



Belo Horizonte, 07 de maio de 2020

**RL 300**

# **RELATÓRIO TÉCNICO: INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS**

SONDAGEM MISTA

Responsável Técnico:  
Engenheiro Rogério Avelar Marinho (CREA: 12414/D)

À  
**MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

LOCAL: RUA JOSÉ CALIL AHOUGI, S/Nº, LOTE F, BAIRRO BAIXADA DO  
PARAIBUNA – MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA - MG

## **SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. METODOLOGIA UTILIZADA .....</b>	<b>4</b>
<b>3. SERVIÇOS EXECUTADOS .....</b>	<b>5</b>

**ANEXO I: CROQUI DE LOCAÇÃO**

**ANEXO II: PERFIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS INDIVIDUAIS**

**ANEXO III: REGISTRO FOTOGRÁFICO**

## 1. INTRODUÇÃO

Prezados Senhores,

Atendendo ao solicitado por V.Sas, apresentamos no presente relatório, os resultados das **sondagens mistas** realizadas na obra: JOSÉ CALIL AHOUGI, S/Nº, LOTE F, BAIRRO BAIXADA DO PARAIBUNA – MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA - MG.

O relatório com resultados é apresentado em forma de seções geológicas geotécnicas, indicando as características dos solos e rochas perfurados e as posições dos níveis de água encontrados nos furos.

Foram realizados **07 furos de sondagem mista**, totalizando **144,92 metros** de perfuração.

A realização das sondagens baseia-se na seguinte norma técnica:

- **DNER-PRO 102/1997**: “Sondagem de reconhecimento pelo método rotativo”.
- **ABNT NBR 6484/2001**: “Solo - Sondagens de simples reconhecimentos com SPT - Método de ensaio”.

E utiliza a seguinte norma em complemento, para auxiliar:

- **ABNT NBR 6502/1995**: “Rochas e solos - Terminologia”
- **ABNT NBR 13441/1995**: “Rochas e solos - Simbologia”.

## 2. METODOLOGIA UTILIZADA

A sondagem rotativa atrelada a sondagem à percussão, ou seja, a sondagem mista, identificada pela sigla SM, objetiva coletar amostras deformadas de solo e, principalmente, de rocha, além de identificar a profundidade do lençol freático, as camadas que compõem o subsolo, seja ela rochosa, ou não e seus índices de resistência. O procedimento utilizado consiste em perfurar o solo com barrilete por meio do movimento de rotação, na sondagem rotativa, bem como cravar de forma dinâmica do amostrador a cada metro, na sondagem à percussão.

O método investigativo é feito com um equipamento denominado barrilete, constituído por um ou dois tubos, dotado de peça cortante feita com material de alta dureza em sua ponta, denominada coroa, que perfura o solo e retira as amostras por meio do movimento de rotação. O barrilete tem sempre uma camisa livre em seu interior para proteger o testemunho retirado do terreno.

A formação rochosa deve determinar o tipo de barrilete, bem como a coroa a ser utilizada na sondagem. Em caso de avanço em rocha sã e pedregulhos/matacões de rocha, por exemplo, é utilizada sonda hidráulica MACH 920, com revestimentos de diâmetro BW acopladas a sondas percussivas, barriletes duplos giratórios e coroas diamantadas.

O processo de cravação do amostrador consiste em quedas sucessivas do martelo, padronizado com massa de ferro de 65 kg, em queda livre da altura de 0,75 m, até se atingir a penetração de 0,45 m, anotando-se o número de golpes necessários à cravação de cada 0,15 m, conforme orientação da Norma Brasileira NBR – 6484/2001.

Durante a operação de perfuração são anotadas transições de camada, observadas através de exame visual ou alteração da coloração do fluido de perfuração. Além disso, anomalias como perda d'água de circulação, fendas, fissuras, etc., são anotadas com as respectivas profundidades.

As amostras obtidas durante a perfuração são acondicionados em caixas de madeira aplainada feitas criteriosamente de maneira a serem mantidas as posições relativas dos testemunhos coletados na ordem em que são retirados durante a perfuração. Feito isso, é feita análise tátil-visual dos testemunhos, que objetiva determinar os seguintes parâmetros:

- Classificação litológica;
- Grau de alteração;
- Grau de coerência;
- Grau de faturamento;
- Percentual de recuperação da rocha, e;
- Designação Qualitativa da Rocha (RQD).

