

Requerimento de outorga de direito de uso das

Processo: 28178/2017
Documento: 91436038/2017

Nº Processo



Pg.: 004

(Belo Horizonte, 14 de Dezembro de 2017)

Ilmo (a). Superintendente de Regularização Ambiental-SUPRAM/SEMAD

Site: www.igam.mg.gov.br

Site: www.semاد.mg.gov.br

Senhor (a) Superintendente,

A Cemig Distribuição S/A, CNPJ Nº 06.981.180/0001-16 - pessoa jurídica, vem pelo presente requerer desse Instituto Tabela 1 - Modalidade de outorga: Outorga de rebaixamento de nível de água subterrânea, para a execução de Tabela 2 - Uso dos recursos hídricos: Construção Civil, no ponto de coordenadas geográficas Latitude 611551 e Longitude 7796193, na Subestação Centro 2, Rua Alaças nº 50 bairro Centro, município de Belo Horizonte.

1A 55 38.832
43 56 2.886

Declara, ainda, conhecer a legislação federal e estadual vigente sobre recursos hídricos e meio ambiente, cujo descumprimento ensejará, além da perda do direito de uso eventualmente deferido, a aplicação das penalidades previstas na mesma legislação, em especial a Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999, e sua regulamentação constante no Decreto nº 41.578, de 8 de março de 2001, bem como acarretará a aplicação das sanções previstas no Decreto nº 44.844, de 25 de junho de 2008 e suas alterações posteriores e na Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998).

Nestes termos, pede deferimento.

Gustavo Feitosa
Analista de Meio Ambiente
056802

Assinatura do requerente ou representante legal

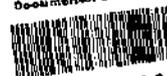
Logradouro: Avenida Barbacena Nº: 1200
Complemento: 17º Andar Ala A2 Bairro: Santo Agostinho
Cep.: 30190 -131 Caixa Postal:
Cidade: Belo Horizonte UF: MG

Telefone: (31)3506-4545
TeleFax :
E-mail :
Gustavo.feitosa@cemig.com.br

Completar os termos em negrito.

**FORMULÁRIO TÉCNICO - ÁGUA SUBTERRÂNEA**

Para uso do IGAM		Data:	Processo nº:	
1. Identificação do requerente – Pessoa física				
Nome:				
CPF:		Identidade:		
Endereço:				
Caixa Postal:	Município:	UF:	CEP:	
DDD:	Fone:	Fax:	E-mail:	
2. Identificação do requerente – Pessoa jurídica				
Nome / Razão Social:		Cemig Distribuição S/A		
Nome Fantasia:		Cemig D	CNPJ:	06.981.180/0001-16
Endereço:				
Avenida Barbacena, 1219 – 8º andar – Ala A				
Caixa Postal:	-	Município:	Belo Horizonte	UF: MG CEP: 30190-131
Inscrição Estadual:		062.322136.0087	Inscrição Municipal: -	
Endereço p/ correspondência:		Avenida Barbacena, 1219 – 8º andar – Ala A		
Caixa Postal:	-	Município:	Belo Horizonte	UF: MG CEP: 30190-131
DDD:	31	Fone:	3506-3260	Fax: E-mail: nayara.lage@cemig.com.br
3. Responsável técnico pelo processo de outorga				
Nome / Empresa:		Sérgio de Lima Delgado	CREA:	MG 23264 ART: 4199111
Endereço:				
Av. Álvares Cabral, 1030 / sala 902				
Caixa Postal:	Município:	Belo Horizonte	UF: MG CEP: 30170-002	
DDD:	31	Fone:	3275-4653	Fax: E-mail: sdelgado@cdgeologos.com.br
4. Localização do empreendimento				
Local (fazenda, sítio, etc.):		Centro de Belo Horizonte		
Município:	Belo Horizonte	Distrito:	Centro	
Área da propriedade (ha):	0,12	Distância até a sede do município (km):	0	
Bacia federal:	Rio São Francisco	Bacia estadual:	Rio das Velhas	
5. Modalidade de outorga				
Autorização				
6. Uso dos recursos hídricos				
REBAIXAMENTO DE NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA OBRAS CIVIS				
7. Finalidade do uso				
Rebaixamento de nível d'água				
7.1 Irrigação				
Área da propriedade apta para irrigação (ha):		Área a ser irrigada (ha):		
Culturas irrigadas:		Método de irrigação:	(Tabela 4)	
Período de irrigação:		horas / dia	dias/mês	meses / ano
7.2 Consumo humano				
População:		Tratamento de água (sim / não):		
7.3 Abastecimento Público				
Localidade abastecida (sede, distrito):				
População atual:		População de final de plano (20 anos):		
Tratamento de água (sim / não):		Tipo de tratamento: (Tabela 5)		
7.4 Dessedentação de animais				
Nº cabeças:	Tipo criação: (Tabela 6)			
7.5 Consumo industrial				
Tipologia industrial:		Outras – Subestação de energia elétrica		Área útil (ha): 0,12
Produção máxima (ton):		Produção mínima (ton):		Nº funcionários: 20



FORMULÁRIO TÉCNICO - ÁGUA SUBTERRÂNEA

8. Forma de captação no aquífero

Forma de captação no aquífero: Outras – Drenagem tipo espinha de peixe

8.1 Poços manuais ou Cisternas

Latitude: Longitude: Método medida (GPS, escala mapa):

Vazão medida (m³/h): Vazão requerida (m³/h):

Profundidade (m): Diâmetro (mm):

Equipamento instalado: (Tabela 11) Potência motor (cv):

Energia: (Tabela 12) Diâmetro da saída de recalque (mm):

Diâmetro sucção (mm): Altura sucção (m): Diâmetro recalque (mm):

Altura recalque (m): Tempo previsto de funcionamento da bomba: h/dia meses/ano

8.2 Surgências

Latitude: Longitude: Método medida (GPS, escala mapa):

Vazão requerida (m³/h): Vazão mínima fornecida pela surgência (m³/h):

Captação por gravidade (sim / não): Diâmetro da adutora (mm):

Equipamento instalado: (Tabela 11) Potência motor (cv):

Diâmetro da adutora (mm): Altura de recalque (m):

8.3 Poço tubular

Quantidade de poços: 01 (PT-14)

8.3.1 Empresa perfuradora do poço

Nome: CNPJ:

Responsável Técnico: Nº CREA:

Endereço:

Cidade: UF: CEP:

DDD: Fone: Fax: E-mail:

8.3.2 Empresa que realizou os testes de bombeamento

Nome: CNPJ:

Endereço:

Cidade: UF: CEP:

DDD: Fone: Fax: E-mail:

8.3.3 Características do poço tubular

Ano da perfuração: Diâmetro (mm): Profundidade do poço (m):

Latitude: Longitude: Método medida (GPS, escala mapa):

Tipo do aquífero:

8.3.4 Conjunto moto-bomba instalado

Equipamento instalado: Potência motor (cv):

Energia: Diâmetro da saída de recalque (mm):

Diâmetro sucção (mm): Altura sucção (m): Diâmetro recalque (mm):

Altura recalque (m): Tempo previsto de funcionamento da bomba: h/dia meses/ano

8.3.5 Teste de bombeamento

Data do teste: Duração do teste (horas): Profundidade de teste (m):

Nível estático (m): Nível dinâmico (m):

Diâmetro da tubulação / descarga (mm): Vazão específica (l/s.m):

Vazão de teste (m³/h): Vazão requerida (m³/h):

Relatório de teste de bombeamento incluído (sim / não):



FORMULÁRIO TÉCNICO - ÁGUA SUBTERRÂNEA

8.3.6 Proteção sanitária

Incluída laje de proteção (sim / não):		Cimentação sanitária (m):	
----------------------------------------	--	---------------------------	--

8.3.7 Método de perfuração

() Percussão	() Rotativo	() Roto-pneumático
---------------	--------------	---------------------

8.3.8 Perfil construtivo

Limite (m):		Diâmetro (mm):		Limite (m):		Diâmetro (mm):	
Limite (m):		Diâmetro (mm):		Limite (m):		Diâmetro (mm):	
Limite (m):		Diâmetro (mm):		Limite (m):		Diâmetro (mm):	

8.3.9 Perfil do revestimento

Limite (m):		Diâmetro (mm):		Tipo:	
Limite (m):		Diâmetro (mm):		Tipo:	
Limite (m):		Diâmetro (mm):		Tipo:	
Limite (m):		Diâmetro (mm):		Tipo:	
Limite (m):		Diâmetro (mm):		Tipo:	
Limite (m):		Diâmetro (mm):		Tipo:	
Limite (m):		Diâmetro (mm):		Tipo:	
Limite (m):		Diâmetro (mm):		Tipo:	
Limite (m):		Diâmetro (mm):		Tipo:	
Limite (m):		Diâmetro (mm):		Tipo:	
Limite (m):		Diâmetro (mm):		Tipo:	

8.3.10 Perfil do pré-filtro

Limite (m):		Pré-filtro:	
Limite (m):		Pré-filtro:	(Tabela 14)
Limite (m):		Pré-filtro:	(Tabela 14)
Limite (m):		Pré-filtro:	(Tabela 14)
Limite (m):		Pré-filtro:	(Tabela 14)

8.3.11 Perfil litológico

Limite (m):		Litologia:	
Limite (m):		Litologia:	
Limite (m):		Litologia:	(Tabela 15)
Limite (m):		Litologia:	(Tabela 15)
Limite (m):		Litologia:	(Tabela 15)
Limite (m):		Litologia:	(Tabela 15)
Limite (m):		Litologia:	(Tabela 15)
Limite (m):		Litologia:	(Tabela 15)
Limite (m):		Litologia:	(Tabela 15)
Limite (m):		Litologia:	(Tabela 15)

8.3.12 Perfil geológico

Limite (m):		Unidade geológica:	
Limite (m):		Unidade geológica:	(Tabela 16)
Limite (m):		Unidade geológica:	(Tabela 16)
Limite (m):		Unidade geológica:	(Tabela 16)
Limite (m):		Unidade geológica:	(Tabela 16)
Limite (m):		Unidade geológica:	(Tabela 16)

8.3.13 Perfil do aquífero / Entrada de água

Limite (m):	3	Unidade aquífera:	Arenoso – cobertura detrítica / manto de alteração
Limite (m):		Unidade aquífera:	(Tabela 17)
Limite (m):		Unidade aquífera:	(Tabela 17)
Limite (m):		Unidade aquífera:	(Tabela 17)
Limite (m):		Unidade aquífera:	(Tabela 17)
Limite (m):		Unidade aquífera:	(Tabela 17)



FORMULÁRIO TÉCNICO - ÁGUA SUBTERRÂNEA					04/05	
9. Extração mineral em cava aluvionar por meio de dragagem						
Mineral extraído						
Início da intervenção:						
Assinalar Datum (Obrigatório):		[] SAD 69 [] WGS 84 [] Córrego Alegre				
Formato Lat/Long	Latitude			Longitude		
	Grau:	Min:	Seg:	Grau:	Min:	Seg:
Formato UTM (X, Y)	Longitude ou X (6 dígitos)=			Latitude ou Y (7 dígitos)=		
	Não considerar casas decimais			Não considerar casas decimais		
	Fuso ou Meridional para formato UTM					
	Fuso	[] 22 [] 23 [] 24	Meridiano central	[] 39° [] 45° [] 51°		
Fim da intervenção:						
Assinalar Datum (Obrigatório):		[] SAD 69 [] WGS 84 [] Córrego Alegre				
Formato Lat/Long	Latitude			Longitude		
	Grau:	Min:	Seg:	Grau:	Min:	Seg:
Formato UTM (X, Y)	Longitude ou X (6 dígitos)=			Latitude ou Y (7 dígitos)=		
	Não considerar casas decimais			Não considerar casas decimais		
	Fuso ou Meridional para formato UTM					
	Fuso	[] 22 [] 23 [] 24	Meridiano central	[] 39° [] 45° [] 51°		
Extensão total da intervenção (m)		Extensão total da intervenção (m²)				
Volume Dragado (m³)		Profundidade da cava (m)				
Equipamento instalado	(Tabela 11)			Potência do motor (cv)		
Diâmetro de sucção (mm)				Tempo previsto de funcionamento da bomba (h)		
10. Outras formas de captação para drenagem de água subterrânea						
Tipo de intervenção		Outras – Drenagem tipo espinha de peixe				
Assinalar Datum (Obrigatório):		[] SAD 69 [X] WGS 84 [] Córrego Alegre				
Formato Lat/Long	Latitude			Longitude		
	Grau:	Min:	Seg:	Grau:	Min:	Seg:
Formato UTM (X, Y)	Longitude ou X (6 dígitos)= 611534			Latitude ou Y (7 dígitos)= 7796201		
	Fuso ou Meridional para formato UTM					
	Fuso	[] 22 [X] 23 [] 24	Meridiano central	[] 39° [X] 45° [] 51°		
Fuso ou Meridional para formato UTM						
Área total afetada (m²)		1120				
Profundidade do nível d'água (m)		3		Vazão requerida (m³/h)		1,6
Captação por gravidade (sim/não)		sim		Diâmetro da adutora (mm)		100
Equipamento instalado		Bomba submersa		Potência do motor (cv)		2
Diâmetro da adutora (mm)		100		Altura de recalque (mm)		3



FORMULÁRIO TÉCNICO – CADASTRO DA QUALIDADE DA ÁGUA

1. Ponto de coleta

<input type="checkbox"/> Poço tubular		<input checked="" type="checkbox"/> Poço manual		<input type="checkbox"/> Nascente	
Latitude:		Longitude:		Método medida (GPS, escala mapa):	

2. Empresa que realizou a análise

Nome:	Limnos Sanear				
CPF / CNPJ:		Nº CRQ:			
Endereço:	Rua Afonso Pena, 887				
Município:	Vespasiano		UF:	MG	CEP:
DDD:	31	Fone:	3427-1600	Fax:	
		E-mail:	limnos@limnos.com.br		
Data da análise:	23 de maio de 2015				

3. Responsável técnico

Nome:	Anete Moreira	Nº CRQ:	02406728
-------	---------------	---------	----------

4. Características organolépticas

Aspecto:	amarelada	Odor:	ausente
----------	-----------	-------	---------

5. Parâmetros físico-químicos e bacteriológicos

1. Condutividade elétrica (in situ)		25. Sódio NO ⁺	
2. Temperatura da água (in situ)		26. Potássio em K ⁺	
3. Temperatura ambiente (in situ)		27. Cálcio Ca ⁺⁺	
4. pH (in situ)		28. Magnésio Mg ⁺⁺	
5. Eh (in situ)		29. Ferro total	
6. Dureza em Ca CO ₃ (in situ)		30. Ferro solúvel	
7. Condutividade elétrica a 25°C		31. Flúor	
8. pH a 25°C	6,91	32. Manganês	
9. Dureza de carbonatos (Ca CO ₃)		33. Nitrogênio albuminóide	
10. Dureza de magnésio (Ca CO ₃)		34. Nitrogênio amoniacal	
11. Dureza de não carbonatos (Ca CO ₃)		35. Nitrogênio nítrico	
12. Dureza total (Ca CO ₃)		36. Nitrogênio nitroso	
13. Alcalinidade de bicarbonatos (Ca CO ₃)		37. Oxigênio dissolvido	
14. Alcalinidade de carbonatos (Ca CO ₃)		38. Perda por calcinação	
15. Alcalinidade de hidróxido (Ca CO ₃)		39. Resíduo mineral fixo	
16. Alcalinidade total (Ca CO ₃)		40. Sólidos dissolvidos	186 mg/L
17. Resíduo seco à 105 °C		41. Sólidos em suspensão	
18. Sílica total SiO ₂		42. Sólidos totais	
19. Bicarbonato HCO ₃ ⁻		43. Gás Carbônico	
20. Carbonatos CO ₃		44. Cor	
21. Sulfatos SO ₄		45. Turbidez	
22. Cloretos em CL ⁻		46. Coliformes totais	
23. Nitratos NO ⁻		47. Coliformes fecais	< 1
24. Nitritos NO		48. E. coli	

Obs.: informar as unidades utilizadas nas análises dos parâmetros físico-químicos



RELATÓRIO TÉCNICO PARA OUTORGA DE USO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

REBAIXAMENTO DE NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA OBRAS CIVIS

AUTORIZAÇÃO DE SERVIÇOS EXTERNOS – ASE
CD/TA – Pedido nº 4580770872

RESUMO

Prestação de serviços de elaboração de estudos técnicos para composição de outorga de rebaixamento de lençol freático da SE BH Centro 2.

Conforme instruções do IGAM, o relatório técnico contempla os seguintes tópicos:

1. caracterização e descrição geral do empreendimento;
2. justificativa da realização da intervenção;
3. caracterização geológica, hidrogeológica e geotécnica, em escala local;
4. projeto detalhado de rebaixamento de nível de água;
5. descrição detalhada das estruturas de captação da água subterrânea que compõem o sistema de rebaixamento;
6. descrição dos sistemas de controle e monitoramento dos possíveis impactos em estruturas vizinhas;
7. interferências quantitativas na disponibilidade hídrica local;
8. métodos de controle de vazão e de níveis de água utilizados;
9. plano de uso da água subterrânea proveniente do desaguamento;
10. planta de situação abrangendo as construções vizinhas;
11. planta de caracterização geotécnica da área de influência do empreendimento;
12. boletins das análises físico-químicas e bacteriológicas.

Prazo de execução: de 13/11/2017 a 31/12/2017



SLD	30/11/17	C	Versão de impressão	SLD	SLD	SLD	SLD
SLD	30/11/17	A	Versão aprovada	SLD	NLS	NLS	NLS
SLD	27/11/17	B	Versão para revisão	SLD	SLD	SLD	SLD
VER	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO	POR	VERIFICADO	AUTORIZADO	APROVADO
EMISSÕES							
TIPOS	A - PARA APROVAÇÃO B - REVISÃO			C - ORIGINAL D - CÓPIA			



RELATÓRIO TÉCNICO PARA OUTRO DE USO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

CEMIG DISTRIBUIÇÃO S/A – CEMIG D
Diretoria de Distribuição e Comercialização
Gerência de Coordenação Técnica e Ambiental da
Distribuição

SE BH CENTRO 2
Município de Belo Horizonte
Bacia Hidrográfica do rio das Velhas

NOVEMBRO / 2017

RELATÓRIO TÉCNICO PARA OUTOR
DE USO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA/

Processo: 28179/2017

Documento: 01438038/2017



Pg.: 016

**REBAIXAMENTO DE NÍVEL DE ÁGUA
SUBTERRÂNEA PARA OBRAS CIVIS**

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Sérgio de Lima Delgado

Geólogo – CREA/MG 23.264/D

RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA CEMIG D:

Nayara Lage Silva

Eng. Ambiental – CREA/MG 156758/D



Carmo & Delgado – Geólogos Consultores Ltda.

Av. Álvares Cabral, 1030 / salas 902 e 1001

30170-002 - Lourdes – Belo Horizonte – MG

PABX: (31) 3275-4653 – Celular: (31) 9 9116-6961

Email: sdelgado@cdgeologos.com.br



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. QUALIFICAÇÃO DO REQUERENTE E EXECUTOR.....	2
3. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	3
3.1. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	3
3.2. PROJETO ARQUITETÔNICO	4
3.2.1. Subsolo	5
3.2.2. Pavimento Térreo e Superiores.....	5
3.2.3. Área de Acesso e Circulação	5
3.2.4. Sala de Controle.....	5
3.2.5. Compartimento da GIS 145 Kv	5
3.2.6. Baias para Transformadores de Potência.....	6
3.2.7. Sala do Conjunto de Manobra Blindado 15 Kv	6
3.2.8. Sala de Baterias	6
3.2.9. Sala de Banco de Capacitores	6
3.2.10. Sala de Telecomunicações.....	6
3.2.11. Sala para Depósito de Resíduos de Óleo	6
3.2.12. Copa.....	7
3.2.13. Vestiário / Banheiro	7
3.2.14. Sala de Reunião.....	7
3.2.15. Almoxarifado	7
3.3. REQUISITOS DE SEGURANÇA	7
3.3.1. Sistema de Vigilância Patrimonial.....	7
3.3.2. Prevenção e Combate a Incêndio.....	7
3.4. REQUISITOS DE PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE.....	8
3.4.1. Sistema de Isolamento Acústico.....	8
3.4.2. Projeto do Sistema Coletor de Óleo	8
4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO	9
4.1. GEOMORFOLOGIA.....	9
4.1.1. Domínio do Complexo Belo Horizonte	9
4.1.2. Domínio das Formações Superficiais	9
4.2. HIDROGRAFIA.....	10
4.3. GEOLOGIA.....	10
4.3.1. Unidades Litoestratigráficas	10



4.3.1.1. Complexo Belo Horizonte.....	
4.3.1.2. Supergrupo Minas.....	12
4.3.1.3. Intrusivas.....	13
4.3.1.4. Formações Superficiais.....	13
4.3.2. Geologia da área do empreendimento.....	14
4.4. GEOTECNIA.....	14
4.5. HIDROGEOLOGIA.....	18
4.5.1. Tipos de Aquíferos.....	18
4.5.2. Parâmetros Hidrodinâmicos e Hidroquímicos.....	19
4.5.3. Modelo Hidrogeológico Conceitual.....	21
5. PROJETO DE REBAIXAMENTO.....	23
5.1. ESTRUTURAS DE CAPTAÇÃO E RECALQUE.....	23
5.2. MÉTODOS DE CONTROLE DE VAZÃO E DE NÍVEIS DE ÁGUA.....	25
5.3. PLANO DE USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA.....	25
6. INTERFERÊNCIAS DEVIDAS AO REBAIXAMENTO.....	26
6.1. NO LENÇOL FREÁTICO.....	26
6.2. NAS EDIFICAÇÕES VIZINHAS.....	26
7. CONCLUSÃO.....	27
8. BIBLIOGRAFIA.....	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Localização da área do empreendimento.....	3
Figura 3.2 – Ocupação dos lotes antes da obra da SE Centro 2.....	3
Figura 3.3 – Detalhes da atual fachada do edifício da SE BH Centro 2.....	4
Figura 4.1 – Recorte da carta geológica folha Belo Horizonte 1:100.000.....	11
Figura 4.2 – Recorte da coluna litoestratigráfica da carta geológica folha Belo Horizonte.....	12
Figura 4.3 – Croquis de perfil geológico na área da SE BH Centro 2.....	14
Figura 4.4 – Gráfico de recuperação x tempo.....	20
Figura 5.1 – Detalhes das canaletas de condução das águas subterrâneas captadas.....	23
Figura 5.2 – Caixas de passagem e poço de drenagem e recalque das águas subterrâneas.....	24
Figura 5.3 – Bombas instaladas no poço de drenagem (esquerda) e fosso do elevador (direita).....	24
Figura 5.4 – Caixa da rede pública de águas pluviais.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Resumo dos resultados de sondagem SPT (CRO, 2010).....	16
Tabela 4.2 – Resumo dos resultados de sondagem SPT (DM, 2012).....	16
Tabela 4.3 – Resumo dos resultados de sondagem mista (DM, 2012).....	18



RELAÇÃO DOS ANEXOS

- Anexo 1 - Anotação de Responsabilidade Técnica
- Anexo 2 - Boletins de Sondagem e Planta de Localização
- Anexo 3 - Boletim de Análises Físico-química e Bacteriológica
- Anexo 4 - Projeto de Drenagem das Águas Subterrâneas
- Anexo 5 - Planta de Situação Abrangendo as Construções Vizinhas

Processo: 28478/2017
Documento: 81428038/2017



Pg.: 019



1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo elaborar o relatório contemplando os estudos técnicos para a composição do processo de requerimento de outorga de rebaixamento permanente de nível de água subterrânea na construção civil para a Subestação BH Centro 2, da Cemig Distribuição S/A, localizada na rua Alagoas, 35, município de Belo Horizonte.

