a resistência ao cisalhamento não-drenada do solo a partir da equação:

$$S_{uVane} = \frac{0,86(M - A)}{\pi \cdot D^3}$$

onde: M – torque máximo medido (Nm);  
A – Atrito medido (Nm);  
D - diâmetro da palheta (m).

Ao término do ensaio para a obtenção da resistência não-drenada, procedem-se 10 voltas rápidas da palheta, reiniciando-se as medições de modo a se obter a resistência não-drenada amolgada.

#### 4.3 LOCAÇÃO, QUANTIDADE E PROFUNDIDADE DOS ENSAIOS


Foram executados treze (13) ensaios de palheta – VT e três (03) tentativas de ensaio, distribuídos em três (03) verticais. Um resumo dos mesmos encontra-se na Tabela 4.1.

#### 4.4 RESULTADOS

Os resultados estão apresentados sob a forma de gráficos no Anexo E. As profundidades dos ensaios e os resultados são apresentados na Tabela 4.1.. Os valores indicados já se encontram corrigidos em função do atrito medido no *slip-coupling*, definido com base no “patamar” inicial das curvas torque *versus* rotação.

Tabela 4.1 - Resistências não-drenada ( $S_u$ )

Furo	Profundidade (m)	$S_u$ indeformado (kPa)	$S_u$ amolgado (kPa)	Coordenadas		Cota (m)
				N	E	
VT-16-11	7,00	31,60	17,50	7.775.061,79	591.781,01	
	7,50	31,08	21,81			
	16,00	104,70	37,69			
	22,50	49,14	36,35			
	25,00	92,53	34,03			
	28,00	*	-			
VT-16-12	9,00	129,03	37,30	7.775.022,04	591.853,87	
	12,00	113,97	89,93			
	15,00	**	**			
	20,00	97,91	38,63			

	 FUGRO IN SITU GEOTECNIA	<b>Ensaio Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>	Nº VALE	PÁGINA	
	<b>RL-1000JJ-X-30922</b>	<b>9/21</b>	
	Nº (CONTRATADA)	REV.	
	<b>VRD-18-GRE-01</b>	<b>A</b>	

Furo	Profundidade (m)	S <sub>u</sub> indeformado (kPa)	S <sub>u</sub> amolgado (kPa)	Coordenadas		Cota (m)
				N	E	
	26,00	126,27	40,54			
	7,00	74,85	62,55			
	16,00	**	**			
VT-16-13	20,00	**	**	7.775.013,69	591.794,32	
	22,00	94,50	33,18			
	30,00	100,15	45,03			

\* Limite do equipamento atingido sem o rompimento do solo.

\*\* Não foi possível cravar a palheta por tratar-se de uma camada resistente.

Observação: As cotas dos pontos não foram fornecidas pelo cliente.

## 5.0 ENSAIO SÍSMICO - SMT

### 5.1 NORMAS APLICÁVEIS

- ASTM D-7400-08 (2011) – *Standard test methods for downhole seismic testing.*

### 5.2 PROCEDIMENTOS

O ensaio sísmico é um ensaio gerador de uma medida de velocidade de onda sísmica no solo determinada em um intervalo de tempo verdadeiro. Este é realizado com o uso de transdutores sísmicos.

A cravação estática das haste com os geofones, de forma lenta e contínua, promove um contato íntimo dos sensores com o solo, fundamental para execução e posterior interpretação do ensaio sísmico.

No ensaio são registradas, nas profundidades estipuladas pelo cliente, ondas S geradas na superfície. As ondas S são obtidas através de golpes aplicados a uma fonte sísmica, e são captadas pelos geofones presentes na haste de cravação. A fonte sísmica utilizada consiste de uma barra carregada contra o solo (viga de cisalhamento) pela haste traseira de nivelamento do penetrômetro. As ondas S são geradas através de golpes aplicados lateralmente na viga com um martelo de aproximadamente 10 kg de massa. No instante em que o martelo atinge a viga, o circuito é fechado e o sistema de aquisição de dados é ativado automaticamente.