Após cada rotina de cravação do amostrador também é retirada uma amostra amolgada do solo, que é imediatamente acondicionada em recipiente hermético de dimensões que permitam receber pelo menos um cilindro de solo. O tipo de solo é obtido



através da análise tátil-visual dessas amostras, que objetiva determinar os seguintes parâmetros:

- Granulometria;
- Plasticidade;
- Cor, e;
- Origem.

O índice de resistência a penetração, abreviado por N, obtido pela cravação do amostrador, é expresso pela soma do número de golpes requeridos para a segunda e a terceira etapas de penetração de 0,15 m, ou seja o número de golpes correspondentes a cravação do martelo nos 0,30 m finais, dos 0,45 m totais, estes valores são apresentados graficamente no perfil obtido através das inspeções geológicas-geotécnicas. Por meio dos índices de resistência é classificada a compacidade (no caso de areias ou siltes arenosos) ou a consistência (argila ou siltes argilosos) do solo.

O nível do lençol freático é obtido por meio das observações feitas pelo operador durante o processo de perfuração.

Os resultados das determinações supracitadas estão apresentados nos perfis individuais de sondagem em anexo.

### 3. SERVIÇOS EXECUTADOS

Foram executados **07 furos** de **sondagem mista**, com profundidades abaixo relacionadas, sendo **140,42 metros** de perfuração em solo, e **4,50 metros** de perfuração em matacão/rocha (com uso de coroa diamantada), totalizando **144,92 metros** de perfuração.

SONDAGEM MISTA				
Sondagem	Profundidade solo (m)	Profundidade rocha (m)	Profundidade total (m)	Nível de Água (m) após 24hs
SM-01	30,61	-	30,61	4,58
SM-02	16,17	-	16,17	3,87
SM-03	19,04	-	19,04	3,95
SM-04	16,14	-	16,14	4,25
SM-05	11,60	4,50	16,10	4,60
SM-06	16,09	-	16,09	5,18
SM-07	30,77	-	30,77	5,87
TOTAL	140,42	4,50	144,92	-

Através do ensaio de resistência à penetração, os valores dos índices de resistência a penetração obtidos dão uma indicação quanto à consistência (solos argilosos) ou estado de compactidade (solos arenosos) das camadas do solo investigadas.

TABELA DE SONDAGEM PARA CLASSIFICAÇÃO - SOLO			
AREIAS E SILTES ARENOSOS		ARGILAS E SILTES ARGILOSOS	
Nº de Golpes	Compacidade	Nº de Golpes	Consistência
≤ 4	Fofa	≤ 2	Muito Mole
5 a 8	Pouco Compacta	3 a 5	Mole
9 a 18	Medianamente Compacta	6 a 10	Média
19 a 40	Compacta	11 a 19	Rija
>40	Muito Compacta	>19	Dura

Para perfuração em rocha, conforme as tabelas a seguir foram realizadas análises para indicar o tipo de rocha encontrado, grau de alteração, fraturamento, consistência, porcentagem de recuperação e o índice de qualidade da rocha, sendo:

TABELA DE SONDAGEM PARA CLASSIFICAÇÃO - ROCHA		
GRAU DE ALTERAÇÃO <sup>1</sup>		
GRAU	DENOMINAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO
A1	Rocha Sã	A rocha apresenta seus minerais constituintes sem decomposição. Eventualmente apresenta juntas oxidadas.
A2	Rocha Pouco Alterada	A rocha apresenta decomposição incipiente em sua matriz e ao longo dos planos de fraturas.
A3	Rocha Medianamente Alterada	A rocha apresenta apenas uma parcela dos seus componentes originais, com 1/3 do corpo da rocha já alterado. Superfícies das descontinuidades mostram de forma parcial a ação do intemperismo.
A4	Rocha Muito Alterada	A rocha apresenta decomposição não uniforme da matriz, com 2/3 de seu corpo já alterado. Alguns de seus minerais originais já estão completamente ou parcialmente transformados e as superfícies das descontinuidades apresentam intensa decomposição.
A5	Rocha Extremamente Alterada (Saprólito)	Todos os minerais originais, exceto o quartzo (quando houver), foram totalmente ou parcialmente decompostos pelo intemperismo químico. Esta rocha constitui material de transição entre rocha e solo.
GRAU DE CONSISTÊNCIA <sup>1</sup>		
GRAU	DENOMINAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO
C1	Rocha Muito Consistente	Rocha com som metálico, quebra com dificuldade ao golpe do martelo. Sua superfície dificilmente é riscada pelo aço.
C2	Rocha Consistente	Rocha com som fraco, quebra com relativa facilidade ao golpe do martelo. Ao ser riscada pelo aço, deixa sulcos superficiais.
C3	Rocha Medianamente Consistente	Rocha cujas bordas de seu fragmento se quebram dificilmente sob pressão dos dedos. Facilmente riscável por lâmina de aço.
C4	Rocha Pouco Consistente	Rocha cujas bordas de seu fragmento se quebram sob pressão dos dedos. Sulcos profundos ao risco do aço.
C5	Rocha sem Consistência (Friável)	Rocha esfarela-se ao golpe do martelo, desagregando com a pressão dos dedos. Pode ser riscada com a unha.
GRAU DE FRATURAMENTO <sup>1</sup>		
GRAU	DENOMINAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO
F1	Ocasionalmente Fraturada	Fratura/metro $\leq 1$
F2	Pouco Fraturada	$2 \leq \text{Fraturas/metro} \leq 5$
F3	Medianamente Fraturada	$6 \leq \text{Fraturas/metro} \leq 10$
F4	Muito Fraturada	$11 \leq \text{Fraturas/metro} \leq 20$
F5	Extremamente Fraturada	$20 < \text{Fraturas/metro}$
DESIGNAÇÃO QUALITATIVA DA ROCHA <sup>2</sup>		
QUALIDADE DA ROCHA		CARACTERIZAÇÃO
Excelente		$90\% < \text{RQD} \leq 100\%$
Boa		$75\% < \text{RQD} \leq 90\%$
Regular		$50\% < \text{RQD} \leq 75\%$
Pobre		$25\% < \text{RQD} \leq 50\%$
Muito pobre		$0\% \leq \text{RQD} \leq 25\%$

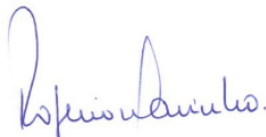
<sup>1</sup>Conforme ABNT NBR 6502/1995

<sup>2</sup>Conforme DNER-PRO 102/1997

A **EMPRESA** se coloca ao inteiro dispor de V.Sas para quaisquer esclarecimentos adicionais relativos ao presente trabalho.

Sendo o que nos apresenta para o momento, firmamo-nos.

Atenciosamente.