A atual Subestação SE BH Centro, que atende boa parte da área central da cidade de Belo Horizonte, ocupa um quarteirão de aproximadamente 3000 m², delimitado pelas ruas Alagoas, Timbiras e pela Avenida Afonso Pena. Esta subestação é alimentada por três linhas de distribuição de Alta de Tensão em 138 kV, subterrâneas em cabo OF, sendo dois circuitos provenientes da SE BH Sion e um da SE BH Santa Efigênia. A capacidade de transformação instalada é de 150 MVA, com seis transformadores reguladores 138-13,8 kV±10% - 25 MVA, que atendem a 27 alimentadores subterrâneos de média tensão dos quais 15 alimentam o sistema reticulado em 13,2 kV e os demais aos sistemas convencionais subterrâneos e aéreos em 13,8 kV.

Com o aumento da demanda da região e verificada a inviabilidade de reforma e ampliação desta subestação, está sendo construída uma nova subestação denominada SE BH Centro 2, na rua Alagoas, ao lado da SE BH Centro, que será desativada.

O rebaixamento no lençol freático provocado pelo empreendimento foi necessário desde a fase construtiva, uma vez que as etapas de fundação e de contenção da edificação, além das instalações de redes energizadas, elevadores e reservatórios, foram realizadas em grande parte abaixo do nível d'água subterrânea. Com a conclusão da obra, em especial do andar inferior no subsolo, o rebaixamento adquiriu caráter definitivo, sendo necessário manter o controle do nível d'água abaixo do piso, para as devidas operações neste setor da SE BH Centro 2.

Para atender o objetivo, foi aplicada a seguinte linha metodológica:

- pesquisa bibliográfica de dados básicos de caracterização do meio físico;
- levantamento dos dados de projeto do empreendimento, em especial do sistema de drenagem e recalque das águas subterrâneas;
- vistoria in loco do sistema de drenagem;
- medições de vazão e de recuperação;
- análise de boletins de sondagem;
- definição dos parâmetros hidrodinâmicos e hidroquímicos do sistema aquífero;
- interpretação dos resultados em função do meio físico e ocupação urbana para a caracterização hidrogeológica e geotécnica da área;
- edição do relatório técnico.

Dentre as normas e instruções legais estabelecidas para a edição do relatório, destacamos:

- IGAM - Instruções para montagem do processo de outorga de água subterrânea – Código 24 - Rebaixamento de Nível de Água Subterrânea para Obras Civas;
- Cemig Distribuição – Descrição do Produto de 27/10/2017;
- ABNT NBR 10719:2015 - Informação e documentação - Relatório técnico e/ou científico – Apresentação.



2. QUALIFICAÇÃO DO REQUERENTE E EXECUTOR

A empresa requerente desta outorga de rebaixamento é a Cemig Distribuição S/A (Cemig D), subsidiária da Companhia Energética de Minas Gerais – Cemig, que tem por objetivos estudar, planejar, projetar, construir, operar e explorar sistemas de distribuição e comercialização de energia elétrica e serviços correlatos.

É uma das mais destacadas empresas do setor elétrico no país, com uma área de concessão cobrindo 567.740 km², aproximadamente 96% do Estado de Minas Gerais, correspondendo a 774 municípios e 5.415 localidades com uma população de 18,2 milhões de habitantes (IBGE 2007) e a maior distribuidora de energia elétrica do Brasil em extensão de rede, contando com 453.935 km de redes de distribuição (91.465 km de rede urbana e 362.470 km de rede rural) e 16.835 km de linhas de distribuição (<http://www.cemig.com.br>).

A Cemig D possui ainda o maior índice de atendimento a consumidores de baixa renda do Brasil, atendendo aproximadamente 2,4 milhões de pessoas, ou seja, 42,9 % do total de consumidores da classe residencial.

Dados da empresa requerente:

Razão Social: **Cemig Distribuição S/A**

Nome fantasia: Cemig D

CNPJ: 06.981.180/0001-16

Inscrição Estadual: 062.322136.0087

Endereço: Avenida Barbacena, 1219 – 8º andar – Ala A

CEP: 30190-131 - Santo Agostinho – Belo Horizonte – MG

Representante: Gustavo Martins Feitosa

Analista Ambiental

CPF: 054.293.036-66

Dados da empresa executora dos estudos:

Razão Social: **Carmo & Delgado – Geólogos Consultores Ltda.**

CNPJ: 03.781.972/0001-59

Inscrição Estadual: Isenta

Registro CREA/MG: 00.0.0000026405

Endereço: Av. Álvares Cabral 1030 / salas 902 e 1001

30170-002 – Lourdes – Belo Horizonte - MG

PABX: (31) 3275-4653

Representante: Sérgio de Lima Delgado

Geólogo – CREA-MG 23.264/D

Celular: (31) 9 9116-6961

E-mail: sdelgado@cdgeologos.com.br



3. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

3.1. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O terreno da nova subestação está situado na Rua Alagoas, 35, próximo do cruzamento com a Avenida Afonso Pena, entre as ruas dos Timbiras e dos Guajajaras, no Bairro Funcionários, região central de Belo Horizonte (Figura 3.1).



Figura 3.1 – Localização da área do empreendimento.

a) destaque dos lotes 11 e 13 antes da obra, em 2002 e b) local com a edificação da nova SE em 2016.

O terreno, com boas condições topográficas e edificações de grande porte nas divisas laterais, é formado pelos lotes 11 e 13 do quarteirão 026, ambos com forma retangular e área aproximada de 598,50 m², totalizando 1.197 m², com uma testada de 30 metros e laterais de 39,90 metros. Antes da obra da subestação, o terreno era usado como estacionamento de veículos e motos (Figura 3.2).



Figura 3.2 – Ocupação dos lotes antes da obra da SE Centro 2.

3.2. PROJETO ARQUITETÔNICO

As características básicas de projeto da Subestação BH Centro 2 são apresentadas a seguir (Cemig Distribuição S/A, 2010).

A SE BH Centro 2 está totalmente abrigada em um edifício, dotada de todas as obras e complementos de urbanização e paisagismo. O conjunto arquitetônico (Figura 3.3), composto por todas as edificações, muros, acessos e jardins esta em harmonia com o conjunto arquitetônico da região da Praça da Igreja de Nossa Senhora da Boa Viagem.



Figura 3.3 – Detalhes da atual fachada do edifício da SE BH Centro 2.

A SE está sendo construída com características que evitam perturbações acústicas, eletromagnéticas, visuais, entre outras, para a vizinhança.

A edificação é constituída de subsolo e quatro pavimentos necessários para acomodação de todos os compartimentos descritos neste item.

A drenagem de águas pluviais da subestação e das vias de acesso garante o adequado funcionamento das instalações e impede a inundação de qualquer parte da mesma. A drenagem natural do subsolo será realizada com a instalação de sistema de captação e bombeamento.

A edificação possui perfeita vedação das portas, janelas, dutos e aberturas de ventilação, entradas no porão de cabos e nos dutos de saída dos cabos de energia, de forma a impedir a entrada de animais.

As escadas de acesso têm, no mínimo, 1,20 m de largura, e estão revestidas com acabamento áspero antiderrapante e arestas livres guarnecidas com cantoneira de alumínio, e guarda corpo segundo as especificações do Corpo de Bombeiros.

A seguir estão descritos todos os compartimentos do prédio da subestação e suas características.



3.2.1. Subsolo

É dotado de ventilação natural proporcionada por janelas instaladas jul forçada em caso de inviabilidade construtiva. No subsolo passam os cabos isolados de 15 kV, 138 kV, cabos de supervisão, proteção e controle, cabos de telecomunicações e outros.

Utiliza pé direito mínimo de 4,0m, de forma a permitir livre passagem de pessoas após instalação dos cabos e de outros sistemas.

O sistema de drenagem das águas subterrâneas e pluviais encontra-se instalado e em operação.

As paredes foram construídas em concreto armado, com proteção adequada dos paramentos em contato direto com o solo, execução de drenos e impermeabilizantes, de forma a garantir perfeita estanqueidade das mesmas.

3.2.2. Pavimento Térreo e Superiores

As paredes de vedação são em alvenaria, com revestimento atendendo às definições do projeto arquitetônico.

Todos os compartimentos possuem pé direito mínimo de 3 m, dotados de porta de acesso com dispositivo de alarme de porta aberta.

3.2.3. Área de Acesso e Circulação

Existe uma área para acesso de veículos de carga e para movimentação de equipamentos. Esta área poderá ser utilizada também como estacionamento de veículos pequenos. Os compartimentos dos equipamentos primários da subestação (sala da GIS 145 kV, baias dos transformadores de potencia, sala de cubículos 15 kV e bancos de capacitores) possuem acesso direto a esta área.

O portão de entrada desta área de acesso e circulação está dimensionado para possibilitar o tráfego de carretas de transporte de transformadores ou do equipamento de maior dimensão.

3.2.4. Sala de Controle

Nela foram instalados os cubículos de controle, proteção e supervisão. É climatizada através de aparelhos condicionadores de ar para uma temperatura média do ar de 20°C. O pé direito mínimo é de 3,0 metros. O teto em laje de concreto e existem janelas para iluminação e eventual necessidade de ventilação natural.

3.2.5. Compartimento da GIS 145 Kv

Possui meios para instalação, manutenção, retirada, movimentação, compatíveis com o equipamento de maior volume e peso, de forma a garantir critérios de segurança de distâncias elétricas e outros conforme legislação em vigor. Possui acesso direto para a área de entrada de equipamentos da subestação.



3.2.6. Baias para Transformadores de Potência

A subestação possui 4 baias completamente independentes para abrigo completo dos transformadores, em concreto armado revestidas com isolamento térmico. As baias *receberam tratamento acústico através de utilização de material acusticamente absorvente e eletricamente inerte, de forma que o nível máximo de ruído não deve ultrapassar o valor permitido pela legislação vigente nos limites da propriedade.*

Estão dotadas de sistemas de iluminação e ventilação natural ou forçada e possui meios e altura adequados para instalação, manutenção e retirada das peças de maior volume e peso, bem como o acesso direto para a área de movimentação de equipamentos da subestação.

3.2.7. Sala do Conjunto de Manobra Blindado 15 kV

Dotada de canaletas no piso de dimensões e posicionamento adequados ao projeto eletromecânico e elétrico. Tem acesso direto à área de movimentação de equipamentos da subestação. O teto é em laje de concreto e as janelas permitem iluminação e ventilação natural. O pé direito mínimo é de 3,0 metros. É permitida a acomodação de cabos isolados em sistema de bandejas.

3.2.8. Sala de Baterias

Está apropriada para baterias do tipo Gel, dotada de bancada e pia em material antiácido, com ventilação/refrigeração e sistema de exaustão de máxima eficiência, evitando-se janelas que possam ser obstruídas ou fechadas. O teto da sala de baterias é em laje de concreto.

3.2.9. Sala de Banco de Capacitores

Dotada de porta de aço apropriada para o sistema de combate a incêndio, possui meios para a colocação, remoção e manutenção direta dos bancos. Possui janelas ou sistemas para a iluminação e ventilação, bem como o acesso direto à área de movimentação de equipamentos da subestação.

3.2.10. Sala de Telecomunicações

Com área mínima de 80 m², é climatizada através de aparelhos condicionadores de ar para uma temperatura média do ar de 20°C.

Possui porta de acesso com dispositivo de alarme de porta aberta.

Possui conjuntos de dutos embutidos no piso, interligando a sala de telecomunicações com a sala de baterias. Possui dois acessos com quatro dutos de 100 mm cada, interligando a sala até o porão de cabos da subestação.

3.2.11. Sala para Depósito de Resíduos de Óleo

Existe uma sala para depósito de resíduos de óleo, com área aproximada de 12 m², com ventilação e iluminação natural ou forçada.

Está devidamente apropriada para coletar resíduos de óleo e está interligada ao sistema coletor de óleo.



3.2.12. Copa

Dotada de bancada em granito, com pia em aço inox e bebedouro.

Possui também espaço adequado para instalação de forno micro-ondas, fogão elétrico e geladeira, e armário para pequena despensa.

3.2.13. Vestiário / Banheiro

Estão dotados de instalação sanitária, chuveiro e dois escaninhos de aço, 2 por pavimento, sendo um masculino e um feminino, exceto no subsolo.

3.2.14. Sala de Reunião

Existe uma sala de reunião com área aproximada de 60 m², com ventilação e iluminação natural.

3.2.15. Almoxarifado

A sala para almoxarifado, com área aproximada de 12 m², é dotada de ventilação e iluminação natural.

3.3. REQUISITOS DE SEGURANÇA

3.3.1. Sistema de Vigilância Patrimonial

Sistema de vídeo monitoramento completo, integrado a uma central de monitoramento de imagens e alarmes.

Esse sistema de monitoramento é baseado em DVR com capacidade para gravação de 16 canais de vídeo a 15 quadros por segundo por canal, 4CIF, 16 canais de áudio in e 1 canal de áudio in/out, 2 HDs SATA2 de 250 GB e um gravador de DVD. Possui uma porta USB, multiprotocolo e suporta no mínimo H.263 e MPEG-4. O sistema operacional do DVR está baseado em Linux, gravado em memória não volátil. Os HDs devem ser usados exclusivamente para a gravação de imagens.

O sistema possui capacidade de trabalhar localmente e em LAN/WAN, tanto na transmissão como na recepção das imagens e está integrado a uma central de monitoramento de imagens e alarmes.

A gravação deve ocorrer por eventos, detecção de movimentos ou períodos predeterminados e deve haver possibilidade de controle de banda por câmera.

Faz parte, também, do sistema de vigilância patrimonial as chaves de fim de curso para os portões e portas, sensores de presença infravermelhos, sirene eletrônica, integrados ao sistema de supervisão, controle e proteção da subestação e a central de monitoramento.

3.3.2. Prevenção e Combate a Incêndio

O projeto de prevenção e combate a incêndio foi elaborado obedecendo a normalização da ABNT, Leis e Decretos Estaduais e Municipais, requisitos da IT-30 (Subestações Elétricas) e IT-14 (Sistema de detecção e alarme de incêndio), bem

como critérios específicos baseados nas características funcionais e arquitetônica da edificação.

Nas baias dos transformadores e no banco de capacitores são utilizados sistemas fixos automáticos de CO₂ ou sistema de agentes limpos, através do método de inundação total. Todos os demais ambientes estão providos de sistema de detecção de fumaça, incluindo central de alarme, acionadores manuais, dispositivos de sinalização e sua devida interligação ao sistema de controle da CEMIG e demais itens necessários ao funcionamento do sistema.

O subsolo possui um sistema de proteção passiva com utilização de materiais que, quando expostos ao fogo garantam um eficiente isolamento térmico e evite propagação do incêndio.

Todos os ambientes estão providos de extintores instalados em locais de fácil acesso, sinalizados, e aqueles localizados em áreas externas estão abrigados contra intempéries. Possuem sinalização de segurança e sistema de iluminação de emergência.

3.4. REQUISITOS DE PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE

3.4.1. Sistema de Isolamento Acústico

A subestação não deverá emitir níveis de ruído acima dos permitidos na legislação vigente nos limites da propriedade, desta forma estão instaladas medidas de enclausuramento dos transformadores e isolamento acústico de equipamentos que emitam ruídos.

3.4.2. Projeto do Sistema Coletor de Óleo

Todo equipamento que contenha óleo isolante possui bacia para captação do óleo sob os mesmos, e tubulações de forma a direcioná-lo para uma caixa coletora, dimensionada para coletar todo o óleo do maior equipamento e que atenda às exigências ambientais.

A caixa de contenção de óleo é impermeabilizada de forma a apresentar resistência à corrosão pelo óleo isolante, sendo totalmente estanque e permite fácil retirada do óleo isolante drenado. Possui também meios com proteção que possibilitem inspeção interna.



4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO

4.1. GEOMORFOLOGIA

A morfologia do relevo é de grande importância na capacidade de infiltração das águas superficiais e de armazenamento das águas subterrâneas. Quanto mais plana for a topografia, mantida as mesmas condições de outras variáveis, maior será a capacidade de infiltração, pois menor será a velocidade do fluxo superficial. Outros fatores contribuem com a capacidade de infiltração e armazenamento, dentre eles: o embasamento geológico, a cobertura vegetal, a urbanização e o nível do lençol freático.

Os terrenos da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) mostram uma fisiografia diversificada e intimamente relacionada às características do substrato geológico. A maior parte do território localiza-se na Depressão de Belo Horizonte, instalada entre o compartimento de relevo acidentado do Quadrilátero Ferrífero, a sul (Serra do Curral) e o relevo suave da bacia sedimentar do Grupo Bambuí, a norte. São assim definidos três domínios litoestruturais e morfológicos: Domínio do Complexo Belo Horizonte, Domínio das Sequências Metassedimentares na serra do Curral e Domínio das Sequências Sedimentares nos platôs da bacia Bambuí. As coberturas cenozoicas podem ser agrupadas num quarto domínio, das *Formações Superficiais*. Como os domínios das sequências Metassedimentares e Sedimentares encontra-se muito fora da área de estudo, suas descrições são aqui suprimidas.

4.1.1. Domínio do Complexo Belo Horizonte

Representa a maior parte do território da RMBH e 70% do município de Belo Horizonte (Silva *et al.*, 1995), tendo maior expressão a norte do ribeirão Arrudas. Neste domínio predominam as rochas gnáissico-migmatíticas, recobertas por solos residuais de espessura variada. Nas áreas de relevo mais acidentado, o intemperismo atinge menos de 20 m, com a presença de solos imaturos, arenosos, altamente erodíveis e nas áreas planas esta espessura pode atingir até 100 m, com solos bem desenvolvidos, argiloso arenosos.

Na Depressão de Belo Horizonte predomina as colinas de topo plano a arqueado com encostas côncavo-convexas e altitudes entre 800-900 m. Espigões alongados segundo NS e EW destacam-se na paisagem, com encostas tendo declividades variando de média a alta, com incidência de escoamento torrencial, formando depósitos coluvionares inconsolidados nas partes baixas que se interdigitam com sedimentos aluvionares.

Nos flancos das feições positivas e nas transições entre elas podem ocorrer anfiteatros de encostas côncavas e drenagem convergente, muitos deles associados com erosões mais profundas, formando voçorocas. Neste domínio, onde a cobertura do regolito é pouco espessa, é comum a presença de áreas de antigas pedreiras, expondo o substrato rochoso.

4.1.2. Domínio das Formações Superficiais

As áreas ocupadas com os depósitos cenozoicos são restritas. Os depósitos aluvionares compostos de areias, cascalhos e argilas são mais expressivos ao longo



do rio das Velhas e do ribeirão Arrudas, que passa ao norte da área de estudo. Depósitos coluvionares silto-argilosos com matações de rocha (gnaiesses, itabiritos e hematitas), quando ocorrem, acumulam-se na parte baixa das encostas, interdigitado com os depósitos aluvionares.

4.2. HIDROGRAFIA

A rede de drenagem é caracterizada por vales abertos, de fundo chato, resultantes da acumulação de sedimentos aluviais. Em áreas com menor cobertura de sedimentos, os cursos d'água adquirem padrões ortogonais, refletindo um controle da estrutura do substrato rochoso (Silva *et al.*, 1995).

A área de estudo está inserida dentro da área urbana de Belo Horizonte, pertencente à bacia hidrográfica estadual do rio das Velhas, tendo como principal tributário o ribeirão Arrudas.

A SE 2 Centro BH, está localizada na sub-bacia do córrego Acaba Mundo, próximo da sua foz no ribeirão Arrudas, que ocorre a jusante do Parque Municipal Américo Renné Giannetti. A maior parte desta drenagem encontra-se canalizada, correndo em galerias subterrâneas sob a rua Alagoas e Avenida Afonso Pena.

4.3. GEOLOGIA

4.3.1. Unidades Litoestratigráficas

O município de Belo Horizonte tem seu território inserido parcialmente na região conhecida na literatura geológica como Quadrilátero Ferrífero e na grande unidade tectônica denominada de "Cráton" do São Francisco (Almeida, 1977, 1981). Este termo se refere ao extenso núcleo cristal do centro-leste do país, tectonicamente estabilizado no final do paleoproterozoico e margeado por faixas móveis, regeneradas no neoproterozoico.

Dentro do território de Belo Horizonte, tem-se a ocorrência de rochas do Complexo Belo Horizonte (Noce *et al.*, 1994), do Supergrupo Minas (Door, 1969 e Renger *et al.*, 1994, *apud* Silva *et al.*, 1995), além de rochas intrusivas e de formações superficiais (Silva *et al.*, 1995). Na Figura 4.1 apresentamos um recorte do mapa geológico da folha de Belo Horizonte, onde estas unidades encontram-se representadas.

4.3.1.1. Complexo Belo Horizonte

Corresponde ao complexo granito-gnáissico arqueano aflorante a norte da Serra do Curral, composto predominantemente por gnaisse cinzento com bandamento composicional e feições de migmatização, com filiação trondhjêmica a granítica. São gnaiesses de cor cinza, granulação fina a grossa, com bandas de cor clara, quartzo-feldspáticas, e bandas escuras, ricas em biotita e anfibólio.