O procedimento de ensaio com medida de velocidade de ondas sísmicas pode ser visualizado na Figura 2.

	 FUGRO IN SITU GEOTECNIA	<b>Ensaio Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>		Nº VALE <b>RL-1000JJ-X-30922</b>	PÁGINA <b>10/21</b>
		Nº (CONTRATADA) <b>VRD-18-GRE-01</b>	REV. <b>A</b>

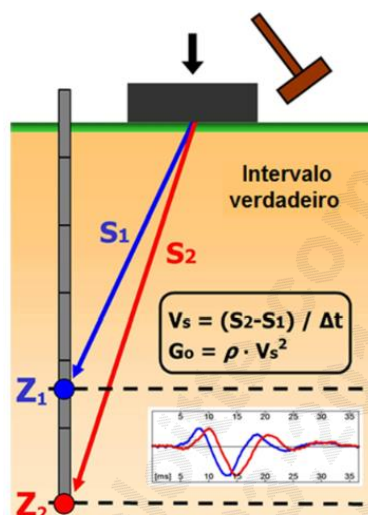


Figura 2 – Procedimento de ensaio SMT

### 5.3 LOCAÇÃO, QUANTIDADE E PROFUNDIDADE DOS ENSAIOS

Foi executada uma (01) vertical de SMT. A locação e profundidade dos ensaios encontram-se na tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Resumo dos ensaios de SMT.

Furo	Profundidade inicial (m)	Profundidade final (m)	Quantidade de ensaios	N	E	Cota (m)
SMT-16-8	0,50	31,00	57	7.775.065,43	591.779,00	-

Observação: A cota do ponto não foi fornecida pelo cliente.

### 5.4 RESULTADOS

Os resultados do ensaio SMT são apresentados nos gráficos do Anexo F, os quais indicam a variação com a profundidade da:

- Velocidade da onda de cisalhamento,  $v_s$  (m/s)
- Módulo de cisalhamento máximo,  $G_0$  (MPa)

## 6.0 PIEZÔMETROS CASAGRANDE

### 6.1 PERFURAÇÃO

Para a instalação dos dois (02) piezômetros elétricos de corda vibrante, foram executadas perfurações com a perfuratriz DB-520, com diâmetro de 3,8". Todas perfurações utilizaram o método de avanço por circulação de água em trechos de solo, e corte com coroa diamantada nos trechos de rocha.

		<b>Ensaio Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>		Nº VALE <b>RL-1000JJ-X-30922</b>	PÁGINA <b>11/21</b>
		Nº (CONTRATADA) <b>VRD-18-GRE-01</b>	REV. <b>A</b>

## 6.1 INTALAÇÃO

Após a perfuração foi realizado o posicionamento do piezômetro Casagrande em uma camada de areia do tipo lavada e graduada (pré-filtro), nesta região foi formado um bulbo de areia conforme representado nos *as-builts* do Anexo G. A etapa seguinte ao preenchimento de areia foi e execução de um selo intermediário de bentonita em grãos e finalmente o preenchimento do restante da perfuração com uma mistura de cimento e bentonita.

Os *as-builts* da instalação dos piezômetros Casagrande são apresentados no Anexo G.

Os dados principais de execução dos piezômetros Casagrande estão apresentados na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 – Dados de execução dos piezômetros Casagrande

Instrumento	Profundidade de perfuração (m)	Profundidade de instalação (m)	Data de instalação	N	E	Cota (m)
PZC-16-6A	20,20	20,00	08/09/2016	7.775.110,27	591.854,48	
PZC-16-7	21,20	21,00	08/09/2016	7.775.084,60	591.818,50	

Observação: As cotas dos pontos não foram fornecidas pelo cliente.