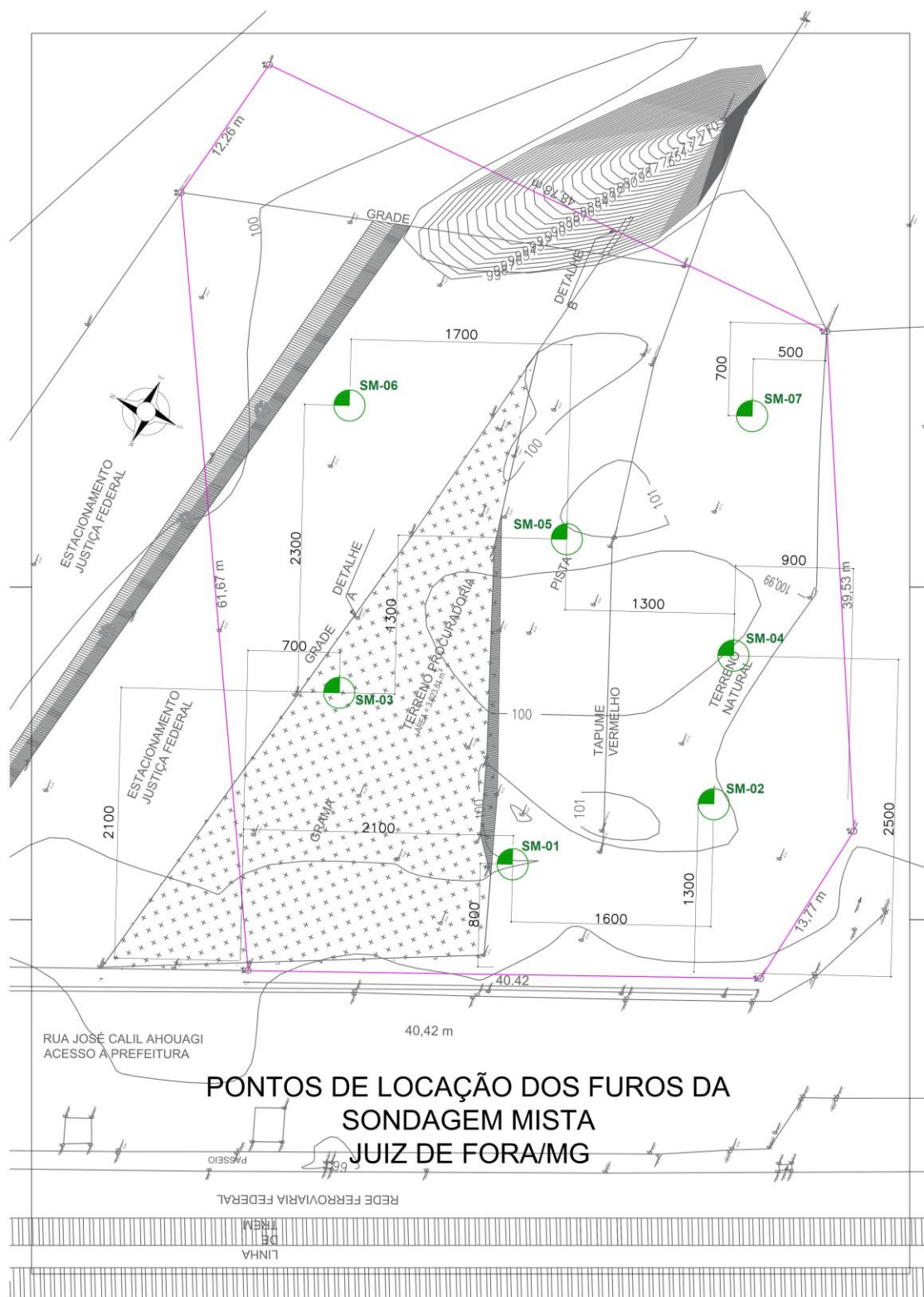
ROGÉRIO AVELAR MARINHO - CREA 12414/D  
E-MAIL: [torresgeotecnia@gmail.com](mailto:torresgeotecnia@gmail.com)

---

# ANEXO I

## LOCAÇÃO DAS SONDAGENS

RUA JOSÉ CALIL AHOUGI, S/Nº, LOTE F, BAIRRO BAIXADA DO PARAIBUNA –  
MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA - MG