Estas rochas apresentam-se quase sempre saprolitizadas, com manto de intemperismo silto-argiloso bem desenvolvido, de cores rosa claro a avermelhado. Rocha são ocorre em terrenos mais elevados ou em talvegues de drenagem ou mesmo em pedreiras abandonadas.

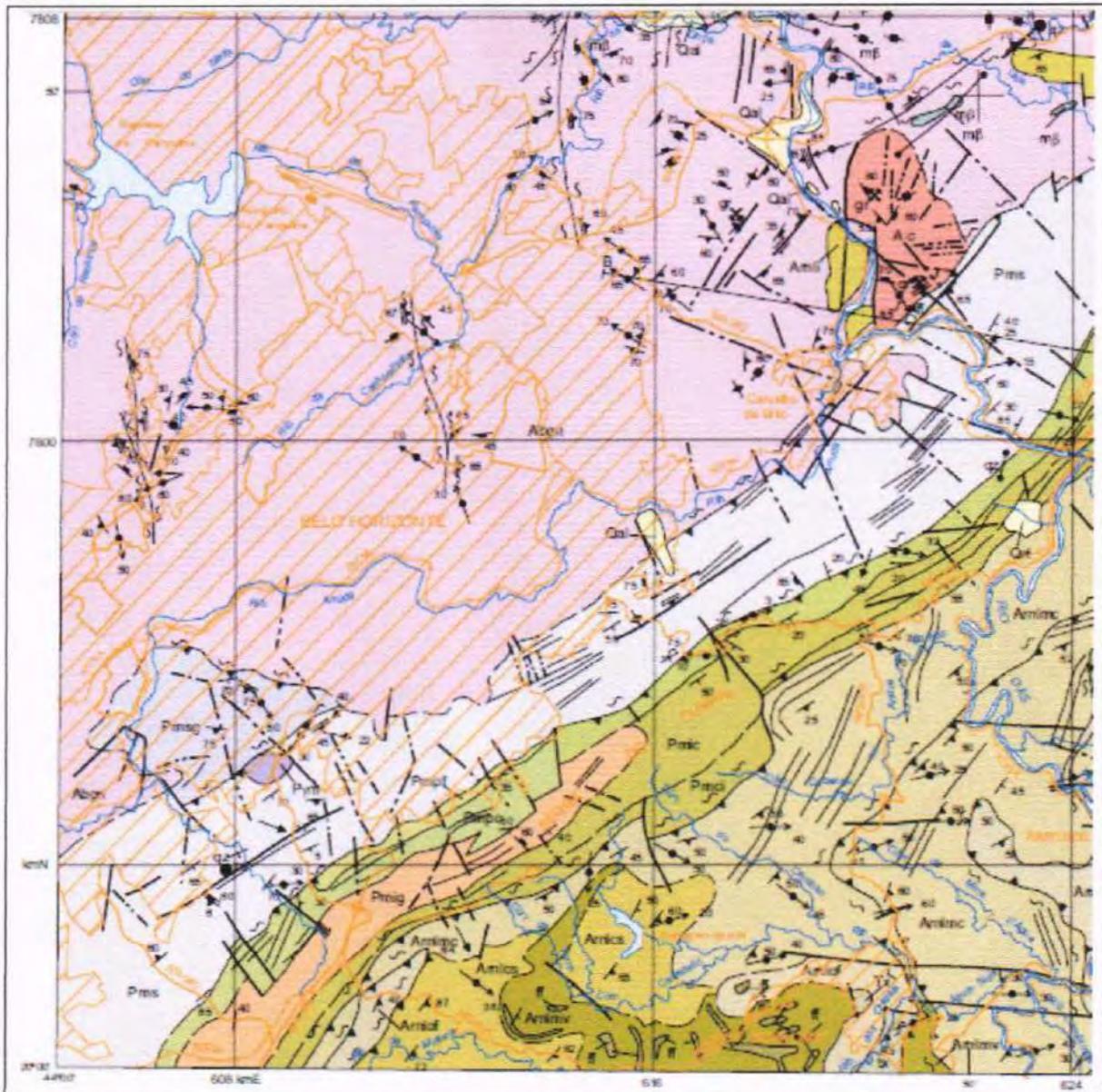


Figura 4.1 – Recorte da carta geológica folha Belo Horizonte 1:100.000.

(Fonte: CPRM, 2000. Legenda; vide Figura 4.2)

Silva *et al.* (1995) descrevem variações litológicas representadas por gnaisses de granulação grossa a muito grossa e gnaisses e migmatitos milonitizados. Os gnaisses grosseiros geram saprólitos de textura arenosa, baixa coesão e alta erodibilidade, facilitando a instalação de processos erosivos (sulcos, ravinas e voçorocas). Os gnaisses e migmatitos tem maior expressão, e quando a granulometria é muito fina, pode indicar a presença de zonas de cisalhamento, com desenvolvimento de milonitos e ultramilonitos. Veios de quartzo e veios pegmatoides e aplíticos são comuns cortando o complexo.





Figura 4.2 – Recorte da coluna litoestratigráfica da carta geológica folha Belo Horizonte.

(Fonte: CPRM, 2000)

4.3.1.2. Supergrupo Minas

Unidade litoestratigráfica paleoproterozoica que se distribui a sul do ribeirão Arrudas, em faixa de direção geral NE, representadas pelos grupos Itabira, Piracicaba e Sabará. O Grupo Caraça não ocorre no município. Esta sequência estrutura-se segundo um monoclinial invertido, dispendo as litologias do Grupo Sabará em contato tectônico com as rochas do Complexo Belo Horizonte.

Devido à diversidade litológica, apresentam comportamento bastante diferenciado em termos de: natureza e espessura de solos e produtos de intemperismo; propriedades hidrogeológicas e geotécnicas (Silva *et al.*, 1995).

O **Grupo Itabira** é constituído de rochas metassedimentares, cujas litologias são representadas por itabiritos da Formação Cauê e dolomitos da Formação Gandarela. A Formação Cauê constitui a crista e o terço superior da escarpa da serra do Curral, com o itabirito podendo se apresentar coeso ou mesmo friável, em função do estágio do intemperismo. São extensivamente recobertos por depósitos de canga, que muitas



vezes se estendem para as unidades topograficamente inferiores. Topograficamente abaixo, no terço inferior da escarpa da serra, tem-se, de forma descontínua, as litologias da Formação Gandarela, com predomínio dos dolomitos sobre filitos e itabiritos. O intemperismo destas rochas gera material siltoso a silto-argiloso, muito susceptível ao escorregamento superficial.

Todas as unidades do **Grupo Piracicaba**, formações Cercadinho, Fecho do Funil, Taboões e Barreiro, ocorrem no município de Belo Horizonte, mas apenas as formações Cercadinho e Fecho do Funil têm continuidade física. A Formação Cercadinho tem como padrão a presença de estratos de quartzito cinza, hematítico intercalados com camadas de filito cinza prateado e hematítico. Esta alternância de camadas com resistências diferenciadas caracterizam um micro relevo de aspecto estriado, marcado por cristas e patamares alinhados. A Formação Fecho do Funil é constituída por filitos sericítico e dolomítico, com lentes subordinadas de dolomito. Ao longo de toda a faixa, os filitos estão muito intemperizados, com granulometria argilosa. As formações do topo, Taboões e Barreiro, tem pequenas áreas de ocorrência, sendo a primeira composta por quartzito puro e fino enquanto que a segunda é reconhecida pelo filito preto, carbonoso, finamente estruturado.

O **Grupo Sabará** é a unidade mais espessa do Supergrupo Minas em Belo Horizonte. É constituído de xistos e filitos muito intemperizados de coloração rosa a amarela. São ainda descritos clorita xistos verdes, lentes de metagrauvaca, camadas de filito grafitoso e quartzitos.

4.3.1.3. Intrusivas

Rochas máficas, metamáficas e metaultramáficas de várias idades ocorrem como diques e *sills* intrudidos nas rochas granito-gnáissicas e, menos frequentemente, nos metassedimentos do Supergrupo Minas. São rochas de granulação fina a grossa, de cor verde escuro quando sãs. São encontradas normalmente muito decompostas, com formação de solos argilosos, coesos e de cor marrom escuro.

Tem-se ainda a presença de veios de quartzo, pegmatoides e aplíticos recortando todas as litologias em diversas direções.

4.3.1.4. Formações Superficiais

Correspondem a depósitos cenozoicos que recobrem as unidades pré-cambrianas de forma descontínua. São representados por cascalhos, areias e argilas aluviais; colúvios, tálus e depósitos torrenciais, em diversos estágios de laterização.

As cangas recobrem diversas litologias, notadamente os itabiritos, e são formadas por fragmentos de itabirito, quartzo e hematita ou ainda quartzito e filito. Apresentam elevada resistência à erosão e por isso são responsáveis pela preservação da topografia.

Depósitos de vertente são representados por um variado grupo de materiais. No Complexo Belo Horizonte predominam as coberturas coluviais resultantes da erosão laminar das encostas, com textura argilo-arenosa e coloração avermelhada. Podem se interdigitar com os sedimentos aluvionares. Nas áreas do Grupo Minas, estes depósitos

podem conter blocos de rocha, que podem ser encontrados a grandes distâncias da área fonte, constituindo depósitos torrenciais ou depósitos de tálus, normalmente recobertos por colúvios.

Os depósitos aluvionares são mais expressivos ao longo da calha do ribeirão Arrudas, em especial em áreas de meandros, onde forma-se ampla planície de inundação. Esta condição é particularmente observada na área do Parque Municipal no centro da cidade.

4.3.2. Geologia da área do empreendimento

Segundo o mapa geológico do município de Belo Horizonte, escala 1:25.000, apresentado por Silva *et al.* (1995), a área da SE BH Centro 2, está inserida no domínio do Complexo Belo Horizonte. Resultados de sondagem a percussão realizada na fase de projeto da obra (CRO, 2010 e DM, 2012) revelam a presença de coberturas recentes diversas, tendo no topo camadas argilosas e na base sedimentos mais grosseiros, arenosos com fragmentos, matacões ou mesmo blocos de rocha (gnaisses e itabiritos) formando uma *stone line* (ver resumo dos furos no tópico de geotecnia).

Como a área está localizada na parte baixa da topografia, no antigo curso dos córregos Acaba Mundo e do Zoológico (Prefeitura Municipal Belo Horizonte, 2010) interpreta-se, sobre o embasamento arqueano, a presença de depósito coluvionar argilo-arenoso recobrendo parcialmente o depósito aluvionar arenoso, com matacões e blocos de rocha. Esta *stone line* registra um período de regime torrencial no processo evolutivo do relevo.

Um perfil típico interpretado para a área é apresentado na Figura 4.3.

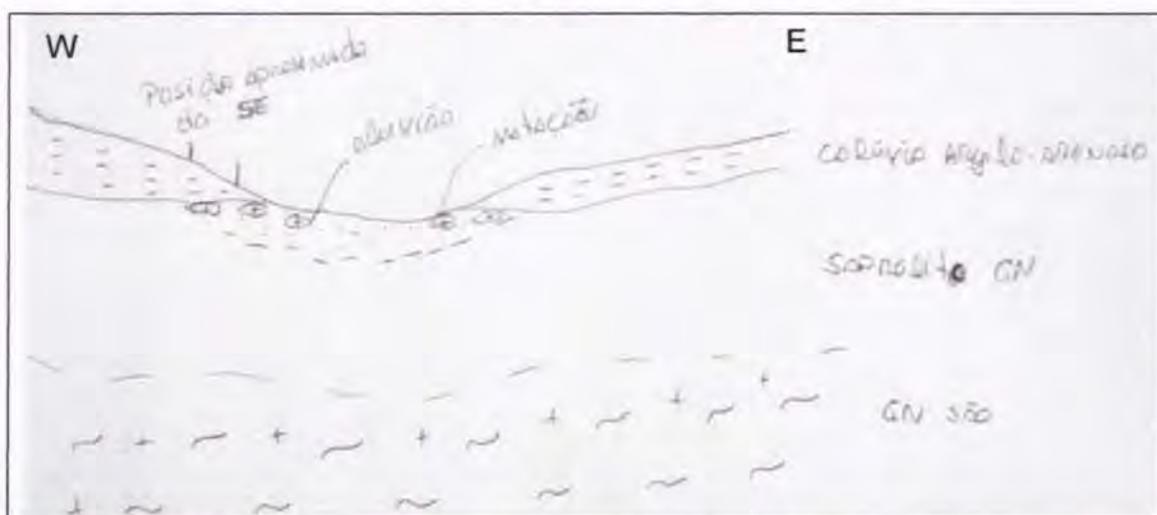


Figura 4.3 – Croquis de perfil geológico na área da SE BH Centro 2.

4.4. GEOTECNIA

Segundo Silva *et al.* (1995) a área de estudo encontra-se inserida no domínio do Complexo Belo Horizonte, constituído de gnaisses com perfil de manto de

intemperismo bem desenvolvido, em área de baixa vertente, frequentemente recoberto com depósitos coluviais. Acrescenta-se que intervenções antrópicas associadas à urbanização alteraram as condições naturais, interferindo basicamente na cobertura de solos/saprólitos e depósitos recentes.

Parizzi (2010) e Reis Jr (2016) inserem esta área na Unidade Geotécnica 1, para a qual descrevem que *“em termos de processos geodinâmicos condicionados por descontinuidades nas rochas supracitadas, é observada a formação de blocos, culminando em quedas, rolamentos ou ainda tombamentos. Tais fenômenos dependem da morfologia dos terrenos e taludes, além do desconfinamento de maciços seccionados por diversos sistemas de fraturas e falhamentos. Estas estruturas influenciam as dimensões dos blocos gerados. As litologias constituintes desta unidade caracterizam-se por elevada resistência mecânica, sobretudo, quando inalteradas e/ou isentas de deformações rúpteis. A variação das propriedades mecânicas é influenciada em grande parte pelo intemperismo e fraturamento das rochas”* (grifo do autor).

Continuando, Reis Jr (op. cit) define: *“Embora essas rochas apresentem elevada resistência mecânica, não são muito resistentes ao intemperismo, devido a alguns minerais constituintes (feldspatos, plagioclásios e micas). Tanto que a cobertura pedológica se caracteriza por solos bem desenvolvidos e mais espessos. Portanto, nestas porções a influência das rochas em relação a dinâmica superficial, no que diz respeito ao uso urbano, é limitada. As propriedades dos solos sobressaem em relação as das rochas naquelas regiões onde a cobertura pedológica atinge espessuras consideráveis. Deste modo, o controle dos processos geodinâmicos se limita ao manto de alteração que recobre tais litotipos”* (grifo do autor).

No local da SE BH Centro 2 não são observadas exposições naturais destas coberturas (solos e saprólito), ficando a caracterização e individualização geológico-geotécnica restrita às descrições das amostras dos furos de sondagem de reconhecimento, realizadas pela CRO (2010) e DM (2012).

Para a caracterização dos aspectos geotécnicos preliminares do subsolo local foram executados duas campanhas de ensaios de penetração dinâmica com SPT e uma com amostragem de rocha (sondagem mista), fornecendo dados de natureza geológica com importantes significados de natureza geotécnica, como por exemplo:

- caracterização dos materiais sondados por meio de exame tátil-visual de amostras recolhidas durante a perfuração;
- avaliação das condições de consistência de solos argilosos e de compacidade de solos siltosos e arenosos por meio do ensaio SPT;
- definição do limite do impenetrável à percussão;
- profundidade do NA (nível de água) na época da sondagem.

As sondagens foram realizadas em épocas climáticas distintas, com a campanha da CRO (2010) no mês de julho, período seco, e a campanha da DM (2012) no mês de março, final do período chuvoso. A Tabela 4.1 e a Tabela 4.2 fornecem os resultados interpretados das duas sondagens de reconhecimento.



Tabela 4.1 – Resumo dos resultados de sondagem SPT (CRO, 2012)

Furo	Cota	NA	Intervalo (m)	Camadas	SPT
SP01	100,5	3,7	0,0 a 0,15	Concreto	
			0,15 a 1,45	Aterro	3 a 4
			1,45 a 3,00	Solo argiloso, marrom, consistência mole a média	6 a 7
			3,0 a 3,95		8
			3,95 a 6,0	Solo argilo-arenoso, amarelado, com pedregulho fino, consistência média a dura	17
			6,0 a 7,1		Impenetrável
SP02	100,5	3,6	0,0 a 0,15	Concreto	
			0,15 a 4,0	Solo argiloso, vermelho, consistência mole a média	2 a 5
			4,0 a 5,10	Solo argilo-arenoso, amarelado, com pedregulho de hematita, consistência média a dura	6 a impenetrável
SP03	100,3	3,6	0,0 a 0,12	Asfalto	
			0,12 a 5,0	Solo argiloso, vermelho, consistência mole a média	5 a 10
			5,0 a 5,13	Solo argilo-arenoso, amarelado, com pedregulho de hematita, consistência dura	Impenetrável
SP04	100,2	3,7	0,0 a 0,10	Piso de tijolo	
			0,10 a 7,0	Solo argiloso, vermelho, consist. muito mole a dura	2 a 20
			7,0 a 7,05	Solo argilo-arenoso, amarelado, com pedregulho de hematita, consistência dura	Impenetrável
SP05	100,2	3,5	0,0 a 0,15	Concreto	
			0,15 a 2,45	Aterro	4 a 5
			2,45 a 4,00	Solo argiloso, marrom, consistência mole a média	6 a 7
			4,0 a 7,1	Solo argilo-arenoso, amarelado, com pedregulho fino a grosso, consistência média a dura	Impenetrável

Tabela 4.2 – Resumo dos resultados de sondagem SPT (DM, 2012)

Furo	NA	Intervalo (m)	Camadas	SPT
SP01	4,25	0,0 a 0,20	Concreto	
		0,20 a 0,70	Aterro	<1 a 4
		0,70 a 3,80	Argila siltosa, vermelha, muito mole a mole	2
		3,80 a 4,70	Argila siltosa, amarelado, com pedregulho, dura	> 50
SP01 A	3,8	0,0 a 0,20	Concreto	
		0,20 a 0,80	Aterro	2
		0,80 a 3,60	Argila siltosa, vermelha, muito mole a mole	4 a 5
		3,60 a 5,70	Argila siltosa, amarelada, com pedregulho, rija a dura	13 a impenetrável
SP02	3,78	0,0 a 0,20	Concreto	
		0,20 a 1,20	Aterro	2 a 4
		1,20 a 4,95	Argila arenosa, marrom variegado, muito mole a mole	4 a impenetrável
SP02 A	3,4	0,0 a 0,20	Concreto	
		0,20 a 1,70	Aterro	2
		1,20 a 5,61	Silte arenoso, p/ argiloso, variegado, com	2 a imp.

Furo	NA	Intervalo (m)	Camadas	SPT
			pedregulhos, fofo a compacto	
SP03	4	0,0 a 0,20	Concreto	
		0,20 a 2,80	Argila siltosa, p/ arenosa, vermelha, muito mole a mole	2 a 4
		2,8 a 5,90	Argila arenosa, p/ siltosa, com pedregulho, média	6 a impenetrável
SP03 A	4	0,0 a 0,20	Concreto	
		0,20 a 2,60	Argila siltosa, p/ arenosa, vermelha, muito mole a mole	2 a 3
		2,6 a 5,60	Argila arenosa, p/ siltosa, com pedregulho, mole a média	5 a impenetrável
SP04	3,9	0,0 a 0,20	Concreto	
		0,20 a 1,10	Aterro	2 a 20
		1,10 a 3,90	Argila siltosa, vermelha, c/ pedregulhos, mole a média	5 a 8
		3,90 a 7,60	Argila arenosa, p/ siltosa, c/ pedregulho, média a dura	8 a 21
		7,60 a 17,45	Silte arenoso, variegado, p/compacto a compacto	8 a 25
SP05	4,2	0,0 a 0,20	Concreto	
		0,2 a 2,60	Argila siltosa, p/ arenosa, marrom, muito mole a mole	2 a 4
		2,60 a 3,90	Silte arenoso, variegado, p/compacto	6
		3,90 a 5,80	Silte arenoso, variegado, p/compacto a compacto	22 a impenetrável
SP05 A	4,3	0,0 a 0,20	Concreto	
		0,2 a 2,90	Argila siltosa, p/ arenosa, c/ pedregulhos, muito mole a mole	2 a 5
		2,90 a 5,60	Silte arenoso, variegado, c/ pedreg., p/compacto a compacto	15 a impenetrável

Observa-se nestas duas tabelas, que o NA médio estava mais profundo nas sondagens de março, justamente no final das chuvas, quando era de esperar por uma elevação do nível d'água. Uma explicação possível para esta condição seria a defasagem entre a precipitação e a infiltração, dada pela baixa permeabilidade dos solos argilosos que recobrem a superfície do terreno.

Em função dos resultados da sondagem a percussão, onde alguns furos não atingiram o impenetrável, foram realizados quatro furos de sondagem mista, que revelaram a presença de matacões e blocos de rocha dura numa determinada profundidade do perfil do subsolo. Um resumo interpretado desta sondagem é apresentado na Tabela 4.3.

Os resultados de nível d'água na sondagem mista mostra um NA mais raso, entre 1,4 e 3,05 m, que o da sondagem a percussão, próximos de 4 m, compatível com o final do período de chuva, indicando possíveis problemas na medição do NA nos furos.



Tabela 4.3 – Resumo dos resultados de sondagem mista (DM, 2012)

Furo	Prof. (m)	NA (m)	Descrição
SM 01	14,00	2,75	Sedimento bem compactado, variando de argila no topo para termos arenosos na base, com intercalação de matacões (5,10 a 7,00).
SM 02	15,00	1,4	Sedimento bastante arenoso, com intercalação fragmentos de rocha e laterita (6,80 a 9,0), com alterações de compactação.
SM 03	14,00	2,7	Sedimento variando de argila no topo para termos arenosos na base, com intercalação de fragmentos de rocha (5,45 a 7,65).
SM 04	14,00	3,05	Sedimento variando de argila no topo para termos arenosos na base, com intercalação de rocha (5,45 a 7,85).

A planta de localização dos furos de sondagem, assim como os respectivos boletins, encontram-se no Anexo 2 deste documento. Vale mencionar que as empresas executoras também foram responsáveis pela descrição das amostras obtidas nos furos.

Pode-se dizer que a campanha de sondagens realizada no terreno foi determinante na escolha adequada do tipo de fundação da edificação e no dimensionamento da escavação para conformar o andar do subsolo. A camada superior, muito argilosa e saturada, com baixa capacidade de suporte, foi praticamente eliminada com a escavação. Com isso a fundação foi realizada sobre sedimentos arenosos, que tendo boa permeabilidade, permite o rápido adensamento, evitando assim recalques na estrutura da SE e nas edificações vizinhas.