## 7.0 INDICADOR DE NÍVEL D'ÁGUA

### 7.1 PERFURAÇÃO

Para a instalação dos quatro (04) indicadores de nível d'água, foram executadas perfurações com a perfuratriz DB-520 e sonda rotativa MACH 700, com diâmetro de 3,8 ". Todas perfurações utilizaram o método de avanço por circulação de água em trechos de solo, e corte com coroa diamantada nos trechos de rocha.

### 7.2 INSTALAÇÃO

Após a perfuração foi realizado o posicionamento do indicador do nível d'água em uma camada de areia do tipo lavada e graduada (pré-filtro), nesta região foi formado um bulbo de areia conforme representado nos *as-builts* do Anexo H. A etapa seguinte ao preenchimento de areia foi e execução de um selo intermediário de bentonita em grãos e finalmente o preenchimento do restante da perfuração com uma mistura de argila e bentonita.

Os *as-builts* da instalação dos indicadores de nível d'água são apresentados no Anexo H.

Os dados principais de execução dos indicadores de nível d'água estão apresentados na Tabela 7.1.

		<b>Ensaio Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>		Nº VALE <b>RL-1000JJ-X-30922</b>	PÁGINA <b>12/21</b>
		Nº (CONTRATADA) <b>VRD-18-GRE-01</b>	REV. <b>A</b>

Tabela 7.1 – Dados de execução dos indicadores de nível d'água

Instrumento	Profundidade de perfuração (m)	Profundidade de instalação (m)	Data de instalação	N	E	Cota (m)
INA-16-2	25,30	25,00	07/09/2016	7.775.023,79	591.852,90	
INA-16-3	32,30	32,00	10/09/2016	7.775.141,64	591.901,61	
INA-16-4	19,80	19,30	23/08/2016	7.775.063,61	591.780,00	
INA-16-5A	20,40	20,00	08/09/2016	7.774.976,58	591.919,82	



Observação: As cotas dos pontos não foram fornecidas pelo cliente.

## 8.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todas as sondagens e instrumentos ensaios têm como objetivo informações geotécnicas pontuais.


As coordenadas presentes neste relatório foram retiradas da planta de locação que foi fornecida pelo cliente e encontra-se no Anexo A. O relatório não apresenta as cotas dos pontos, já que as mesmas não foram fornecidas pelo cliente.


A Fugro In Situ Geotecnia Ltda coloca-se à disposição para prestar todos os esclarecimentos adicionais que se fizerem necessários.

		<b>Ensaio Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº VALE RL-1000JJ-X-30922</b>	<b>PÁGINA 13/21</b>
		<b>Nº (CONTRATADA) VRD-18-GRE-01</b>	<b>REV. A</b>


**ANEXO(S)**


bcrumbaugh@deloitte.com  
 Portal Brumadinho/26:03:2019 14:40  
 CONFIDENTIAL

		<b>Ensaio Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº VALE RL-1000JJ-X-30922</b>	<b>PÁGINA 14/21</b>
		<b>Nº (CONTRATADA) VRD-18-GRE-01</b>	<b>REV. A</b>


 <p>Planta de Locação.pdf</p>	<b>ANEXO A – PLANTA DE LOCAÇÃO</b> <b>Formato: tipo do documento - PDF</b> <b>01 Página</b>
--	---


bcrumbaugh@deloitte.com 14:40  
 Portal Brumadinho/26:03:2019  
 CONFIDENTIAL

		<b>Ensaio Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>		Nº VALE <b>RL-1000JJ-X-30922</b>	PÁGINA <b>15/21</b>
		Nº (CONTRATADA) <b>VRD-18-GRE-01</b>	REV. <b>A</b>



 CPTu.pdf	<b>ANEXO B – BOLETINS DE ENSAIOS DE PIEZOCONE (CPTu)</b> <b>Formato: tipo do documento - PDF</b> <b>03 Páginas</b>
---	--


bcrumbaugh@deloitte.com  
 Portal Brumadinho/26:03:2019 14:40  
 CONFIDENTIAL

		<b>Ensaio Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº VALE RL-1000JJ-X-30922</b>	<b>PÁGINA 16/21</b>
		<b>Nº (CONTRATADA) VRD-18-GRE-01</b>	<b>REV. A</b>