---

# ANEXO II

## PERFIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS INDIVIDUAIS






<b>PERFIL INDIVIDUAL</b> <b>SONDAGEM MISTA</b>  <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">SM-01</div>						CLIENTE: MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS OBRA: RUA JOSÉ CALIL AHOUGI, S/Nº, LOTE F, BAIRRO BAIXADA DO PARAIBUNA LOCAL: MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA - MG							COTA: - COORDENADAS N: - E: - FUSO: - INC.: 90° DIR.: - INÍCIO: 15/04/20 TÉRMINO: 22/04/20 REF.: RL 300			DATA: 07/05/20 FOLHA: 02 / 02 REVISÃO: 0 RESP.: Eng. Rogério Avelar Marinho (CREA: 12414/D) TÊC.:		
ESCALA - 1:100	DIÂMETRO DO FURO	REVESTIMENTO / NA	PROFUNDIDADE DAS CAMADAS	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA DO MATERIAL (análise tátil-visual)	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DAS MANOBRAS	CARACTERÍSTICAS DAS PRINCIPAIS DESCONTINUIDADES	SOLO		SPT Nº DE GOLPES		TORQUE	RECUPERAÇÃO DE TESTEMUNHOS % R.Q.D.	GRAU DE ALTERAÇÃO	GRAU DE FRATURAMENTO	GRAU DE COERÊNCIA		
								RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO 30 cm FINAIS 30 cm INICIAIS	% DE RECUPERAÇÃO	INICIAIS	FINAIS							
				GNAISSE EXTREMAMENTE ALTERADO (A5), SEM CONSISTÊNCIA (C5), EXTREMAMENTE FRATURADA (F5), COR CINZA. (Saprólito de rocha)	+ + + + +	20,04		13%		-	-	0%	5	5	5			
			21,54	GNAISSE EXTREMAMENTE ALTERADO (A5), SEM CONSISTÊNCIA (C5), EXTREMAMENTE FRATURADA (F5), COR CINZA. (Saprólito de rocha)	+ + + + +	21,54		16%		-	-	0%	5	5	5			
			23,04	GNAISSE EXTREMAMENTE ALTERADO (A5), SEM CONSISTÊNCIA (C5), EXTREMAMENTE FRATURADA (F5), COR CINZA. (Saprólito de rocha)	+ + + + +	23,04		16%		-	-	0%	5	5	5			
			24,54	GNAISSE EXTREMAMENTE ALTERADO (A5), SEM CONSISTÊNCIA (C5), EXTREMAMENTE FRATURADA (F5), COR CINZA. (Saprólito de rocha)	+ + + + +	24,54				50 5	-	0%						
				AREIA DE TEXTURA VARIADA (gnaisse extremamente decomposto (A5) ), COR CINZA, MUITO COMPACTA. (Saprólito de rocha)	.					50 3	-	0%	5					
			27,59	GNAISSE EXTREMAMENTE ALTERADO (A5), SEM CONSISTÊNCIA (C5), EXTREMAMENTE FRATURADA (F5), COR CINZA. (Saprólito de rocha)	+ + + + +			20%		50 6	-	0%	5	5	5			
			29,09	GNAISSE EXTREMAMENTE ALTERADO (A5), SEM CONSISTÊNCIA (C5), EXTREMAMENTE FRATURADA (F5), COR CINZA. (Saprólito de rocha)	+ + + + +	29,09		19%		-	-	0%	5	5	5			
			30,61	LIMITE DE SONDAGEM	+ + + + +	30,59				50 2	-	0%						
OBSERVAÇÕES:																		

GRAU DE ALTERAÇÃO ———— A1 - SÃ • A2 - POUCO ALTERADA • A3 - MEDIANAMENTE ALTERADA • A4 - MUITO ALTERADA • A5 - EXTREMAMENTE ALTERADA  
 GRAU DE CONSISTÊNCIA ———— C1 - MUITO CONSISTENTE • C2 - CONSISTENTE • C3 – MEDIANAMENTE CONSISTENTE • C4 - POUCO CONSISTENTE • C5 - SEM CONSISTÊNCIA  
 GRAU DE RQD ———— 90 A 100 - EXCEL. • 75 A 90 - BOA • 50 A 75 - REGULAR • 25 A 50 - POBRE • 0 A 25 - MUITO POBRE  
 GRAU DE FRATURAMENTO ———— F1 - OCASIONALMENTE FRATURADA <1 • F2 - POUCO FRATURADA 1-5 • F3 - MEDIANAMENTE FRATURADA 6-10 • F4 - MUITO FRATURADA 11-20  
                                      • F5 - EXTREMAMENTE FRATURADA >20  
 N.A. N.F.E ———— NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO







PERFIL INDIVIDUAL SONDAGEM MISTA				CLIENTE: MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS				COTA: -		INC: 90°		DATA: 07/05/20				
SM-05				OBRA: RUA JOSÉ CALIL AHOUGI, S/Nº, LOTE F, BAIRRO BAIXADA DO PARAIBUNA				COORDENADAS		DIR.: -		FOLHA: 01 / 01				
				LOCAL: MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA - MG				N: -		INÍCIO: 29/04/20		REVISÃO: 0				
								E: -		TÉRMINO: 30/04/20		RESP. Eng. Rogério Avelar Marinho (CREA: 12414/D)				
FUSO: -		REF.: RL 300														
ESCALA - 1:100	DIÂMETRO DO FURO	REVESTIMENTO / NA	PROFUNDIDADE DAS CAMADAS	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA DO MATERIAL (análise tátil-visual)	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DAS MANOBRAS	CARACTERÍSTICAS DAS PRINCIPAIS DESCONTINUIDADES	SOLO { RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO 30 cm FINAIS 30 cm INICIAIS 10 20 30 40		SPT Nº DE GOLPES INICIAIS FINAIS		TORQUE	RECUPERAÇÃO DE TESTEMUNHOS % R.Q.D.	GRAU DE ALTERAÇÃO	GRAU DE FRATURAMENTO	GRAU DE COERÊNCIA
								ROCHAS { % DE RECUPERAÇÃO 20 40 60 80								
-5,000	4.60	BW	4,50	ARGILA SILTO-ARENOSA (areia fina a média), COM ENTULHO DE CONSTRUÇÃO CIVIL (concreto, cerâmica,...), COR MARROM, CONSISTÊNCIA MÉDIA A RIJA. (Aterro)						7	8	-				
			6,13	ARGILA SILTOSA COM PEDREGULHOS MÉDIOS A GRAÚDOS, COR MARROM ACINZENTADO, CONSISTÊNCIA DURA. (Solo aluvionar adensado)		6,13			5	6	-					
			7,63	GRANITO, POUCO ALTERADO (A2), CONSISTENTE (C2), MUITO FRATURADA (F4), COR CINZA. (Matacão de rocha)		7,63	15%	-	-	-	0%	2	4	2		
			9,13	GRANITO, POUCO ALTERADO (A2), CONSISTENTE (C2), MUITO FRATURADA (F4), COR CINZA. (Matacão de rocha)		9,13	9%	-	-	-	0%	2	4	2		
							50	13	-	-						
							50	10	-	-						
							50	13	-	-						
							50	9	-	-						
							50	11	-	-						
							50	9	-	-						
-10,000				SILTE ARGILOSO, COM VEIOS DE ALTERAÇÃO DE ROCHA, COR MARROM AMARELADO, CONSISTÊNCIA DURA. (Solo residual)					50	12	-					
-15,000									50	10	-					
-16,100			16,10	LIMITE DE SONDAGEM												
OBSERVAÇÕES:																
<div><div></div><div><div>GRAU DE ALTERAÇÃO</div><div>GRAU DE CONSISTÊNCIA</div><div>GRAU DE RQD</div><div>GRAU DE FRATURAMENTO</div><div>N.A. N.F.E</div></div><div><div>A1 - SÃ</div><div>C1 - MUITO CONSISTENTE</div><div>90 A 100 - EXCEL.</div><div>F1 - OCASIONALMENTE FRATURADA &lt;1</div><div>NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO</div></div><div><div>A2 - POUCO ALTERADA</div><div>C2 - CONSISTENTE</div><div>75 A 90 - BOA</div><div>F2 - POUCO FRATURADA 1-5</div><div></div></div><div><div>A3 - MEDIANAMENTE ALTERADA</div><div>C3 - MEDIANAMENTE CONSISTENTE</div><div>50 A 75 - REGULAR</div><div>F3 - MEDIANAMENTE FRATURADA 6-10</div><div></div></div><div><div>A4 - MUITO ALTERADA</div><div>C4 - POUCO CONSISTENTE</div><div>25 A 50 - POBRE</div><div>F4 - MUITO FRATURADA 11-20</div><div></div></div><div><div>A5 - EXTREMAMENTE ALTERADA</div><div>C5 - SEM CONSISTÊNCIA</div><div>0 A 25 - MUITO POBRE</div><div>F5 - EXTREMAMENTE FRATURADA &gt;20</div><div></div></div></div>																

OBSERVAÇÕES:



GRAU DE ALTERAÇÃO

A1 - SÁ • A2 - POUCO ALTERADA • A3 - MEDIANAMENTE ALTERADA • A4 - MUITO ALTERADA • A5 - EXTREMAMENTE ALTERADA

GRAU DE CONSISTÊNCIA

C1 - MUITO CONSISTENTE • C2 - CONSISTENTE • C3 - MEDIANAMENTE CONSISTENTE • C4 - POUCO CONSISTENTE • C5 - SEM CONSISTÊNCIA