Informações verbais obtidas com os técnicos do empreendedor revelam não ter havido problemas nas referidas estruturas, já tendo passado mais de três anos do início das obras e mais de um ano da conclusão da obra civil.

4.5. HIDROGEOLOGIA

4.5.1. Tipos de Aquíferos

A água subterrânea no município de Belo Horizonte é encontrada em dois sistemas aquíferos. O primeiro, que tem maior expressão areal, é o aquífero nas rochas do embasamento que constituem o chamado Complexo de Belo Horizonte. O segundo sistema aquífero, que contém as maiores reservas de água subterrânea, é o encontrado nas rochas metassedimentares do Supergrupo Minas, que ocorrem na porção sul do município.

A área de estudo encontra-se sobre o sistema aquífero do Complexo Belo Horizonte. Esse sistema é do tipo livre, constituído, na sua parte superior, por rochas inconsistentes do manto de decomposição das rochas gnáissico-migmatíticas e/ou por material alúvio-coluvionar depositado sobre esse manto ou mesmo sobre rocha sã e, na parte inferior, por rochas cristalinas fraturadas. Os sedimentos da parte superior do aquífero constituem um aquífero do tipo granular, e apresentam uma variação faciológica muito grande desde argilas até areias grossas, provenientes dos diferentes tipos litológicos, resultando um aquífero heterogêneo e anisotrópico. As rochas duras do aquífero fissurado sotoposto ao granular também apresentam uma grande anisotropia e heterogeneidade quanto à água subterrânea.



Assim, tem-se um aquífero granular e poroso superior e um fissurado sotoposto, em comunicação hidráulica, constituindo um só sistema. A espessura do aquífero poroso varia em média entre 20 e 45 m, podendo em alguns locais atingir 100 m.

Segundo Silva *et al.* (1995) os fluxos das águas subterrâneas no sistema aquífero do Complexo de Belo Horizonte são congruentes com os fluxos das águas superficiais. Com isso, o nível de base das águas subterrâneas no município de Belo Horizonte é o rio das Velhas. Existem também sub-bacias hidrogeológicas que correspondem às sub-bacias hidrográficas, onde a direção e sentido dos fluxos de águas subterrâneas e superficiais são semelhantes.

A recarga do sistema aquífero do embasamento cristalino é realizada exclusivamente por infiltração de águas pluviais, em zonas preferencialmente de topografia elevada plana, ou secundariamente em todas as partes das sub-bacias e principalmente através de percolação de águas fluviais. Tal fato confere uma extrema vulnerabilidade de poluição a este sistema aquífero, considerando-se que é uma área urbana e intensamente ocupada. Além disso, os aquíferos que ocorrem no território de Belo Horizonte apresentam reduzidas formas de proteção natural contra a poluição, tornando-se, desta maneira, mananciais altamente expostos à poluição por infiltração de substâncias perigosas ou por microrganismos. A parte granular porosa superficial deste sistema aquífero apresenta normalmente grande capacidade de infiltração de líquidos, tornando-o vulnerável à percolação de poluentes. Nas áreas onde a espessura da zona aerada é pequena, com o lençol freático próximo da superfície do terreno, o aquífero não tem grande poder de autodepuração, tornando-se mais vulnerável à contaminação de suas águas.

4.5.2. Parâmetros Hidrodinâmicos e Hidroquímicos

Na área da SE BH Centro 2 foi identificado através dos furos de sondagem a presença de aquífero granular, correspondendo aos sedimentos das coberturas coluvionar e aluvionar. Nestas sondagens não foram identificados saprólitos típicos da decomposição das rochas gnáissicas (material silto arenoso de cor rosa a avermelhado, normalmente com micas e feldspatos caulinizados).

Neste sentido, a análise hidrodinâmica será restrita ao topo da sequência formada por sedimentos coluvionares e aluvionares, conforme apresentado na Figura 4.3.

Segundo a literatura (Scudino, 2000), em função das características granulométricas dos sedimentos, podemos estimar a faixa de valores do coeficiente de permeabilidade (K), e a partir deste, em função da espessura da zona saturada, estimar a vazão específica de um poço e sua capacidade de produção.

A partir do material descrito nos furos de sondagem, foram separados dois níveis no aquífero poroso identificado na área da subestação. O superior, atribuído à cobertura coluvionar de composição mais argilosa, teria um K estimado entre 7×10^{-4} e 7×10^{-5} cm/s, com vazão específica de 0,17 a 0,017 m³/h.m. Para o inferior, composto por sedimentos aluvionares arenosos, os valores de K estariam entre 1×10^{-3} e 5×10^{-3} cm/s.

No sistema construído para a drenagem e recalque das águas subterrâneas na SE BH Centro 2, foram realizadas algumas medições de vazão e de recuperação do nível

d'água para definirmos os parâmetros locais do aquífero granular argiloso afetado pelo rebaixamento provocado pela abertura do andar do subsolo.

A vazão captada (Q) foi definida a partir de medições do tempo de um ciclo de bombeamento e recuperação no poço de recalque, marcado pelo desarme da bomba submersa (tempo de recuperação = 34'54" e tempo de bombeamento = 1'40"). O volume (V) bombeado foi definido pelas dimensões do poço entre as profundidades dos relés de controle da bomba (desarme = 2,85 m e rearme = 1,76 m).

Desta forma, temos:

$$V \text{ (m}^3\text{)} = \pi r^2 h = 3,14159 \times 0,53^2 \times 1,09 = 0,98 \text{ m}^3$$

$$Q \text{ (m}^3\text{/h)} = V \text{ (m}^3\text{)} / t \text{ (h)} = 0,98 / 0,61 = 1,60 \text{ m}^3\text{/h} = 0,45 \text{ l/s}$$

Apesar de não atender adequadamente às condições naturais, pois existe no local uma transmissividade induzida pelo cone de rebaixamento formado pela abertura do andar do subsolo, do teste de recuperação do poço de recalque, pode-se estimar o valor da transmissividade (T) pela fórmula do método simplificado de Jacob:

$$T = \frac{2,3 \cdot Q}{4 \cdot \Pi \cdot \Delta s_{10}} = \frac{0,183 \cdot \bar{Q}}{\Delta s_{10}}, \text{ onde}$$

\bar{Q} : vazão do teste de bombeamento (m³/h);

Δs_{10} : Recuperação em um intervalo de 1 ciclo logarítmico, onde $t_2 = 10 \cdot t_1$ (min.).

Para a reta definida no gráfico da Figura 4.4, temos:

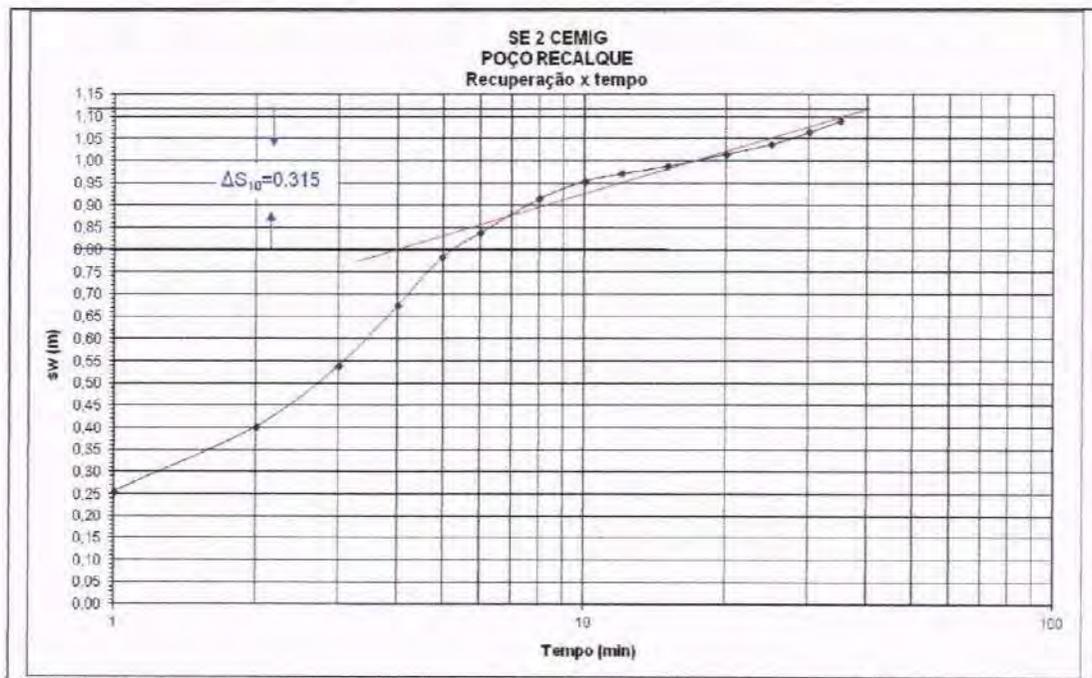


Figura 4.4 – Gráfico de recuperação x tempo



$$T = \frac{0,183 \cdot 1,60}{0,315} = 0,93 \text{ m}^2/\text{h}, \quad T = 22,38 \text{ m}^2/\text{dia}$$

$$K = T/b = 1,7 \times 10^{-4} \text{ cm/s} = 0,15 \text{ m/dia}$$

Considerando $b = 1,5 \text{ m}$ (espessura saturada do aquífero afetada pelo rebaixamento)

Estes resultados estão compatíveis com aqueles obtidos na literatura para sedimentos mais finos, respaldando os cálculos efetuados e correspondendo a uma classe de aquífero muito pobre a semi-impermeável.

Nas áreas urbanas a principal poluição dos aquíferos é de origem biológica através de vírus, bactérias, algas, etc. Estes poluentes normalmente estão associados a fossas negras, redes de esgotos danificadas, lixos ou bota foras não controlados, dentre outros. No entanto, a poluição biológica não tem grande alcance, pois os micro-organismos não têm capacidade de percolar grandes distâncias no solo, minimizando os efeitos poluidores.

Análise bacteriológica realizada da água captada no poço pela Limnos Sanear em 2015 (Anexo 3) não mostra contaminação para as bactérias comuns. Os resultados de pH e sólidos dissolvidos mostram padrão de potabilidade.

4.5.3. Modelo Hidrogeológico Conceitual

As águas pluviais que precipitam a montante na sub-bacia do córrego Acaba Mundo, se dividem em três caminhos: a maior parte corre em superfície, na forma de enxurradas, alimentando diretamente a rede fluvial; outra parte infiltra-se nos solos, descendo em fluxo verticalizado até atingir a zona saturada ou ficando retida entre as partículas do solo; e a terceira parte evapora-se logo após a precipitação ou a partir dos corpos d'água e dos solos.

Da água infiltrada, aquela que atinge a zona saturada corresponde a menos de 10%. Uma vez atingida a condição de saturação, o fluxo passa a ser predominantemente horizontalizado, ao longo do contato com a rocha sã, em direção às porções baixas do terreno ou descendente ao longo das discontinuidades da rocha, recarregando o aquífero fraturado.

Segundo o modelo descrito por Silva *et al.* (1995), no aquífero livre formado pelas coberturas granulares, o fluxo das águas subterrâneas nos solos e saprólitos será controlado pelo gradiente topográfico, do ponto mais alto para o mais baixo, perpendicularmente à curva de nível, até atingir o talvegue mais próximo ou uma ruptura na superfície, quando poderá aflorar (nascente) ou correndo subparalelamente ao curso d'água nos depósitos aluvionares.

Nesta última situação, os cursos d'água podem ser influentes, quando estes recarregam o aquífero, ou efluentes, quando são recarregados pelo aquífero. Ou seja, a depender da época do ano, o aquífero alimenta o rio ou o rio alimenta o aquífero.



A abertura do andar do subsolo do edifício da SE BH Centro 2 interceptou a zona saturada do aquífero granular em sua parte superior dos solos coluvionares, fazendo aflorar o lençol freático. Esta abertura modificou localmente o gradiente hidráulico, formando um cone de depressão ao seu redor, de tal modo que o gradiente fica mais acentuado à medida que se aproxima das paredes do subsolo. Nas paredes de jusante, ocorre pequena inversão do fluxo no sentido contrário ao fluxo natural.

5. PROJETO DE REBAIXAMENTO

5.1. ESTRUTURAS DE CAPTAÇÃO E RECALQUE

O projeto de drenagem das águas subterrâneas foi concebido e executado pela ABB Engenharia (Projeto de Drenagem – Planta e Detalhes Gerais). As águas subterrâneas aflorantes no subsolo da SE BH Centro 2 (Anexo 4) são captadas junto às paredes do andar inferior através de sistema composto por tubulação perfurada de PVC de 100 mm envolvida com manta geotêxtil, colocada abaixo de caixa de brita, que por sua vez está coberta por camada de concreto de 40 cm de espessura. As águas estão assim confinadas, subindo na coluna de tubulação que deságua nas canaletas abertas que contornam todo o andar (Figura 5.1). Destas canaletas, as águas são conduzidas por gravidade para caixas de passagem – CP01 e CP02, toda dotadas de tampas de concreto.

Atrás da parede de fundo da edificação, foi instalada uma tubulação tipo Kananet de 8" que capta as águas e lança em tubulação de 100 mm para a caixa de passagem CP01. Nesta mesma parede foram instalados tubos de drenagem (barbacãs) que aparentemente não estão operando, pois não há marcas de passagem d'água.

O fosso do elevador tem sistema independente de captação e recalque das águas infiltradas, que são lançadas na CP02.



Figura 5.1 – Detalhes das canaletas de condução das águas subterrâneas captadas.

As águas reservadas nas caixas de passagem são conduzidas por gravidade para o poço de drenagem em tubulação de PVC de 100 mm (Figura 5.2). O poço com 2,60 m de profundidade e 1,069 m de boca, foi construído com anéis de concreto impermeabilizado. No interior do poço, têm-se duas bombas submersas (uma de reserva) de 2 CV, um sistema de acionamento da bomba por relés de nível (liga e desliga) e tubulação em PVC de 100 mm para o esgotamento do poço e recalque das águas para a rede pública.

Em função do desnível entre os relés de acionamento da bomba, o poço de drenagem acumula um volume de 0,98 m³ de água a cada ciclo de operação da bomba, correspondente a um período de 1' e 40" (ligada) por 34' e 54" (desligada).

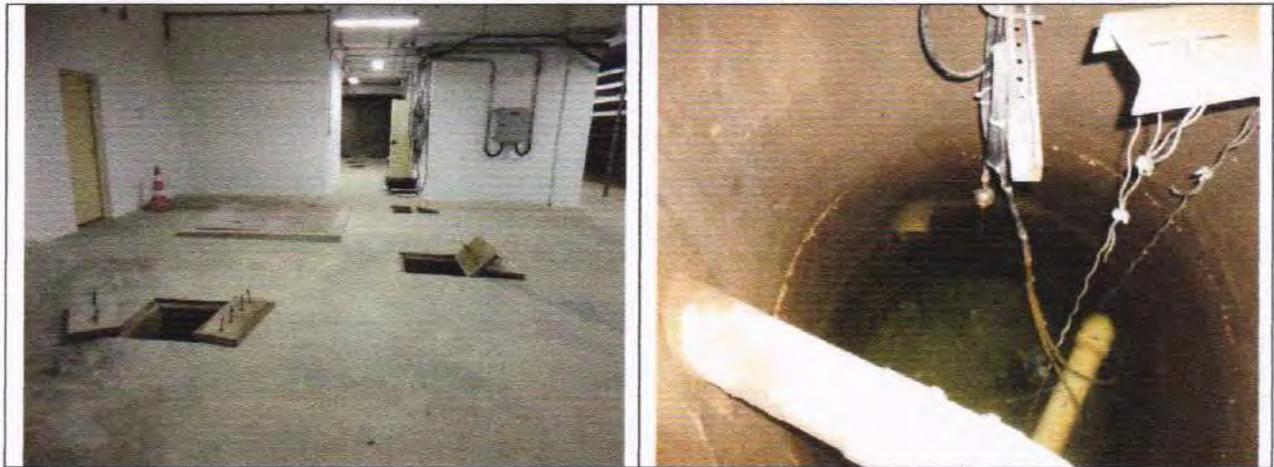


Figura 5.2 – Caixas de passagem e poço de drenagem e recalque das águas subterrâneas.

As bombas instaladas no poço de drenagem e no fosso do elevador estão ilustradas na



Figura 5.3 – Bombas instaladas no poço de drenagem (esquerda) e fosso do elevador (direita).

Caso haja falta de energia, o sistema deixará de operar, com as águas acumuladas ultrapassando o piso do andar, podendo atingir até 2,0 m de altura. Nestas condições, o esgotamento deverá se feito com sistema auxiliar externo, tendo como precaução dessenergizar todo o subsolo.



5.2. MÉTODOS DE CONTROLE DE VAZÃO E DE NÍVEIS DE ÁGUA

O acionamento das bombas é controlado pelo nível d'água no poço dotado de relés de nível (arme e desarme). Como consequência, a vazão bombeada será sempre constante para uma determinada bomba, pois o nível de acionamento está sempre na mesma posição, assim como o nível de desarme. Destaca-se que a vazão do aquífero deverá oscilar ao longo do ano hidrológico, em função de uma menor ou maior precipitação pluviométrica, acarretando, respectivamente, tempos maiores ou menores de operação da bomba.

O acionamento da bomba coincide com o enchimento da primeira caixa de passagem, estabelecendo assim um nível de esgotamento anterior àquele induzido pelo rebaixamento controlado pelas canaletas laterais.

Como forma de se apresentar este controle, sugere-se o registro automático do desligamento e acionamento da bomba, que pode ser obtido na central de comando da subestação.

5.3. PLANO DE USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

As águas subterrâneas captadas são recalçadas diretamente do poço de drenagem em tubos de PVC de 100 mm para a rede pública (Figura 5.4), com um desnível de 3,0 m.



Figura 5.4 – Caixa da rede pública de águas pluviais.

6. INTERFERÊNCIAS DEVIDAS AO REBAIXAMENTO

6.1. NO LENÇOL FREÁTICO

O nível do lençol freático original, ou anterior à intervenção de abertura do andar do subsolo da SE 2, encontrava-se raso, a profundidades variando de 1,5 a 4,0 m. Com a impermeabilização deste andar, impedindo o fluxo direto das águas para a parte interna do subsolo da edificação, as direções do fluxo foram modificadas, com inflexões da rede em direção à escavação e rebaixamento do nível por descompressão. A quantidade de água que antes passava no local foi aumentada pelas inflexões e reduzida pelo rebaixamento, formando um cone de rebaixamento ovalado. Nas condições atuais não há como medir estas modificações, a não ser do ponto de vista conceitual.

Percebe-se nas caixas de passagem que a maior contribuição da vazão é dada pela rede de drenagem instalada atrás da parede de fundo da obra, mostrando um fluxo segundo o gradiente topográfico, de direção aproximada W para E.

Sabe-se que num aquífero livre o cone de rebaixamento tende a ter um gradiente mais elevado quanto mais próximo estiver da área escavada, ou do ponto de bombeamento no caso de poço tubular, e a formar um cone com grande alcance mas com reduzidos rebaixamentos ao longo do tempo. Como o rebaixamento máximo provocado pela escavação do subsolo da SE 2 foi da ordem de 4,0 m, e que o NA do lençol encontra-se aflorante na base de suas paredes, admite-se que o rebaixamento tende a ser nulo a uma distância de 100 m. O que significa dizer que a interferência na rede de fluxo deve atingir no máximo 100 m segundo o eixo maior do cone ovalado na direção W.

6.2. NAS EDIFICAÇÕES VIZINHAS

Em função do rebaixamento previsto, as áreas mais afetadas estarão a poucos metros dos limites da obra. Os possíveis efeitos provocados pela retirada da água dos interstícios dos grãos estariam associados a fenômenos de adensamento dos sedimentos, com recalques nas supraestruturas civis.

Este adensamento depende da granulometria dos sedimentos e do seu grau de saturação. Em argilas saturadas, este fenômeno pode demorar vários anos (adensamento residual). No entanto, como foi descrito nos furos de sondagem, a ocorrência de material argiloso está restrita à cobertura de solos coluvionares, que praticamente foram retirados na escavação do subsolo. Além disso, as fundações, tanto do edifício da subestação quanto dos condomínios residenciais vizinhos, estão apoiadas nos sedimentos arenosos e/ou saprólitos de rocha in situ, que podem sofrer pequenos adensamentos em tempo muito curto. Como os blocos e matacões de rocha ficaram acima das fundações, estes não devem ser afetados pelo adensamento.

Atestam estas interpretações o fato de, após mais de 3 anos, não se ter constatado nenhum problema de recalque nas construções vizinhas relacionados com o adensamento dos solos.



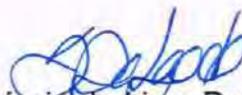
7. CONCLUSÃO

Em função do exposto neste relatório, a interferência no lençol freático provocado pela escavação do subsolo na SE BH Centro 2 é muito pequena, afetando pouco o fluxo subterrâneo, em especial por se tratar de área de ocorrência de solos coluvionares e aluvionares na foz do córrego Acaba Mundo.

Com o rebaixamento do lençol, as águas captadas serão lançadas na rede pública, contribuindo com aumento de vazão do ribeirão Arrudas, e conseqüentemente na disponibilidade hídrica superficial.

Em função das fundações das edificações locais, não são esperados fenômenos de adensamento e recalque que coloquem em risco as supraestruturas civis.

Belo Horizonte, 01 de dezembro de 2017.



Sérgio de Lima Delgado
Geólogo – CREA MG 23.264/D

8. BIBLIOGRAFIA

ABNT NBR 10719:2015 - Informação e documentação - Relatório técnico e/ou científico – Apresentação.

Almeida, F.F.M. – 1977. O Cráton do São Francisco. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo, v.7, n.4, p.349-364.

Almeida, F.F.M. – 1981. O Cráton do Paramirim e suas relações com o do São Francisco. In: Simp.Cráton do São Francisco e sua Faixas Marginais, 1, Salvador. Anais...Salvador: Coord. Prod. Min./SBG, p,1-10.

Cemig Distribuição S/A - 2010. Características Básicas da Subestação BH Centro 2. Documento nº 02.111-PE/PL-622a, Gerencia de Planejamento de Subestações e Linhas de Distribuição – PE/PL, 16p. Relatório Interno.

Cemig Distribuição S/A – Descrição do Produto de 27/10/2017.