 DPP.pdf	<b>ANEXO C – BOLETINS DE DISSIPAÇÃO DE POROPRESSÃO (DPP)</b> <b>Formato: tipo do documento - PDF</b> <b>13 Páginas</b>
--	--


bcrumbaugh@deloitte.com  
Portal Brumadinho/26:03:2019 14:40  
CONFIDENTIAL

		<b>Ensaio Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº VALE RL-1000JJ-X-30922</b>	<b>PÁGINA 17/21</b>
		<b>Nº (CONTRATADA) VRD-18-GRE-01</b>	<b>REV. A</b>



 Certificado de Calibração.pdf	<b>ANEXO D – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DE PONTEIRA DE PIEZOCONE</b> <b>Formato: tipo do documento - PDF</b> <b>01 Página</b>
--	--


bcrumbaugh@deloitte.com  
Portal Brumadinho/26:03:2019 14:40  
CONFIDENTIAL

		<b>Ensaio Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>		Nº VALE <b>RL-1000JJ-X-30922</b>	PÁGINA <b>18/21</b>
		Nº (CONTRATADA) <b>VRD-18-GRE-01</b>	REV. <b>A</b>



 Vane-test.pdf	<b>ANEXO E – BOLETINS DE ENSAIOS DE PALHETA (VT)</b> <b>Formato: tipo do documento - PDF</b> <b>09 Páginas</b>
--	--


bcrumbaugh@deloitte.com 14:40  
 Portal Brumadinho/26:03:2019  
 CONFIDENTIAL

		<b>Ensaio Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº VALE RL-1000JJ-X-30922</b>	<b>PÁGINA 19/21</b>
		<b>Nº (CONTRATADA) VRD-18-GRE-01</b>	<b>REV. A</b>


 <b>Ensaio Sísmico.pdf</b>	<b>ANEXO F – BOLETINS DE ENSAIOS SÍSMICOS (SMT)</b> <b>Formato: tipo do documento - PDF</b> <b>02 Páginas</b>
--	---


bcrumbaugh@deloitte.com 14:40  
 Portal Brumadinho/26:03:2019  
 CONFIDENTIAL

		<b>Ensaio Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>		Nº VALE <b>RL-1000JJ-X-30922</b>	PÁGINA <b>20/21</b>
		Nº (CONTRATADA) <b>VRD-18-GRE-01</b>	REV. <b>A</b>

 PZC.pdf	<b>ANEXO G – AS-BUILTS DE INSTALAÇÃO DE PIEZÔMETRO CASAGRANDE (PZC)</b> <b>Formato: tipo do documento - PDF</b> <b>02 Páginas</b>
--	---

bcrumbaugh@deloitte.com  
Portal Brumadinho/26:03:2019 14:40  
CONFIDENTIAL

		<b>Ensaio Geotécnicos especiais na Barragem de Córrego do Feijão SE-5500039174</b>	
<b>PROJETO BÁSICO GERAL DO PROJETO RELATÓRIO FINAL RELATÓRIO TÉCNICO</b>		<b>Nº VALE RL-1000JJ-X-30922</b>	<b>PÁGINA 21/21</b>
		<b>Nº (CONTRATADA) VRD-18-GRE-01</b>	<b>REV. A</b>

 <p>INA.pdf</p>	<b>ANEXO H – AS-BUILTS DE INSTALAÇÃO DE INDICADOR DE NÍVEL D'ÁGUA (INA)</b> <b>Formato: tipo do documento - PDF</b> <b>04 Páginas</b>
--	---

bcrumbaugh@deloitte.com  
 Portal Brumadinho/26:03:2019 14:40  
 CONFIDENTIAL