GRAU DE RQD

90 A 100 - EXCEL • 75 A 90 - BOA • 50 A 75 - REGULAR • 25 A 50 - POBRE • 0 A 25 - MUITO POBRE

GRAU DE FRATURAMENTO

F1 - OCASIONALMENTE FRATURADA <1 • F2 - POUCO FRATURADA 1-5 • F3 - MEDIANAMENTE FRATURADA 6-10 • F4 - MUITO FRATURADA 11-20 • F5 - EXTREMAMENTE FRATURADA >20

N.A. N.F.E

NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO









---

# ANEXO III

## REGISTRO FOTOGRÁFICO

---

## **REGISTRO FOTOGRÁFICO**

RUA JOSÉ CALIL AHOUGI, S/Nº, LOTE F, BAIRRO BAIXADA DO PARAIBUNA –  
MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA - MG

**SM-01**



Instalação do furo SM-01



Amostragem do furo SM-01



## SM-02



Instalação do furo SM-02



Amostragem do furo SM-02



**SM-03**



Instalação do furo SM-03



Amostragem do furo SM-03

## SM-04



Instalação do furo SM-04



Amostragem do furo SM-04



## SM-05



Instalação do furo SM-05



Amostragem do furo SM-05



---

**SM-06**



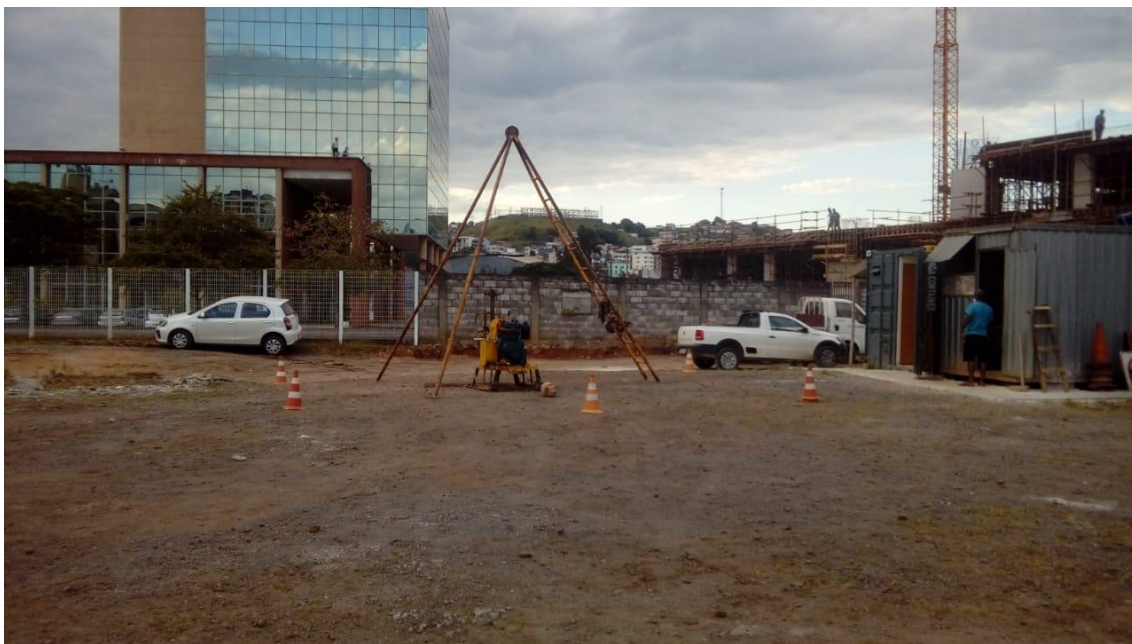
Instalação do furo SM-06



Amostragem do furo SM-06



## SM-07



Instalação do furo SM-07



Amostragem do furo SM-07





**TORRES GEOTECNIA**

***Tel: (31) 3024-0362 / (31) 98888-6495 / (31) 98696-6258***

*Rua Praia Formosa, 217 - Bairro Caiçara - Belo Horizonte / MG  
CEP 30775-080*