Cemig Distribuição S/A – 2015. Projeto de Drenagem – Planta e Detalhes Gerais. Documento 22664/ABB-006 Re – Folhas 1 e 2. Desenho técnico interno.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. – 2000. Carta Geológica da Folha SE-23-Z-C-VI. Belo Horizonte, escala 1:100.000. Programa Levantamento Geológicos Básicos do Brasil.

CRO Sondagens e Fundações Ltda. - 2010. Boletins de Sondagem a Percussão com Ensaíos de SPT. Relatório Interno 22664 PE/LS 828a.

DM Geologia Geotecnia e Engenharia. - 2012. Boletins de Sondagem a Percussão com Ensaíos de SPT e Sondagem Mista. Relatório Interno 22664abb0015_000001.

IGAM - *Instruções para montagem do processo de outorga de água subterrânea – Código 24 - Rebaixamento de Nível de Água Subterrânea para Obras Civas – disponível no site <http://www.igam.mg.gov.br> - Visitado em nov/2017.*

Informações sobre a Cemig – Disponível no site <http://www.cemig.com.br/pt-br> - Visitado em nov/2017.

Noce, C.M.; Machado, N.; Teixeira, W. – 1994. O Complexo Belo Horizonte e a Evolução Arqueana do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 38, Camboriú. Boletim de resumos expandidos, SBG/DNPM/CPRM, v.1, p.68-69.

Parizzi, M.G; Moura, A.C.M; Memória, E. & Magalhães, D.M. - 2010. Mapa de unidade geotécnicas da Região Metropolitana de Belo Horizonte. RMBH. 21p. In: Programa Diretor de Desenvolvimento Integrado da RMBH: Relatório de Geoprocessamento.

Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. – 2010. Planta do Sistema de Micro e Macro Drenagens. Informações Básicas. Escala 1:2.000. Secretária Municipal de Políticas Urbanas, Núcleo de Execução de Projetos Especiais do Plano Diretor de Drenagens. Folha 1/1.

Reis Junior, W. - 2016. Caracterização das Unidades Geotécnicas da Porção Leste da Região Metropolitana de Belo Horizonte, MG. Dissertação de Mestrado. IGC/UFMG. Belo Horizonte. 139 p.+3anexos+5apêndices.

Scudino, P.C.B. – 2000. Classificação de Aquíferos e Parâmetros Hidráulicos Associados – Estimativas. Apostila de curso de geologia. UFOP, Ouro Preto.

Silva, A.B.; Carvalho, E.T. de; Fantinel, L.M.; Romano, A.W.; Viana, C.de S. – 1995. Estudos Geológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos e Geoambientais Integrados no Município de Belo Horizonte. PMBH/Sec. Mun. de Planejamento, Fundepe, UFMG/IGC/Dep. de Geologia, 150p. + anexos.

ANEXO 1

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA



ANEXO 2

BOLETINS DE SONDAGEM E PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

Notas:

Processo: 28178-2017
Documento: 01436038-2017



Pg.: 051

PE/LS

DOCUMENTO APROVADO NO
GEDOC

Assinatura: _____ Matrícula: _____ Data: __/__/__

Notas:

- 1-Cópias impressas deste documento só terão validade se os campos "Assinatura", "Matrícula" e "Data" estiverem preenchidos.
- 2-Carimbo digital inserido na aprovação pela PE/LS

a	CRO	AVNB	15/07/2010	AVNB	COMPATIBILIDADE COM O GEDOC
REV.	FEITO	VISTO	DATA	APROV.	ALTERAÇÕES
		CEMIG DISTRIBUIÇÃO S.A. SE BH CENTRO 2			
COOPERPRD.	VISTO	BOLETIM DE SONDAAGEM			Class. da informação Público
DES.	AVNB				
CRO	APROV.				
ORC	AVNB				Nº. 22664-PE/LS-828a
	DATA				FOLHAS: 10
	15/07/2010				



Processo: 28179/2017
Documento: 61436038/2017



P g.: 052

SONDAGEM SPT PARA SIMPLES RECONHECIMENTO DE SOLOS



Sondagem à percussão

É o ensaio mais executado na maioria dos países, no Brasil foi normatizado pela ABNT pela NBR 6484 "Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio" (SPT- Standard Penetration Test), cujo os procedimentos seguem as seguintes diretrizes:

De acordo com as características do terreno e tipo de obra é determinada a quantidade e a posição dos pontos a serem sondados. Em cada ponto monta-se um tripé com um conjunto de roldanas e cordas, sendo a amostra à zero metro coletada. Na base do furo apóia-se o amostrador padrão acoplado a hastes de perfuração. Marca-se na haste, com giz, um segmento de 45 cm dividido em trechos iguais de 15 cm. Ergue-se o peso batente de 65 kg até a altura de 75 cm e deixa-se cair em queda livre sobre a haste.

Tal procedimento é repetido até que o amostrador penetre 45 cm do solo. A soma do número de golpes necessários para a penetração do amostrador nos últimos 30 cm é o que dará o índice de resistência do solo na profundidade ensaiada.

Nas operações subseqüentes de perfuração, intercaladas às operações de amostragem, deve-se utilizar o trado cavadeira ou o helicoidal até se atingir o nível d'água ou até que o avanço seja inferior a 5 cm após 10 minutos de operação. Nestes casos e passa-se ao método de perfuração por circulação de água (lavagem). Na perfuração por lavagem utiliza-se um trépano como ferramenta de escavação e a remoção do material é feita pela bomba d'água motorizada.

O ensaio será interrompido quando já tiver atingido o critério técnico adequado para aquela obra ou atingir o impenetrável.

As amostras coletadas a cada metro são acondicionadas, etiquetadas e enviadas ao laboratório para análise táctil-visual do material por geólogo especializado.

As amostras extraídas recebem classificação quanto às granulometrias dominantes, cor, presença de minerais especiais, restos vegetais e outras informações relevantes encontradas. A indicação da consistência ou compacidade e da origem geológica da formação, complementa a caracterização do solo.

No relatório final constará a planta do local da obra com a posição das sondagens e o perfil individual de cada sondagem e/ou seções do subsolo; indicando a resistência do solo a cada metro perfurado, o tipo e a espessura do material e as posições dos níveis d'água, quando encontrados durante a perfuração.

Atenciosamente,

Contagem, 13 de Julho de 2010.

CRO SONDAJENS E FUNDAÇÕES LTDA

José Luiz Mendes Tavares
Engenheiro Civil - CREA-MG69. 326/D

Rel.: 0090-2010

Cliente: **PGV ENGENHARIA LTDA**
 Endereço: Rua Pirapetinga, 322 - sala 401- Serra - Belo Horizonte - MG.

Obra: **CEMIG - COMPANHIA DE ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS**
 Endereço: Rua Alagoas, 32 - Centro - Belo Horizonte - MG

Prezados Senhores,

Estamos apresentando o relatório das sondagens à percussão, do tipo **SPT** (Standard Penetration Test), os serviços foram realizados no local acima citado.

As sondagens foram executadas segundo as normas técnicas da ABNT e ABGE conforme citadas abaixo:

- a) **NBR-8036/83**: "Programação de Sondagens de Simples Reconhecimento de Solos para Fundações de Edifícios", ABNT;
- b) **NBR-6484/2001**: "Solos - Sondagens de Simples Reconhecimento com SPT - Método de Ensaio", ABNT;
- c) **NBR-6502/95**: "Rochas e Solos - Terminologia", ABNT;
- d) **NBR-13441/95**: "Rochas e Solos - Simbologia", ABNT;
- e) **Manual de Sondagens**, Boletim nº3 de 1999, 4ª Edição, ABGE.

Programação dos ensaios:

Foram programados 5 (cinco) furos de sondagem SPT, conforme orientações enviadas por V.Sas. O total perfurado está no quadro abaixo.

Ponto	Prof. (m)	Ponto	Prof. (m)
SP01	7,10	SP04	7,05
SP02	5,10	SP05	7,10
SP03	5,13		
TOTAL 31,48m			

RESULTADOS:

Os resultados com os Índices de resistência à penetração "**N**", indicação de nível d'água e outras informações, estão apresentados nos relatórios individuais dos furos, nas folhas 05/12 à 09/12 do relatório. Este relatório é composto por 12 (doze) folhas, sendo:

- a) 1 folha de rosto do relatório;
- b) 3 folhas com as descrições do método utilizado, das especificações do nível do lençol freático;
- c) 5 folhas com os perfis individuais dos furos;
- d) 1 Folha com croqui de locação das sondagens;
- e) 2 folhas da ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) CREA-MG.

Atenciosamente,

Contagem, 13 de Julho de 2010.

CRO SONDAGENS E FUNDAÇÕES LTDA

José Luiz Mendes Tavares
 Engenheiro Civil - CREA-MG69. 32



NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO

1 - A determinação do nível do lençol freático é de grande importância nos projetos geotécnicos. Sua medida se faz quando se atinge o nível d'água durante a execução de uma sondagem, para se constatar sua estabilização, é também realizada outra leitura, 24 horas após a primeira.

2 - Aparecem, às vezes, variações entre o nível d'água anotado nas sondagens e o nível d'água efetivamente encontrado ao se executarem infra-estrutura, implicando em alterações de projetos.

3 - Há vários fatores que podem influir na discrepância surgidas entre os níveis d'água das sondagens e os realmente atingidos na execução das obras:

a) O diâmetro dos furos de sondagem não é grande, e sua pequena superfície de drenagem fornece pouca vazão; quando as camadas do subsolo têm pequena permeabilidade, o tempo de 24 horas usado para a medição do nível d'água pode não ser suficiente para a estabilização.

b) Na época das chuvas o nível d'água é geralmente mais elevado que durante as secas.

c) Se há grandes escavações nas proximidades do local sondado, as alterações nos solos adjacentes, modificando as condições de drenagem, podem produzir rebaixamento do lençol freático.

d) A distribuição das camadas do subsolo e seus índices de permeabilidade podem provocar semi-artesianismo, com a elevação do nível d'água durante o trabalho de escavação.

4 - Em resumo, se não for encontrada água subterrânea dentro dos limites das sondagens, nem sempre será possível a execução de tubulões a céu aberto no solo em apreço. A viabilidade da adoção de tubulões dependerá da perfuração preliminar de poços experimentais.

Atenciosamente,

Contagem, 13 de Julho de 2010.

CRO SONDAGENS E FUNDAÇÕES LTDA

José Luiz Mendes Tavares
Engenheiro Civil - CREA-MG69. 326/D



Cliente: CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS		SONDAGEM SPT		Sg S	Pg: 056	
Obra: COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS		INÍCIO: 05/07/2010		TÉRMINO: 05/07/2010		
Local: Rua Alagoas 32 - Centro - Belo Horizonte - MG		COORDENADAS: N =		COTA (m) 100,50		
Escala 1:100	Amostras	Profundidade	REVESTIMENTO: \varnothing 63.5mm AMOSTRADOR: \varnothing INTERNO: 34.9mm \varnothing EXTERNO: 50.8mm PESO: 65 Kg ALTURA DA QUEDA: 75cm			Nível da Água
			RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO "N" ENSAIO PENETROMÉTRICO (Golpes/30cm) AMOSTRADOR TIPO TERZAGHI & PECK Nº DE GOLPES			
CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS			I	F	0 10 20 30 40 50	
0		0,15m	Piso de concreto, cor cinza.			Na Detectado em 06/07/2010 REY 02 12"
0,15		1,45m	Solo de argila arenosa com pedregulho fino a médio, consistência mole, cor marrom. (Material de Aterro).			
1,45		3,00m	Solo de argila porosa, consistência mole a média, cor marrom.			
3,00		4,00m	Solo de argila plástica, consistência média, cor marrom com pigmento vermelho.			
4,00		6,00m	Solo de argila arenosa com pedregulho fino a médio, consistência média a rija, cor marrom, amarelo com pigmento preto.			
6,00		7,10m	Solo de argila com pedregulho médio a grosso de minério, consistência rija a dura, cor amarelo com pigmento preto.			
LIMITE DA SONDAGEM 7,10m SONDAGEM PARALIZADA CONFORME NBR 6484/2001 ITEM 6.3.12 E 6.4.1 a)						
PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: 3,00m FINAL: 3,70m		SPT 30 cm INICIAIS SPT 30 cm FINAIS		AVANÇO A TRADO: 1,00m AVANÇO POR LAVAGEM: 7,10m PROF. DO REVESTIMENTO: 2,00m		
Cliente		Nº Relatório RS-0090/2010 DATA: 07/07/2010 ESCALA: 1:100		LAVAGEM POR TEMPO (30 min) TEMPO DE PARA		
				DESENHO No: 01/08 FOLHA No.: 05/12 RT.: JOSE LUIZ M TAVARES		



Cliente: CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS		SONDAGEM SPT		Sond. Desenh.: SP-02	
Obra: COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS		INÍCIO: 05/07/2010		TÉRMINO: 05/07/2010	
Local: Rua Alagoas 32 - Centro - Belo Horizonte - MG		COORDENADAS: N =		COTA (m) 100,50	
Escala 1:100	Amostras	Profundidade	REVESTIMENTO: \varnothing 63.5mm AMOSTRADOR: \varnothing INTERNO: 34.9mm \varnothing EXTERNO: 50.8mm PESO: 65 Kg ALTURA DA QUEDA: 75cm		Nível da Água
			CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS		
				AMOSTRADOR TIPO TERZAGHI & PECK Nº DE GOLPES	
				I F 0 10 20 30 40 50	
0.15m		Piso de concreto, cor cinza.			
4.00m		Solo de argila porosa, consistência mole a média, cor vermelho.			
5.10m		Solo de argila arenosa com traços de minério, consistência média a dura, cor amarelo.			
5.10m		LIMITE DA SONDAGEM 5,10m SONDAGEM PARALIZADA CONF NBR 6484/2001 ITEM 6.3.12 E 6.4.1 a)		Na Detectado em 07/07/2010	
PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: 4,00m FINAL: 3,60m		SPT 30 cm INICIAIS SPT 30 cm FINAIS		AVANÇO A TRADO: 1,00m AVANÇO POR LAVAGEM: 4,10m PROF. DO REVESTIMENTO: 2,00m	
Cliente		Nº Relatório RS-00902010		LAVAGEM POR TEMPO (30 min)	
DATA: 07/07/2010		ESCALA: 1:100		TEMPO DE PARA	
				DESENHO No.: 02/05 FOLHA No.: 06/12 RT.: JOSE LUIZ M TAVARES	



Processo: 28170/2017
Documento: 01436038/2017

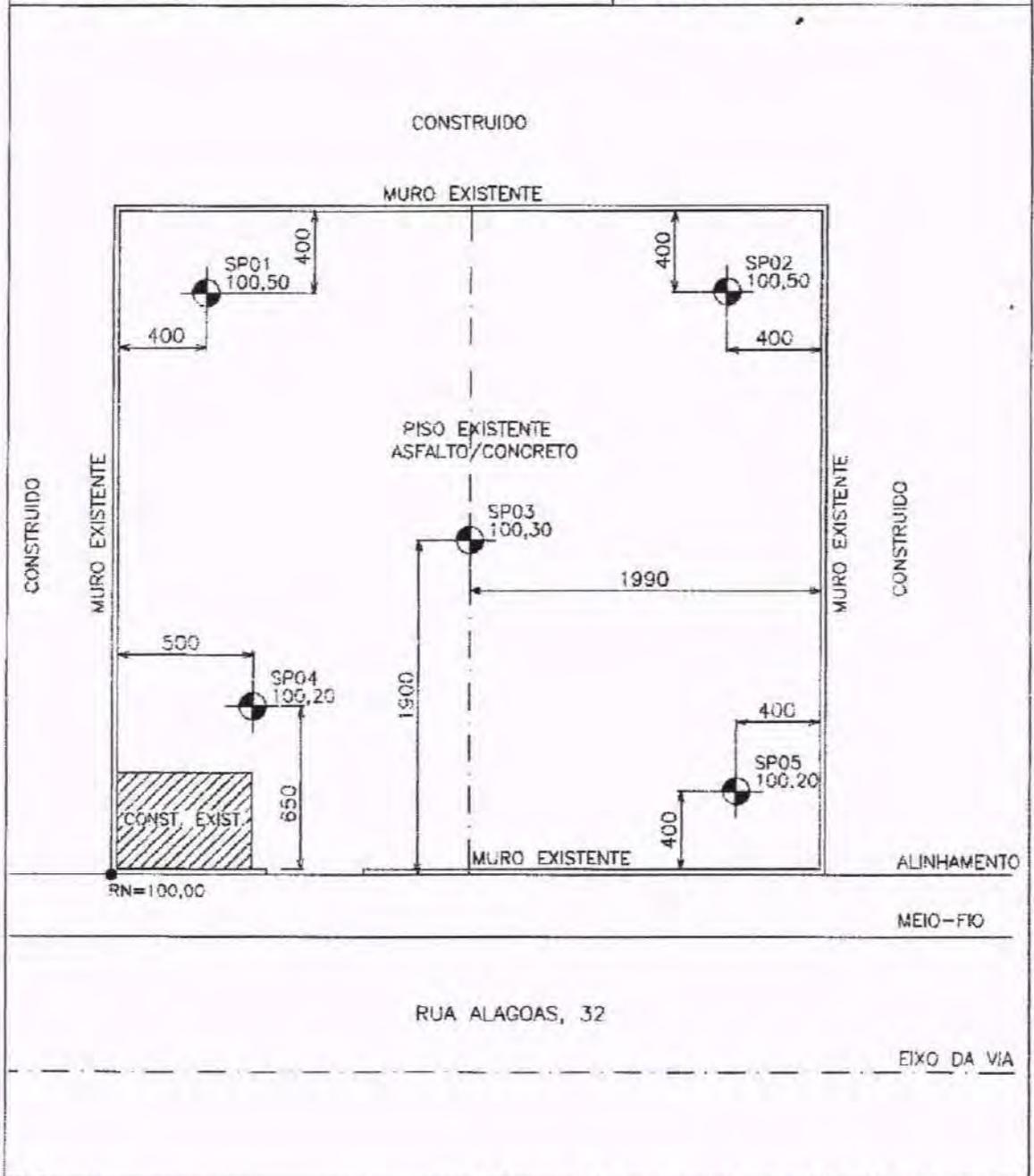


Pg.: 059

Cliente: CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS		SONDAGEM SPT										
Obra: COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS		INÍCIO: 05/07/2010	TÉRMINO: 05/07/2010									
Local: Rua Alagoas 32 - Centro - Belo Horizonte - MG		COORDENADAS: N =	COTA (m) 100,20									
Escala Cota	Amostras	Profundidade	REVESTIMENTO: \varnothing 63.5mm AMOSTRADOR: \varnothing INTERNO: 34.9mm \varnothing EXTERNO: 50.8mm PESO: 65 Kg ALTURA DA QUEDA: 75cm	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO "N"					Nível da Água			
			CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS	ENSAIO PENETROMÉTRICO (Golpes/30cm)	AMOSTRADOR TIPO TERZAGHI & PECK Nº DE GOLPES							
				I	F	0	10	20	30	40	50	
0		0,10m	Piso em tijolo ceramico, cor vermelho.									
			Solo de argila porosa, consistencia muito mole a dura, cor vermelha.	2	7							
				4	9							
				2	3							
				7	8							
5				10	14							
				18	20							
7,20 6,15		7,00m 7,05m	Solo de minerio com pedregulho fino, compacto, cor amarelo.	20,05	--							
			LIMITE DA SONDAGEM 7,05m SONDAGEM PARALIZADA CONF NBR 6434/2001 (ITEM 6.3.12 E 6.4.1 a)									
10												
15												
20												
PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA: INICIAL: 4,00m FINAL: 3,70m		SPT 30 cm INICIAIS SPT 30 cm FINAIS	AVANÇO A TRADO: 1,00m AVANÇO POR LAVAGEM: 6,05m PROF. DO REVESTIMENTO: 2,00m									
Cliente	Nº Relatório RS-0090/2010	LAVAGEM POR TEMPO (30 min)		DESENHO No: 04/05								
	DATA: 07/07/2010	TEMPO	DE	PARA	FOLHA No.: 08/12							
	ESCALA: 1:100				RT.: JOSE LUIZ M TAVARES							



CLIENTE: CEMIG - Companhia Energética de MG	SONDAGEM A PERCURSAO	
OBRA: COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS	INICIO: 05/07/2010	TERMINO: 07/07/2010
LOCAL: Rua Alagoas, 32 - Centro - Belo Horizonte - MG	CROQUI DE LOCAÇÃO DOS FUROS	



Contratante	Nº Relatório 0090-2010	DESENHO Nº 01/01	FOLHA Nº 10/12
	DATA: 12/07/2010	RESP. TEC.:	
	ESCALA: S/E	JOSE LUIZ MENDEZ TAVARES Eng. Civil - CREA/MG-89.326/D	



PE/LS
DOCUMENTO APROVADO NO
GEDOC

Assinatura: _____ Matrícula: _____ Data: ____/____/____

Notas:

- 1- Cópias impressas deste documento só terão validade se os campos "Assinatura", "Matrícula" e "Data" estiverem preenchidos.
- 2- Carimbo digital inserido na aprovação pelo PE/LS

b	Atendimento comentários	R.I.	P.R.	J.D.V.	18/05/12
a	Emissão Inicial	R.I.	P.R.	J.D.V.	18/05/12
REV.	ALTERAÇÕES	EXEC.	VISTO	APROV.	DATA
		CEMIG DISTRIBUIÇÃO S.A SE BH CENTRO 2 - 4 x 60MVA			
EXEC.	R.I.	DATA:	RELATÓRIO DE SONDAGENS		Nº 22664-ABB-0015
VISTO	P.R.	DATA:			
APROV.	J.D.V.	DATA:			
		PROJ. RONALDO ISHIHARA	CONF. AURO HIRATA	APROV. PATRICIA RAMOS	FOLHA
		DES. FILIPE COUTINHO	VISTO JAIR DEL-VECCHIO	DATA 18/05/12	01/06
					ARQ



OBRA: SUBESTAÇÃO BH CENTRO 2

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

Profundidade do Nivel D'água (m)

LOCAL SONDAGEM:

INICIAL

FINAL

PONTO: 01A

SP - 01A

3,70

3,80

DATA DE EXECUÇÃO

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

VISTO:

INICIAL

FINAL

Geólogo Davi Meleu

16/03/2012

16/03/2012

CREA 41.244/D

Limite do Furo: 5,70 m

Cota

Nivel

D'Água

Nº da Amostra

Profundidade da camada (m)

PENETRAÇÕES

1º e 2º penetrações

2º e 3º penetrações

Nº DE GOLPES

1º/2º 2º/3º

Golpes/30cm

1º e 2º penetrações

2º e 3º penetrações

GRÁFICO

10

20

30

40

Coordenada N: -

Coordenada E: -

Progressiva: -

CLASSIFICAÇÃO GEOLÓGICA DO MATERIAL

0,20 m Piso cimentado.

Argila siltosa, marrom avermelhada, com pedras, pedregulhos e entulhos - ATERRO.

0,80 m

Argila siltosa, vermelha. Muito mole a mole.

3,60 m

Argila siltosa, amarela, com pedregulhos.

Rija a dura.

5,70 m

5,70 m - Impenetrável, à lavagem por tempo.

Lavagem por tempo (5,70 a 5,70 m)

10 min. = 0,0 cm.

10 min. = 0,0 cm.

10 min. = 0,0 cm.

Lavagem

OBS.:

1 - O limite de sondagem foi de 5,70 m.

2 - O furo foi revestido até 2,00 m.

3 - N.A = 3,80 m.



Processo: 28178/2017
Documento: 01436038/2017



Pg.: 065

GEOLOGIA GEOTECNIA E ENGENHARIA

OBRA: SUBESTAÇÃO BH CENTRO 2

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

Profundidade do Nivel D'água (m)		LOCAL SONDAGEM:									
INICIAL	FINAL	PONTO: 02 SP - 02									
3,55	3,78										
DATA DE EXECUÇÃO		RESPONSÁVEL TÉCNICO:	VISTO:								
INICIAL	FINAL	Geólogo Davi Meleu CREA 41.244/D	Limite do Furo: 4,95 m								
12/03/2012	13/03/2012										
Cota	Nº da Amostra	Profundidade da camada (m)	PENETRAÇÕES		Golpes/30cm		1º e 2º penetrações		2º e 3º penetrações		Coordenada N: -
			Nº DE GOLPES		GRÁFICO				Coordenada E: -		
D'Água			1º/2º	2º/3º	10	20	30	40			Progressiva: -
3,78 m	1	(1)	2	2							0,20 m
	2	(2)	3	4							Argila arenosa, marrom avermelhada, com pedras, pedregulhos e entulhos - ATERRO.
	3	(3)	4	4							1,20 m
	4	(4)	4	4							Argila arenosa, marrom variegada. Muito mole a mole.
			Lavagem								4,95 m
											4,95 m - Impenetrável, à lavagem por tempo.
											Lavagem por tempo (4,95 a 4,95 m)
											10 min. = 0,0 cm.
											10 min. = 0,0 cm.
											10 min. = 0,0 cm.

OBS.:
1 - O limite de sondagem foi de 4,95 m.
2 - O furo foi revestido até 2,00 m.
3 - N.A = 3,78 m.



Processo: 28179/2017
 Documento: 01436038/2017
 Pg.: 067

GEOLOGIA GEOTECNIA E ENGENHARIA

OBRA: SUBESTAÇÃO BH CENTRO 2

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

Profundidade do Nivel D'água (m)		LOCAL SONDAGEM:		
INICIAL	FINAL	PONTO: 03 SP - 03		
3,70	4,00			
DATA DE EXECUÇÃO		RESPONSÁVEL TÉCNICO:	VISTO:	
INICIAL	FINAL	Geólogo Davi Meleu CREA 41.244/D	Limite do Furo: 5,90 m	
15/03/2012	16/03/2012			
Cota	Nº da Amostra	Profundidade da camada (m)	PENETRAÇÕES	
Nivel			Golpes/30cm 1ª e 2ª penetrações 2ª e 3ª penetrações	
D'Água			GRÁFICO	
			Nº DE GOLPES 1º/2º 2º/3º 10 20 30 40	
4,00 m	1	(1)	3 4	
	2	(2)	2 2	
	3	(3)	6 6	
	4	(4)	12 8	
	5	(5)	7 10	
			Lavagem	CLASSIFICAÇÃO GEOLÓGICA DO MATERIAL 0,20 m Piso cimentado. Argila siltosa, pouco arenosa, vermelha. Mole a muito mole. 2,80 m Argila arenosa, pouco siltosa, com pedregulhos. Média. 5,90 m 5,90 m - Impenetrável, à lavagem por tempo. Lavagem por tempo (5,90 a 5,90 m) 10 min. = 0,0 cm. 10 min. = 0,0 cm. 10 min. = 0,0 cm.
OBS.:				
1 - O limite de sondagem foi de 5,90 m.				
2 - O furo foi revestido até 2,00 m.				
3 - N.A = 4,00 m.				

OBRA: SUBESTAÇÃO BH CENTRO 2

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

Profundidade do Nivel D'água (m)		LOCAL SONDAGEM:					
INICIAL	FINAL	PONTO: 04 SP - 04					
3,70	3,90						
DATA DE EXECUÇÃO		RESPONSÁVEL TÉCNICO:	VISTO:				
INICIAL	FINAL	Geólogo Davi Meleu CREA 41.244/D	Limite do Furo: 17,45 m				
13/03/2012	13/03/2012						
Cota	Nº da Amostra	Profundidade da camada (m)	PENETRAÇÕES				
Nivel			Golpes/30cm 1ª e 2ª penetrações 2ª e 3ª penetrações				
D'Água			GRÁFICO				
			Nº DE GOLPES				
			1º/2º 2º/3º 10 20 30 40				
3,90m	1	(1)	2 3		0,20 m Piso cimentado.		
	2	(2)	6 6		Argila siltosa, marrom avermelhada, com pedras, pedregulhos e entulhos - ATERRO.		
	3	(3)	6 5		1,10 m	Argila siltosa, vermelha, com passagens de pedregulhos.	
	4	(4)	7 8		3,90 m	Mole a média.	
	5	(5)	8 8			Argila arenosa, pouco siltosa, marrom amarelada, com pedregulhos.	
	6	(6)	12 23				Média a dura.
	7	(7)	16 21			7,60 m	
	8	(8)	5 8				
	9	(9)	11 14				Silte arenoso (média), amarelo variegado.
	10	(10)	21 23				
	11	(11)	8 9				
	12	(12)	11 12				
	13	(13)	7 9				
	14	(14)	19 22				
	15	(15)	23 23				
	16	(16)	24 27				
	17	(17)	14 25			17,45 m	17,45 m - Limite da sondagem.

OBS.:
1 - O limite de sondagem foi de 17,45 m.
2 - O furo foi revestido até 7,00 m.
3 - N.A = 3,90 m.



Processo: 28179/2017
Documento: 01436038/2017

GEOLOGIA GEOTE

Pg.: 070

OBRA: SUBESTAÇÃO BH CENTRO 2

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

Profundidade do Nivel D'água (m)		LOCAL SONDAGEM:							
INICIAL	FINAL	PONTO: 05							
4,00	4,20	SP - 05							
DATA DE EXECUÇÃO		RESPONSÁVEL TÉCNICO:	VISTO:						
INICIAL	FINAL	Geólogo Davi Meleu CREA 41.244/D	Limite do Furo: 5,80 m						
16/03/2012	16/03/2012								
Cota	Nº da Amostra	Profundidade da camada (m)	PENETRAÇÕES	Golpes/30cm	Coordenada N: - Coordenada E: - Progressiva: -				
Nivel			1º e 2º penetrações	2º e 3º penetrações					
D'Água	Nº DE GOLPES		GRÁFICO						
		1º/2º	2º/3º	10	20	30	40		
4,20 m	1	(1)	2	4				0,20 m	Piso cimentado.
	2	(2)	4	2				2,60 m	Argila siltosa, pouco arenosa, marrom. Mole a muito mole.
	3	(3)	5	6				3,90 m	Silte arenoso (média), vermelho variegado. Pouco compacto.
	4	(4)	15	8				5,80 m	Silte arenoso (média), pouco argiloso, amarelo variegado. Pouco compacto a compacto.
	5	(5)	21	22				5,80 m - Impenetrável, à lavagem por tempo.	Lavagem por tempo (5,80 a 5,80 m) 10 min. = 0,0 cm. 10 min. = 0,0 cm. 10 min. = 0,0 cm.
			Lavagem						

OBS.:
1 - O limite de sondagem foi de 5,80 m.
2 - O furo foi revestido até 3,00 m.
3 - N.A = 4,20 m.



OBRA: SUBESTAÇÃO BH CENTRO 2

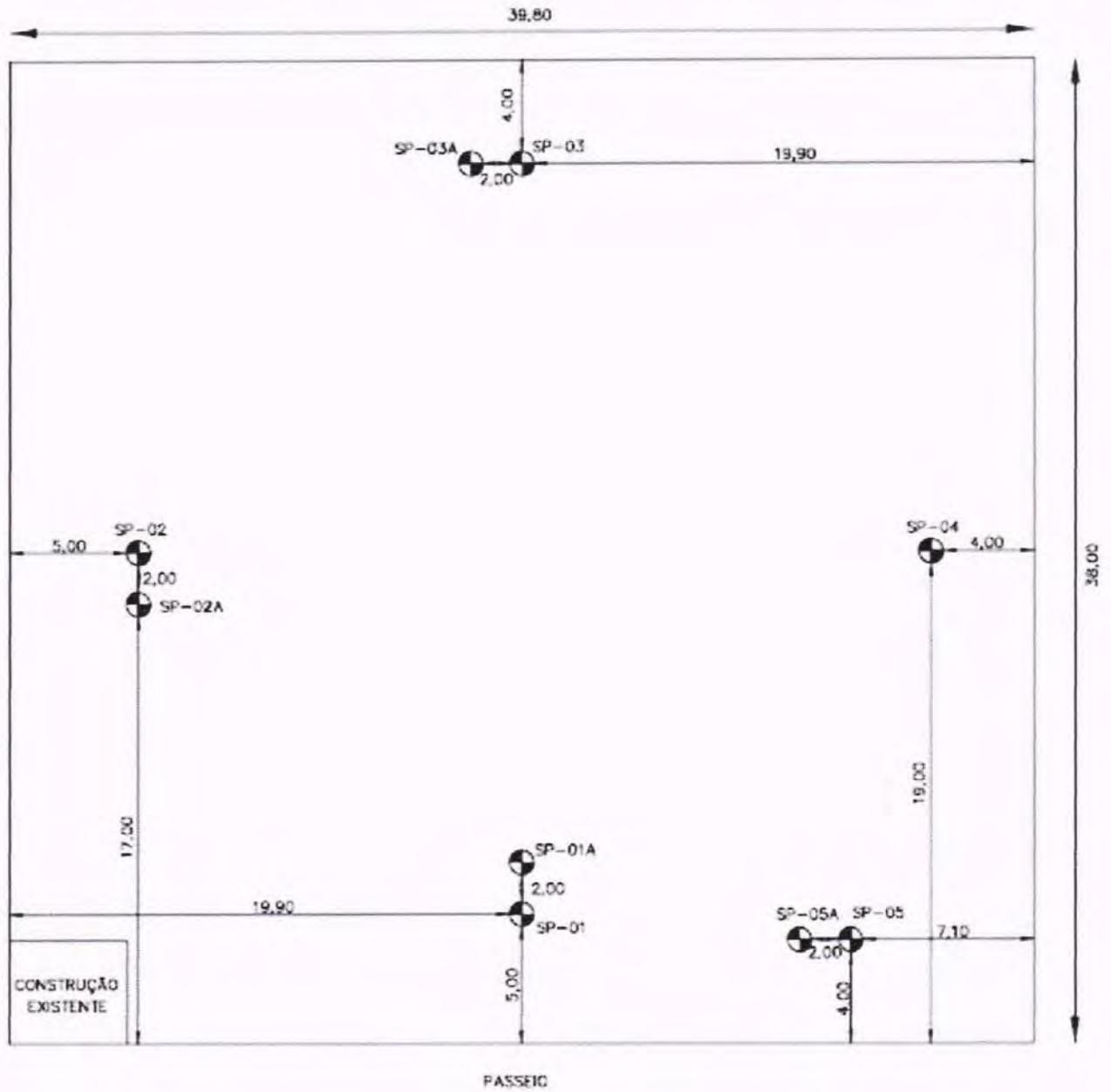
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

Profundidade do Nivel D'água (m)		LOCAL SONDAGEM:	
INICIAL	FINAL	PONTO: 5A SP - 05A	
4,01	4,30		
DATA DE EXECUÇÃO		RESPONSÁVEL TÉCNICO:	VISTO:
INICIAL	FINAL	Geólogo Davi Meleu CREA 41.244/D	Limite do Furo: 5,60 m
17/03/2012	17/03/2012		

Cota	Nº da Amostra	Profundidade da camada (m)	PENETRAÇÕES		GRÁFICO				CLASSIFICAÇÃO GEOLÓGICA DO MATERIAL	
			1º e 2º penetrações	2º e 3º penetrações	1º/2º	2º/3º	10	20		30
4,30 m	1	(1)	2	2					0,20 m	Piso cimentado.
	2	(2)	2	4						Argila siltosa, pouco arenosa, vermelha variegada, com passagens de pedregulhos.
	3	(3)	4	5					2,90 m	Mole a muito mole.
	4	(4)	12	15						Silte arenoso (média), pouco argiloso, amarelo variegado, com passagens de pedregulhos. Pouco compacto a compacto.
	5	(5)	24	31					5,60 m	5,60 m - Impenetrável, à lavagem por tempo.
		Lavagem								Lavagem por tempo (5,60 a 5,60 m) 10 min. = 0,0 cm. 10 min. = 0,0 cm. 10 min. = 0,0 cm.
										OBS.: 1 - O limite de sondagem foi de 5,60 m. 2 - O furo foi revestido até 2,00 m. 3 - N.A = 4,30 m.



SUBESTAÇÃO BH CENTRO 2 – BELO HORIZONTE – MG



CLIENTE: ABB

OBRA: SUBESTAÇÃO BH CENTRO 2

LOCAL: RUA ALAGOAS, Nº 32

FURO Nº: SM-01

Processo: 28178/2012
 Documento: 01430038/2012
 INÍCIO: 02/07/2012 03/07/2012

COTA: -



Pg.: 073

Cota em relação ao R.N.	Amostras	Profundidade das camadas	REVESTIMENTO: \varnothing 63.5mm AMOSTRADOR: \varnothing INTERNO: 34.9mm \varnothing EXTERNO: 50.8mm PESO: 65 Kg ALTURA DA QUEDA: 75cm	Porcentagem de R.Q.D.	De composição (D)	Coerência (C)	Faturamento (F)	Número de Golpes 30cm finais	GOLPES (30cm finas)				Nível da Água	
									10	20	30	40		
CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS									RECUPERAÇÃO (%)				Prof. Revestiment	
									20	40	60	80		
0			ATERRO - Areia com argila, silte e brita - Muito compacta.					40						
		2,00m	Argila siltoosa pouco arenosa, vermelha, com fragmentos milimétricos a centimétricos de quartzo - Muito mole.					2/33						
		4,00m	Argila siltoosa, marrom rosada, com fragmentos milimétricos de laterita - Dura.					4/40						
5		5,10m	Matacão - Gnaisse fino cinza.					26						
		6,10m	Matacão - Canga laterítica e fragmentos de hematita.					24						
		7,00m	Argila arenosa (fina a média), amarela - Rija.					8						
								24						
								30						
								36						
								12						
								18						
								12						
								45						
								12						
								35						
10								11						
								30						
								12						
								25						
								13						
								45						
		13,00m	Areia fina a média siltoosa pouco argilosa, marrom amarelada - Medianamente compacta.					12						
		14,00m	14,00m - SONDAGEM PARALISADA POR ORDEM DO CONTRATANTE.					40						
			CONSIDERAR NÍVEL DE ÁGUA INICIAL IGUAL AO NÍVEL DE ÁGUA FINAL. NÃO FOI POSSÍVEL MEDIR O NÍVEL DE ÁGUA APÓS 24 HORAS.											

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA

INICIAL: 2,75m (02/07/2012)

FINAL: 2,75m (03/07/2012)

— SPT 30 cm INICIAIS

— SPT 30 cm FINAIS

AVANÇO A TRADÔ: -

AVANÇO POR LAVAGEM: -

PROF. DO REVESTIMENTO: 4,95m

Executora:

Cliente:

REFERÊNCIA:
DMGEO-SECENTRO

DATA:
04/07/2012

ESCALA: 1:100

PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

DECOMPOSIÇÃO (D)	COERÊNCIA (C)	FATURAMENTO (F)
D1-Rocha sã	C1-Ásilo coerente	F1-Ásilo
D2-Pouco decomposta	C2-Coerente	F2-Pouco faturado
D3-Med. decomposta	C3-Pouco coerente	F3-Med. faturado
D4-Muito decomposta	C4-Fravel	F4-Muito faturado

DESENHO Nº:
01

FOLHA Nº
1/2

RESP.TÉC.:
GEÓL. DAVI MELEU



GEOLÓGIA GEOTÉCNICA E ENGENHARIA



CLIENTE: ABB

OBRA: SUBESTAÇÃO BH CENTRO 2

LOCAL: RUA ALAGOAS, Nº 32

FURTO Nº: SM-01

Processo: 28179/2012
 Documento: 01436038/2012
 INÍCIO: 02/07/2012 13/07/2012

COTA: -



Pg.: 074

Cota em relação ao R.N.	Amostras	Profundidade das camadas	REVESTIMENTO: \varnothing 63.5mm	Porcentagem de R.Q.D.	De composição (D)	Coerência (C)	Fraturamento (F)	Número de Golpes 30cm finais	GOLPES BR (30cm finais)				Nível da Água
			AMOSTRADOR: \varnothing INTERNO: 34.9mm \varnothing EXTERNO: 50.8mm						RECUPERAÇÃO (%)				Prof. Revestiment
CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS			20 40 60 80		20 40 60 80								
20			PARAMETROS GEOTÉCNICOS DECOMPOSIÇÃO E COERENCIA 5,10 - 6,10 - D2/C2 6,10 - 7,00 - D3/C3 FRATURAMENTO 5,10 - 6,10 - F5 6,10 - 7,00 - F5 RQD 5,10 - 6,10 - 0mm - 0% 6,10 - 7,00 - 0mm - 0%										
25													
30													
35													

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA: — SPT 30 cm INICIAIS AVANÇO A TRADÔ: -
 INICIAL: 2,75m (02/07/2012) — SPT 30 cm FINAIS AVANÇO POR LAVAGEM: -
 FINAL: 2,75m (03/07/2012) PROF. DO REVESTIMENTO: 4,95m

Executora:	Cliente:	REFERÊNCIA:	PARÂMETROS GEOTÉCNICOS			DESENHO Nº:
		DMGEO-SECENTRO	DECOMPOSIÇÃO (D)	COERÊNCIA (C)	FRATURAMENTO (F)	01
 GEOLOGIA GEOTECNIA E ENGENHARIA		DATA:	D1-Estado de	C1-Ásido coerente	F 1-Ásido	FOLHA Nº
		04/07/2012	D2-Pouco decomposto	C2-Coerente	F 2-Pouco fraturado	2/2
		ESCALA: 1:100	D3-Muito decomposto	C3-Pouco coerente	F 3-Muito fraturado	RESP.TÉC.:
			D4-Ásido decomposto	C4-Fravel	F 4-Ásido fraturado	GEÓL. DAVI MELEU

CLIENTE: ABB

OBRA: SUBESTAÇÃO BH CENTRO 2

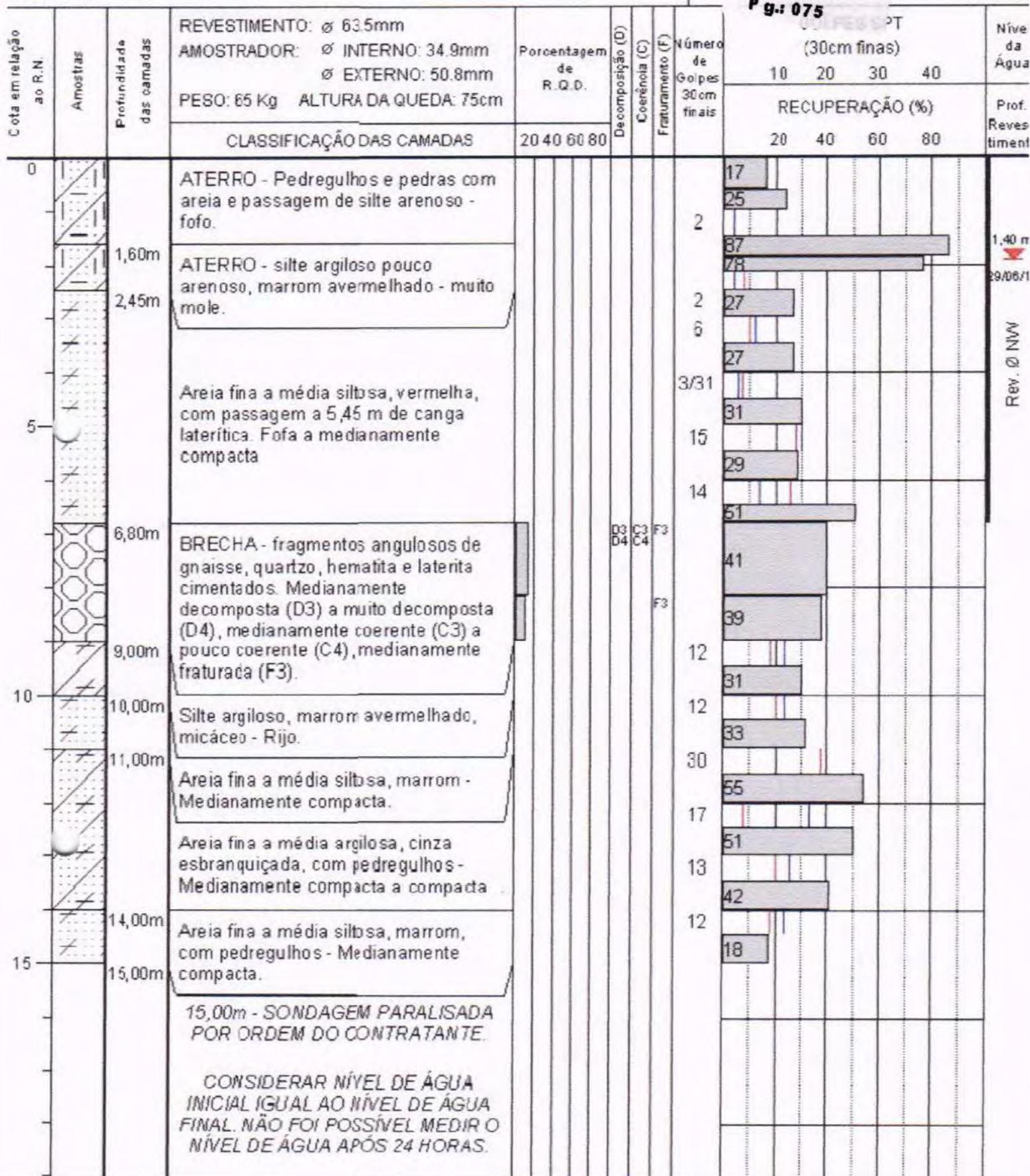
LOCAL: RUA ALAGOAS, Nº 32

FURO Nº: SM-02

Processo 28178/2012 MININO: 29/06/2012
 Documento: 01436038/2012

COT. N = -
 E = -

P g: 075



PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA

INICIAL: 1,40m (27/06/2012)

FINAL: 1,40m (29/06/2012)

— SPT 30 cm INICIAIS
 — SPT 30 cm FINAIS

AVANÇO A TRADÔ: -
 AVANÇO POR LAVAGEM: -
 PROF. DO REVESTIMENTO: 6,80m

Executora:

Cliente:

REFERÊNCIA:
 DMGEO-SECENTRO

DATA:
 04/07/2012

ESCALA: 1:100

PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

DECOMPOSIÇÃO (D)	COERÊNCIA (C)	FRATURAMENTO (F)
D1-Baixa	C1-Alta coerente	F1-Alta
D2-Pouco decomposta	C2-Coerente	F2-Pouco fraturado
D3-Med. decomposta	C3-Pouco coerente	F3-Med. fraturado
D4-Muito decomposta	C4-Fraca	F4-Alto fraturado

DESENHO Nº:
 02

FOLHA Nº
 1/2

RESP.TEC.:
 GEÓL. DAVI MELEU



GEOLÓGIA GEOTÉCNICA E ENGENHARIA



CLIENTE: ABB

OBRA: SUBESTAÇÃO BH CENTRO 2

LOCAL: RUA ALAGOAS, Nº 32

FIRO Nº: SM-02

NÍCIO: 27/06/2012
 Processo: 28179/2017
 Documento: 01436038/2017 29/06/2012

COTA: -



Pg.: 076

Cota em relação ao R.N.	Amostras	Profundidade das camadas	REVESTIMENTO: \varnothing 63.5mm	Porcentagem de R.Q.D.	Decomposição (D)	Coerência (C)	Fraturamento (F)	Número de Golpes 30cm finais	GOLPES SPT (30cm finas)				Nível da Água
			AMOSTRADOR: \varnothing INTERNO: 34.9mm \varnothing EXTERNO: 50.8mm						10	20	30	40	
CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS			20	40	60	80	RECUPERAÇÃO (%)				Prof. Reves timent		
			20	40	60	80	20	40	60	80			
20			PARAMETROS GEOTÉCNICOS DECOMPOSIÇÃO E COERÊNCIA 6,80 - 9,00 - D3 - D4/C3 - C4 FRATURAMENTO 6,80 - 8,15 - F3. 8,15 - 9,00 - F3. RQD 6,80 - 8,15 - 220mm - 16%. 8,15 - 9,00 - 110mm - 13%.										
25													
30													
35													

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA

INICIAL: 1,40m (27/06/2012)

FINAL: 1,40m (29/06/2012)

— SPT 30 cm INICIAIS
 — SPT 30 cm FINAIS

AVANÇO A TRADÔ: -
 AVANÇO POR LAVAGEM: -
 PROF. DO REVESTIMENTO: 6,80m

Executora:

Cliente:

REFERÊNCIA:
DMGEO-SECENTRO

DATA:
04/07/2012

ESCALA: 1:100

PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

DECOMPOSIÇÃO (D)	COERÊNCIA (C)	FRATURAMENTO (F)
D1 - Rocha sã	C1 - Muito coerente	F1 - Aberto
D2 - Rocha decomposta	C2 - Coerente	F2 - Pouco fraturado
D3 - Mat. decomposta	C3 - Pouco coerente	F3 - Mat. fraturado
D4 - Mat. decomposta	C4 - Não	F4 - Mat. fraturado

DESENHO Nº:
02

FOLHA Nº
2/2

RESP.TÉC.:
GEÓL. DAVI MELEU



GEOLÓGIA GEOTÉCNICA E ENGENHARIA



CLIENTE: ABB

OBRA: SUBESTAÇÃO BH CENTRO 2

LOCAL: RUA ALAGOAS, Nº 32

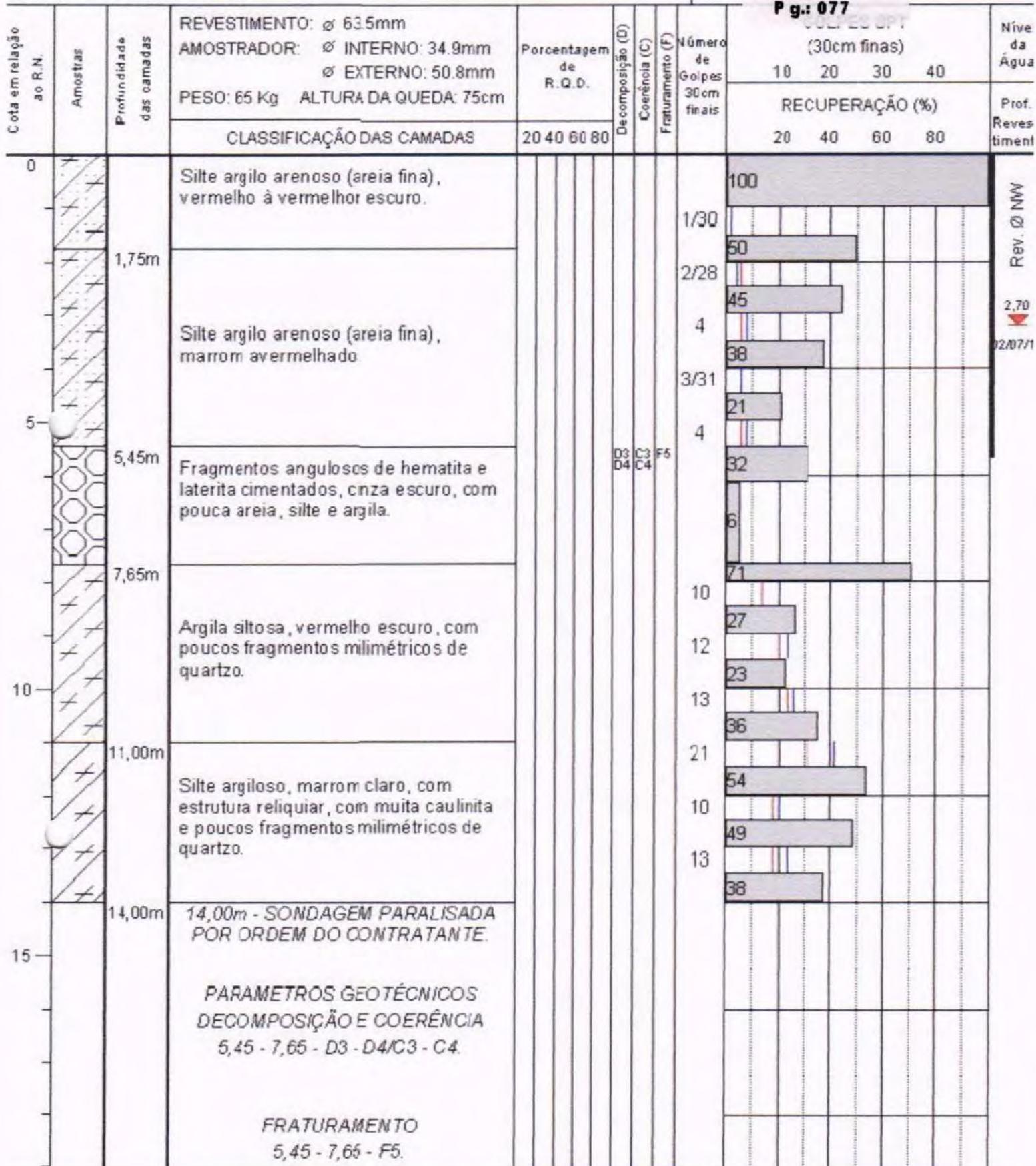
FURO Nº: SM-03

Processo: 28178/2017 Documento: 01426038/2017 INÍCIO: 02/07/2012

COTA



Pg.: 077



PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
 INICIAL: 2,70m (29/06/2012)
 FINAL: 2,70m (02/07/2012)

— SPT 30 cm INICIAIS
 — SPT 30 cm FINAIS

AVANÇO A TRADÔ: -
 AVANÇO POR LAVAGEM: -
 PROF. DO REVESTIMENTO: 5,67m

Executora: **DM**
 GEOLOGIA GEOTECNIA E ENGENHARIA

Cliente: **ABB**

REFERÊNCIA: DMGEO-SECENTRO
 DATA: 03/07/2012
 ESCALA: 1:100

PARÂMETROS GEOTÉCNICOS		
DECOMPOSIÇÃO (D)	COERÊNCIA (C)	FRATURAMENTO (F)
D1-Ardo az	C1-Ardo coerente	F1-Ardo
D2-Pouco decomposto	C2-Coerente	F2-Pouco fraturado
D3-Med. decomposto	C3-Pouco coerente	F3-Med. fraturado
D4-Ardo decomposto	C4-Lúvil	F4-Muito fraturado

DESENHO Nº: 03
 FOLHA Nº: 1/2
 RESP.TÉC.: GEÓL. DAVI MELELI

CLIENTE: ABB

OBRA: SUBESTAÇÃO BH CENTRO 2

LOCAL: RUA ALAGOAS, Nº 32

FURO Nº: SM-03

INÍCIO: 29/06/2012 TÉRMINO: 02/07/2012

COTA: -

Processo: 28179/2017
Documento: 01430038/2017



Pg: 078

Cota em relação ao R.N.	Amostras	Profundidade das camadas	REVESTIMENTO: \varnothing 63.5mm AMOSTRADOR: \varnothing INTERNO: 34.9mm \varnothing EXTERNO: 50.8mm PESO: 65 Kg ALTURA DA QUEDA: 75cm	Porcentagem de R.Q.D.				Decomposição (D)	Coerência (C)	Fraturamento (F)	Número de Golpes 30cm finais	RECUPERAÇÃO (%)				Nível da Água	Prof. Revestimento
				20	40	60	80					10	20	30	40		
20			RQD 5,45 - 36,50 - 0mm - 0%														
25																	
30																	
35																	

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA

INICIAL: 2,70m (29/06/2012)

FINAL: 2,70m (02/07/2012)

— SPT 30 cm INICIAIS

— SPT 30 cm FINAIS

AVANÇO A TRADÔ: -

AVANÇO POR LAVAGEM: -

PROF. DO REVESTIMENTO: 5,67m

Executora:

Cliente:

REFERÊNCIA:
DMGEO-SECENTRO

DATA:
03/07/2012

ESCALA: 1:100

PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

DECOMPOSIÇÃO (D)	COERÊNCIA (C)	FRATURAMENTO (F)
D1-Água su	C1-Água coerente	F1-Água
D2-Pouco decomposta	C2-Coerente	F2-Pouco fraturado
D3-Med. decomposta	C3-Pouco coerente	F3-Med. fraturado
D4-Água decomposta	C4-Fratur	F4-Muito fraturado

DESENHO No:
03

FOLHA No
2/2

RESP.TÉC.:
GEÓL. DAVI MELEU



GEOLÓGIA GEOTÉCNICA E ENGENHARIA



CLIENTE: ABB

OBRA: SUBESTAÇÃO BH CENTRO 2

LOCAL: RUA ALAGOAS, Nº 32

FURO Nº: SM-04

NÍCIO: 03/07/2012 TÉRMINO: 04/07/2012

COTA: - N = -

Processo: 28179/2017

Documento: 01436038/2017



Cota em relação ao R.N.	Amostras	Profundidade das camadas	REVESTIMENTO: \varnothing 63.5mm AMOSTRADOR: \varnothing INTERNO: 34.9mm \varnothing EXTERNO: 50.8mm PESO: 65 Kg ALTURA DA QUEDA: 75cm	Porcentagem de R.Q.D.	Decomposição (D)	Coerência (C)	Fraturamento (F)	Número de Golpes 30cm finais	RECUPERAÇÃO (%)				Nível da Água
									20	40	60	80	
0		0,23m	ATERRO - Não Recuperado.					35					
		2,00m	Argila areno(areia fina) siltosa, vermelho escuro, com poucos fragmentos milimétricos de quartzo.					3/37					
		3,00m	Silte argiloso, vermelho escuro, pouco arenoso (areia fina) e poucos fragmentos milimétricos de quartzo.					3/33					
		4,45m	Argila arenosa (areia fina à média), cor vermelho variegado, com poucor fragmentos milimétricos de quartzo.					60					
5		5,45m	Gnaiss, cinza, granulometria fina, com veio de quartzo de espessura milimétrica, com fraturas inclinadas oxidadas.					3					
		6,10m	BRECHA - gnaiss com fraturas preenchidas por fragmentos centimétricos à pedras de mão (>6cm) de canga ferrífera e quartzo, cor cinza e vermelho.					3/29					
		7,30m	Silte argiloso, cor marrom, com argila caulinitica e branca.					42					
		7,85m	Silte argiloso, cor marrom avermelhado, com muita argila caulinitica branca, com pouca areia fina, e poucos fragmentos milimétricos de quartzo.					42					
		9,45m	Silte arenoso (areia fina), cor marrom claro, com argila caulinitica branca, fragmentos milimétricos de rocha achicular, micáceo, estruturação reliquiar.					12					
		11,00m	Não Recuperado.					100					
		11,45m	Areia fina à média, cor marrom, material lavado.					33					
		12,00m	Não Recuperado.					44					
		12,45m	Não Recuperado.					21					
		13,00m	Não Recuperado.					42					
		14,00m	Não Recuperado.					20					
		14,45m	Não Recuperado.					82					
								17					
								45					
								6					
								38					
								15					
								38					
								16					
								38					
								13					

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA

INICIAL: 3,05m (03/07/2012)

FINAL: 3,05m (04/07/2012)

— SPT 30 cm INICIAIS

— SPT 30 cm FINAIS

AVANÇO A TRADÔ: -

AVANÇO POR LAVAGEM: -

PROF. DO REVESTIMENTO: 5,64m

Executora:

Cliente:

REFERÊNCIA:
DMGEO-SECENTRO

DATA:
04/07/2012

ESCALA: 1:100

PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

DECOMPOSIÇÃO (D)	COERÊNCIA (C)	FRATURAMENTO (F)
D1-Baixa	C1-Alta coerência	F1-Alta
D2-Pouco decomposta	C2-Média	F2-Pouco fraturado
D3-Alta decomposta	C3-Pouca coerência	F3-Alta fraturado
D4-Muito decomposta	C4-Baixa	F4-Muito fraturado

DESENHO No:
04

FOLHA No
1/2

RESP.TÉC.:
GEÓL. DAVI MELEU



GEOLÓGIA GEOTÉCNICA E ENGENHARIA



CLIENTE: ABB

OBRA: SUBESTAÇÃO BH CENTRO 2

LOCAL: RUA ALAGOAS, Nº 32

FURO Nº: SM-04

NÍCIO: 03/07/2012 TÉRMINO: 04/07/2012

COTA: -

N = -

Processo: 28179/2017
Documento: 01436038/2017



Cota em relação ao R.N.	Amostras	Profundidade das camadas	REVESTIMENTO: \varnothing 63.5mm	Porcentagem de R.Q.D.	Decomposição (D)	Coerência (C)	Fraturamento (F)	Número de Golpes 30cm finais	RECUPERAÇÃO (%)				Nível da Água	Prof. Revestiment	
			AMOSTRADOR: \varnothing INTERNO: 34.9mm \varnothing EXTERNO: 50.8mm						20	40	60	80			
CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS			20 40 60 80												
20			Areia fina à grossa, cor marrom escuro à avermelhado, pouco siltoso.												
			areia fina à grossa, cor marrom claro e cinza, com silte e fragmentos milimétricos de quartzo.												
			Não Recuperado.												
			14,00m - SONDAGEM PARALISADA POR ORDEM DO CONTRATANTE.												
25			CONSIDERAR NÍVEL DE ÁGUA INICIAL IGUAL AO NÍVEL DE ÁGUA FINAL. NÃO FOI POSSÍVEL MEDIR O NÍVEL DE ÁGUA APÓS 24 HORAS.												
			PARAMETROS GEOTÉCNICOS DECOMPOSIÇÃO E COERÊNCIA												
			5,45 - 5,90 - D2/C2												
			5,90 - 7,30 - D2 - D3/C2 - C3												
			FRATURAMENTO												
			5,45 - 5,90 - F4												
			5,90 - 7,30 - F5												
30			RQD												
			5,45 - 5,90 - 87% - MUITO BOM.												
			5,90 - 7,30 - 0% - MUITO POBRE.												
35															

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA

INICIAL: 3,05m (03/07/2012)

FINAL: 3,05m (04/07/2012)

— SPT 30 cm INICIAIS

— SPT 30 cm FINAIS

AVANÇO A TRADO: -
AVANÇO POR LAVAGEM: -
PROF. DO REVESTIMENTO: 5,64m

Executora:

Cliente:

REFERÊNCIA:
DMGEO-SECENTRO

DATA:
04/07/2012

ESCALA: 1:100

PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

DECOMPOSIÇÃO (D)	COERÊNCIA (C)	FRATURAMENTO (F)
D1-Pouco decomposta	C1-Muito coerente	F1-Aberto
D2-Med. decomposta	C2-Coerente	F2-Pouco fraturado
D3-Med. decomposta	C3-Pouco coerente	F3-Med. fraturado
D4-Muito decomposta	C4-Ínfima	F4-Muito fraturado

DESENHO Nº:
04

FOLHA Nº
2/2

RESP.TÉC.:
GEÓL. DAVI MELEU

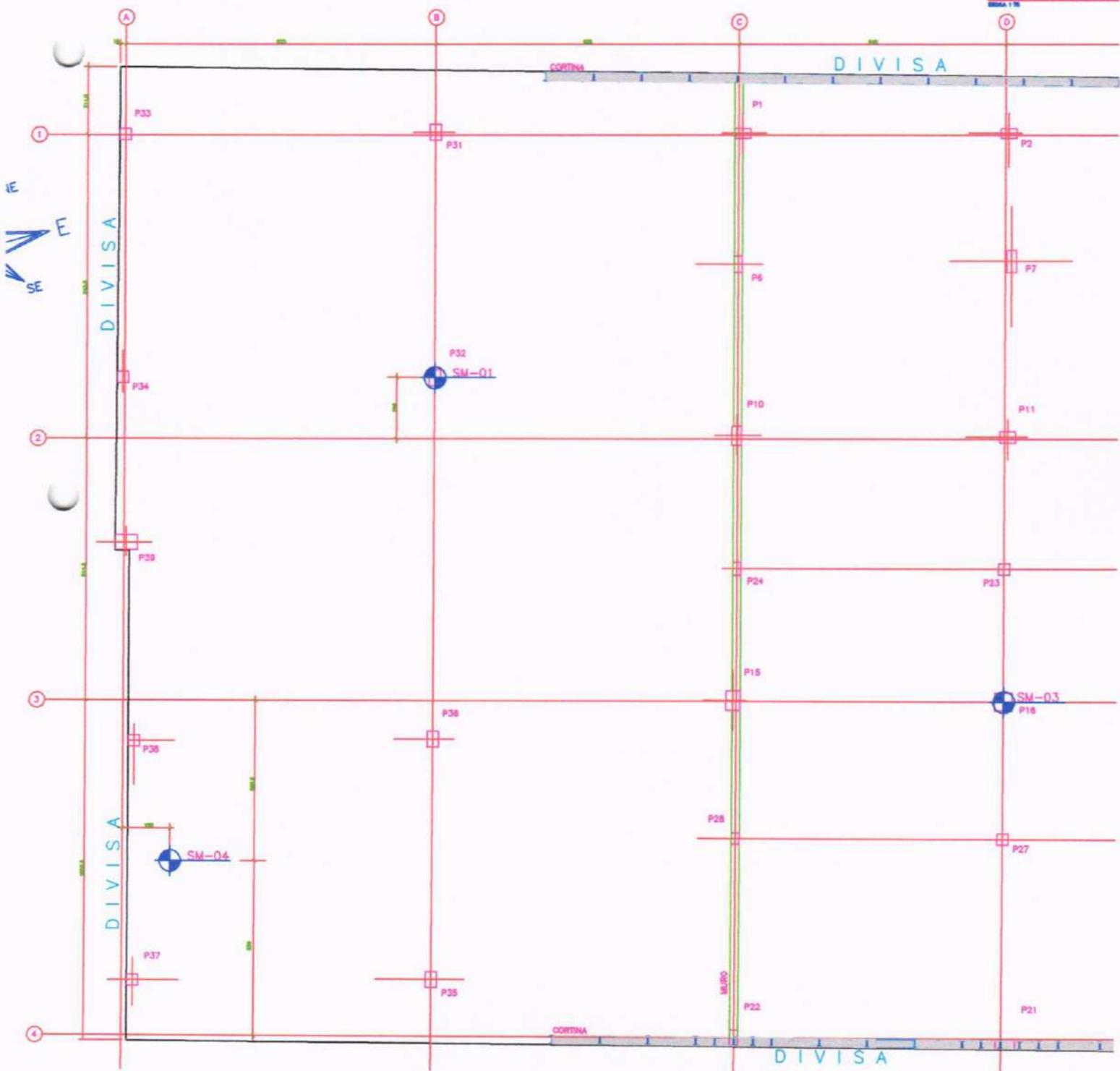


GEOLÓGIA GEOTÉCNICA E ENGENHARIA



SONDAGEM ROTATIVA

LOCALIZAÇÃO DE PONTOS



ANEXO 3

BOLETIM DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA

Revisão de Relatório de Ensaios LIMNOS N° 4434/15A

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente


P g.: 083

Cliente	Implantação da Subestação BH Centro 2	Telefone	(31)3
Endereço	R. Alagoas, 50 - Funcionários, Belo Horizonte-MG	Contato(s)	Luís C
Amostra(s)	Água	Recepção	24/04/15 07:00

Laboratório de ensaios acreditado pela norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005

O escopo da acreditação pode ser visto em:

<http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/docs/CRL0462.pdf>


Amostra	Ponto 1				Código	4434/15-01	Coleta em	23/04/15 09:41
Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Coliformes Termotolerantes (Fecais) (ac)	<1	UFC/100mL	--	1	SM-9222 D		24/04/15	
Demanda Bioquímica de Oxigênio (ac)	<2,0	mg/L	(R)	2,0	SM-5210 B		24/04/15	
Demanda Química de Oxigênio (ac)	<10,0	mg/L	--	10	SM 5220 D		12/05/15	
Escherichia Coli (ac)	<1	UFC/100mL	--	1	SM-9222 D		24/04/15	
Fósforo Total (ac)	0,052	mg/L P	--	0,010	SM-4500-P B,E		07/05/15	
pH in natura à 25°C (campo) (ac)	6,91	--	5 a 9	0,01	SM-4500 H+		23/04/15	
Sólidos Dissolvidos Totais (ac)	186	mg/L	--	3	SM-2540 C		08/05/15	
Sólidos Totais (ac)	186	mg/L	--	3	SM-2540 B		08/05/15	

Revisão de Relatório de Ensaio LIMNOS Nº 4434/15A

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente

Cliente	Implantação da Subestação BH Centro 2	Telefone	(31)3555-1111
Endereço	R. Alagoas, 50 - Funcionários, Belo Horizonte-MG	Contato(s)	Luís Claudio Reis de Almeida
Amostra(s)	Água	Recepção	24/04/15 07:00

Medições de Campo

Código da amostra LIMNOS =>		4434/15-01
Código da amostra Cliente =>		Ponto 1
Data e hora da coleta =>		23/04/15 09:41
Medição de Campo	Método	Resultado
An. de Coloração	--	2
An. de Cor Observada	--	1
Odor (campo), Intensidade	Organoléptico	1
Espumas	--	1

Legenda de Campo

Caract. Organolépticas-Espumas: (1)Ausente (2)Pouca (3)Abundante.

Caract. Organolépticas-Coloração: (1)Incolor (2)Mediana (3)Acentuada.

Caract. Organolépticas-Cor observada: (1)Amarela (2)Verde (3)Vermelha (4)Marrom (5)Preta.

Caract. Organolépticas-Odor: (1)Ausente (2)Discreto (3)Forte (4)Esgoto (5)Química (6)Erva.

Chuvas nas últimas 24h: Fracas

Condição do tempo: Bom

Amostragem: Simples

Revisão de Relatório de Ensaios LIMNOS Nº 4434/15A

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente



01

Cliente	Implantação da Subestação BH Centro 2	Telefone	(...)
Endereço	R. Alagoas, 50 - Funcionários, Belo Horizonte-MG	Contato(s)	Luís Claudio ... ia
Amostra(s)	Água	Recepção	24/04/15 07:00

Legenda

(L1): Resolução CONAMA Nº 430 (13/05/11) - Limites estabelecidos para lançamento de efluentes

(ac): Ensaio no escopo da acreditação deste laboratório pela norma NBR ISO/IEC 17025:2005, pelo Cgcre sob número CRL 0462, validade 03/12/16. Os resultados dos ensaios não acreditados sairão em tabelas separadas.

UFC: Unidade Formadora de Colônia.

<X: Em ensaios microbiológicos indicam compatibilidade com ausência de crescimento microbiano na amostra analisada.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th. Edition, 2005.

(R): máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor. Para sistemas industriais considerar remoção mínima de 60% de DBO.

Q: Limite de Quantificação.

Observações

Os métodos neste(s) ensaio(s) apresentam-se conformes em relação ao método referenciado. Caso algum ensaio tenha apresentado desvios, adições ou exclusões, estes estarão listados nas observações.

Abrangência

Análises validadas por manutenção dos padrões dentro dos desvios de leitura aceitável. Os resultados têm significado restrito e aplicam-se somente às amostras analisadas.

Reprodução do Relatório

Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. Reprodução de partes requer aprovação. A Limnos Sanear se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.

Incertezas

A estimativa da incerteza de medição é conhecida e encaminhada se solicitado.

Informações de Coleta

Amostragem realizada pela Limnos Sanear.

O Plano de amostragem é responsabilidade do interessado.

A Limnos Sanear garante que todas as amostras foram coletadas, preservadas e acondicionadas de acordo com procedimentos internos baseados no método 1060 do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA,2005).

A Limnos Sanear não mantém amostra sob custódia após a liberação dos resultados.

Belo Horizonte, 22 de maio de 2015


Anete Moreira
Gerente Técnica
CRQ-02406728
Responsável Técnico

Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos



ANEXO 4

PROJETO DE DRENAGEM DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

ANEXO 5

**PLANTA DE SITUAÇÃO ABRANGENDO AS CONSTRUÇÕES
VIZINHAS**



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
Instituto Mineiro de Gestão das Águas
Núcleo de Autos de Infração - IGAM

Ofício IGAM/NAI nº. 122/2021

Belo Horizonte, 22 de junho de 2021.

Ao representante legal da
CEMIG DISTRIBUIÇÃO S/A
Avenida Barbacena, nº 1200, 17º andar, Ala A2, Santo Agostinho
CEP: 30190-131 – Belo Horizonte/MG

Assunto: **Solicitação de Informações Complementares**

Referência: [Caso responda este Ofício, indicar expressamente o Processo nº 2240.01.0003664/2021-29].

Prezado(a) Senhor(a),

Cumprimentando-o, venho por meio deste devido a análise de processo de outorga nº 28179/2017 relacionado à outorga de rebaixamento de nível de água subterrânea, localizada na Subestação Centro 2, município de Belo Horizonte/MG.

No que diz respeito à análise jurídica do processo de outorga nº 030286/2015, foi verificado nos termos do Decreto Estadual nº 47709/2019 e o empreendedor não apresentou todos os documentos listado no artigo 21, §1º, inciso V, do Decreto retro mencionado, qual seja:

- Cópia do contrato ou estatuto social que designa a administração do usuário de recursos hídricos, quando se tratar de pessoa jurídica;

Para que se conclua a análise do processo de outorga nº 030286/2015, solicitamos a apresentação do documentos acima especificado, conforme, artigo 24, do Decreto Estadual nº 47705/2019, quando o Igam solicitar esclarecimentos adicionais, documentos ou informações complementares, inclusive estudos específicos, o usuário deverá atender à solicitação no prazo de sessenta dias, contados do recebimento da respectiva notificação, admitida prorrogação justificada por igual período, por uma única vez

Sendo o assunto para o momento, colocamo-nos à disposição no caso de eventuais dúvidas sobre o assunto.

Atenciosamente,



Documento assinado eletronicamente por **Thayna Silva Campos, Analista**, em 22/06/2021, às 17:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site
http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?



[acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0](#), informando o código verificador **31215253** e o código CRC **CF2CD79E**.

Referência: Processo nº 2240.01.0003664/2021-29

SEI nº 31215253

Rodovia João Paulo II, 4143 - Bairro Serra Verde - Belo Horizonte - CEP 31630-900



INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ANÁLISE IGAM/NAI Nº 12/2021

PROCESSO Nº 2240.01.0003664/2021-29

RELATÓRIO

Trata-se de análise de processo de outorga nº 28179/2017 relacionado à outorga de rebaixamento de nível de água subterrânea, localizada na Subestação Centro 2, município de Belo Horizonte/MG.

Importante ressaltar que esta análise é feita conforme os preceitos estabelecidos na Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, consubstanciados, respectivamente, nas leis 9.433/97 e 13.199/99 e procedimentos constantes na Portaria IGAM nº 48/2019, Deliberação Normativa CERH nº 07/2002 e Decreto Estadual nº 47.705/2019.

DOS DOCUMENTOS APRESENTADOS

O processo administrativo foi formalizado em 2017 mediante recibo de entrega (31006729) de documentos (31006729). O processo foi instruído com os documentos:

- o formulário de orientação básica (31006108);
- requerimento em modelo padrão (31006969);
- impresso do comprovante de inscrição e de situação cadastral junto ao Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica – CNPJ – do usuário de recursos hídricos, quando se tratar de pessoa jurídica (31009235);
- Registro de expropriação do imóvel em favor do empreendedor (31009520);
- formulário técnico padrão referente à intervenção em recursos hídricos, devidamente preenchido (31007477);
- relatório técnico referente à intervenção em recursos hídricos, elaborado por profissional legalmente habilitado (31008582);
- Anotação de Responsabilidade Técnica – ART – de profissional legalmente habilitado, expedida pelo conselho profissional competente (31010022);
- comprovante de pagamento das taxas correspondentes (31007094).
- cópia de procuração, conferindo poderes ao representante convencional ou legal do usuário de recursos hídricos para representá-lo junto ao Igam (31009671);
- cópia de documento de identificação pessoal do representante legal ou convencional (31009364);
- estatuto social que designa a administração do usuário de recursos hídricos
- cópia do CPF do representante legal ou convencional (31009364).

DO MÉRITO

No que diz respeito à análise jurídica do processo de outorga nº 030286/2015, foi verificado que nos termos do artigo 21, §1º e §2º, do Decreto Estadual nº 47709/2019 o empreendedor apresentou todos os documentos listados no artigo mencionado.

Nesse sentido, as intervenções em recursos hídricos são classificadas de acordo com as determinações da Deliberação Normativa CERH nº 07/2002 e da Portaria IGAM nº 48/2019. Cumpre destacar que nos termos da Deliberação Normativa CERH/MG nº 07/2002, trata-se de um empreendimento de grande porte (artigo 2º, I, a).

Desse modo, conforme artigo 2º da Deliberação Normativa CERH nº 31/2009, do Decreto Estadual nº 47705/2019, em seu artigo 3º, §1º, bem como Portaria Igam nº 48/2019, artigo 32, os processos de outorga de direito de uso dos recursos hídricos para empreendimentos de grande porte e com potencial poluidor serão encaminhados para análise e aprovação do Comitê de Bacia Hidrográfica – CBH.

Importante esclarecer que a equipe jurídica que analisou o presente pedido de outorga não possui qualquer responsabilidade sobre os estudos e documentos apresentados, nem tampouco sobre os sistemas de controle ambiental. Toda a análise foi realizada com base na presunção da boa-fé do particular perante o Poder Público, previsto expressamente no art. 3º do Decreto 48.036/2020.

Ressalta-se, ainda, que a eventual outorga dos recursos hídricos não dispensa nem substitui a obtenção pelo empreendedor de outras certidões, alvarás ou outras licenças legalmente exigíveis pela legislação federal, estadual ou municipal, nos termos do Decreto nº 47.383/2018.

CONCLUSÃO

Diante de todo o exposto, considerando a regularidade jurídica dos documentos apresentados, no que se refere à análise jurídica documental, não há óbice jurídico na concessão da outorga, motivo pelo qual me manifesto favorável a concessão da presente outorga.



Documento assinado eletronicamente por **Thayna Silva Campos, Analista**, em 24/06/2021, às 10:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **31301104** e o código CRC **36CD2F05**.



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas

PLEITO DE OUTORGA DE DIREITO DE USO DAS ÁGUAS

1) IDENTIFICAÇÃO

REQUERENTE	CEMIG DISTRIBUIÇÃO S.A
PROCESSO Nº	28179-2017
RESPONSÁVEL TÉCNICO	Sérgio de Lima Delgado
Nº DO REGISTRO PROFISSIONAL	23.264/D
ENQUADRAMENTO DN 07/02	Art. 2º - inciso I

2) USO DA OBRA

FINALIDADE	REBAIXAMENTO DE NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DE OBRAS CIV
CARACTERIZAÇÃO DA INTERVENÇÃO	REBAIXAMENTO DE NÍVEL DE ÁGUA SUB
MUNICÍPIO	BELO HORIZONTE/MG
TIPO DE INTERVENÇÃO	SUBTERRÂNEA
CURSO D'ÁGUA	NÃO SE APLICA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ESTADUAL	RIO DAS VELHAS
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO FEDERAL	RIO SÃO FRANCISCO

3) PARECER TÉCNICO

Trata-se de um empreendimento do setor de energia elétrica, Subestação BH Centro 2, SE BH CENTRO 2, da CEMIG Distribuição S/A, que pleiteia regularização da autorização para rebaixamento de nível de água subterrânea de obras civis por meio de um sistema de bombeamento articulado com sistema de drenagem constituído de paredes de concreto em contato com drenos com lançamento d'água na rede pública, localizada na Rua Alagoas, 50, na zona urbana do município de Belo Horizonte/MG.

Considerando-se o elencado opina-se pelo deferimento do requerimento na modalidade de autorização com vazão = 1,60 m³ /h e tempo de bombeamento de 24:00 (hh:mm/dia), vinte e quatro horas por dia ou 24,0 (hs/dia).

BELO HORIZONTE, 24 de JUNHO de 2021.



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Batista Gontijo, Coordenador Regional**, em 24/06/2021, às 11:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **31313533** e o código CRC **C7CAF9A6**.

Processo: 28179-2017		Protocolo: 0362257/2020	
Dados do Requerente/ Empreendedor			
Nome: CEMIG DISTRIBUIÇÃO S.A.		CNPJ/CPF: 06.981.180/0001-16	
Endereço: AV BARBACENA, 1200, 17 ANDAR ALA A2			
BAIRRO: SANTO AGOSTINHO		Município: BELO HORIZONTE/MG	
Dados do Empreendimento			
Nome: SUBESTAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA BH CENTRO 2, 138 KV		CNPJ/CPF: IDEM ACIMA	
Endereço: RUA ALAGOAS, 50			
Bairro: CENTRO		Município: IDEM ACIMA	
Dados do uso do recurso hídrico			
UPGRH: SF5: Rio das Velhas "CALHA DO ARRUDAS"(ANTIGO CURSO DOS CÓRREGOS ACABA MUNDO E ZOOLOGICO)			
Bacia Estadual: RIO DAS VELHAS		Bacia Federal: RIO SÃO FRANCISCO	
Latitude: 19° 55' 38.832" S		Longitude: 43° 56' 2.886" W	
Dados da obra de arte de engenharia referente ao Sistema de Drenagem			
Empresa : ABB ENGENHARIA / DM GEOLOGIA, GEOTECNIA E ENGENHARIA			
Ano da sondagem: 2012		Profundidades (m): até 14,00	Diâmetro (mm): 63,5
Tipo de Granular (Manto de Alteração a rocha alterada)		Litologia: GNÁSSES, GRANITOS E MIGMATITOS DO COMPLEXO BELO HORIZONTE	
Sist. de bombeamento articulado com sist. de drenagem			
Ano do Teste: Não se aplica		Executor do Teste: Não se aplica	
Duração (h): Não se aplica		NE (m):	ND (m):
			Vazão (m³/h): 1,60
Análise Físico-química da Água: SIM[] NÃO[X]		Análise Bacteriológica da Água: SIM[] NÃO[x]	
Porte conforme DN CERH nº 07/02		P [] M [] G [X]	
Finalidades			
<u>REBAIXAMENTO DE NÍVEL D`ÁGUA SUBTERRÂNEA</u>			

24- REBAIXAMENTO DE NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DE OBRAS CIVIS.

Uso do recurso hídrico implantado Sim [] Não[X] **Recalque [X]** **Gravidade []**

Responsável Técnico pelo Empreendimento	Sérgio de Lima Delgado CREA MG 23.264/D		
Duílio D. Versiani Passos Analista Ambiental da URGACM	1.002.294-5 MASP	RÚBRICA	/ / DATA
Rafael Batista Gontijo Coordenador da URGACM	1.369.266-0 MASP	RÚBRICA	/ / DATA

Dados da Captação/ Bombeamento												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	dez
Vazão (m³/h)	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Horas/Dia (hh:mm/dia)	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00
Dias/Mês	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Volume(m³)	1190,4	1075,2	1190,4	1152,0	1190,4	1152,0	1190,4	1190,4	1152,0	1190,4	1152,0	1190,4
Observações:												
Condicionantes:	Ver parecer											

Análise Técnica

As informações constatadas neste parecer foram extraídas do juntado ao Processo Administrativo de Outorga do Igam, sob-responsabilidade técnica do Geólogo Sérgio de Lima Delgado, CREA MG Nº 29.409/D.

Trata-se de um empreendimento do setor de energia elétrica, Subestação BH Centro 2, SE BH CENTRO 2, da CEMIG Distribuição S/A, que pleiteia regularização da autorização para rebaixamento de nível de água subterrânea de obras civis por meio de um sistema de bombeamento articulado com sistema de drenagem constituído de paredes de concreto em contato com drenos com lançamento d'água na rede pública, localizada na Rua Alagoas, 50, na zona urbana do município de Belo Horizonte/MG.

Segundo consulta ao GOOGLE MAPS em 21-08-2020, tem-se a seguinte referência:



O projeto de drenagem foi concebido e executado pela empresa contratada - "ABB Engenharia". O arranjo

Responsável Técnico pelo Empreendimento	Sérgio de Lima Delgado CREA MG 23.264/D		
Duílio D. Versiani Passos Analista Ambiental da URGACM	1.002.294-5 MASP	RÚBRICA	// DATA
Rafael Batista Gontijo Coordenador da URGACM	1.369.266-0 MASP	RÚBRICA	// DATA

consiste da captação das águas aflorantes no subsolo da subestação, SE BH CENTRO 2 junto às paredes do andar inferior através de um sistema composto por tubulação perfurada de PVC de 100 mm envolvida com manta geotêxtil, disposta abaixo da caixa de brita. A caixa de brita é coberta por uma camada de concreto de 40 cm de espessura. As águas aí confinadas sobem pela coluna de tubulação que deságua nas canaletas abertas que contornam todo o andar. Das canaletas as águas são conduzidas por gravidade para as caixas de passagem, CP01 e CP02, dotadas de tampas de concreto. As águas reservadas nestas caixas são conduzidas por gravidade em tubos de PVC 100 mm para o poço de drenagem com anéis de concreto impermeabilizado com 2,69 m de profundidade e 1,069 de boca. Este poço tem capacidade de acumulação de 0,98 m³ e no seu interior têm-se duas bombas submersas, uma destas de reserva, 2CV, com sistema de acionamento da bomba por relés de nível e tubulação em PVC de 100 mm que encaminham a água aí armazenada por recalque para a rede pública.

Salienta-se, conforme estudos apresentados que o poço possui capacidade de acumulação do volume de 0,98 m³ em função do desnível entre os relés de acionamento da bomba com ciclo de operação de 1' e 40" (ligada) por 34' e 54" (desligada) 00. O empreendimento solicita uma **VAZÃO DE 1,60 M³/H** com tempo de bombeamento = 1' 40", intercalado, com o tempo de recuperação = 34' 54" conforme desarme da bomba submersa de 2 CV durante todo o dia.

Para atendimento ao rebaixamento do lençol freático, o "empreendimento" solicita a autorização para captação de **1,6 m³/h da obra de arte de engenharia composta por um "Sistema de bombeamento articulado com sistema de drenagem, barreiras de concreto com tapete drenante"**, com tempo de bombeamento intermitente conforme arranjo proposto durante até 24:00 (hh:mm/dia), vinte e quatro horas por dia ou 24,0 (hs/dia), vinte e quatro horas por dia, , oscilando a vazão a vazão conforme sazonalidade anual totalizando aproximadamente até 24,0 m³/dia..

Toda água recalçada, "drenada", para a rede pública é encaminhada pelo sistema de rebaixamento já constituído por bombas elétricas submersas com potência de 2 CV com capacidade de 1,6 m³/h cada, sendo que uma . O sistema opera somente com uma bomba, sendo a outra de reserva.

Em relação à geologia da área, o poço insere-se nos domínios das rochas do Complexo Belo Horizonte: Gnaisses, Migmatitos E Granitoides Foliados Ou Nao. O aquífero relacionado trata-se como Fissurado.

"Em relação ao art. 4º da DN CERH nº 31/2009, não foram verificados impedimentos quantos aos requisitos:

I - as prioridades de uso estabelecidas nos Planos Diretores de Recursos Hídricos ou em Deliberação dos Comitês;

II - a classe de enquadramento do corpo de água;

Responsável Técnico pelo Empreendimento	Sérgio de Lima Delgado CREA MG 23.264/D		
Duílio D. Versiani Passos Analista Ambiental da URG-AM	1.002.294-5 MASP	RÚBRICA	/ / DATA
Rafael Batista Gontijo Coordenador da URG-AM	1.369.266-0 MASP	RÚBRICA	/ / DATA

III - a manutenção de condições adequadas ao transporte hidroviário, quando for o caso;

IV - a necessidade de preservação dos usos múltiplos, explicitada em deliberações dos respectivos comitês.”

Trata-se de uma obra de arte de engenharia composta por um “Sistema de bombeamento articulado com sistema de drenagem, barreiras de concreto com tapete drenante, caixa de brita conforme declaração e demais documentações juntadas ao processo de outorga formalizado neste Instituto em 27/12/2017. Quando na formalização deste processo foi juntada documentações técnicas de sondagens a trado contendo o perfil litológico do mesmo pelas empresas contratadas pela requerente.

Nos estudos apresentados considerou-se o rebaixamento máximo provocado pela escavação do subsolo da Subestação de Energia na ordem de 4 metros e que o NA do lençol encontra-se aflorante na base das paredes de concreto, admitindo-se um rebaixamento quase nulo numa distância ao redor de 100 metros e, que no decorrer de 3 anos após implantação da obra não houve nenhum problema de recalque nas construções vizinhas relacionado com o adensamento dos solos

Ressalta-se que em consulta ao Sistema de Georeferenciamento Espacial do Estado, SIAM em 21/08/2020, constatou-se outros dois pontos de captação d’água num raio menor que 200 metros do poço objeto de análise, porém, conforme estudos apresentados, considerou-se muito pequena a interferência no lençol freático provocada pela escavação do subsolo na SE BH Centro 2, dispensando-se assim a apresentação do teste de interferência, segundo ao juntado neste processo em tela.

O tipo de intervenção refere-se a rebaixamento de obras civis por meio de trincheiras drenantes por uma empresa contratada, ABB ENGENHARIA, sob responsabilidade técnica de profissional devidamente habilitado pelo CREA-MG. A seguir apresenta-se o resumo captação para drenagem de água subterrânea:

Rebaixamento de obras civis por trincheiras drenantes	<u>Ø da adutora</u> (mm)	<u>Potência do motor</u> (cv)	<u>Prof do nível d’água</u> (m)	<u>Qreg</u> (m³/h)
	100	2	4,0 5	1,60

Considerando-se o elencado opina-se pelo deferimento do requerimento na **modalidade de autorização com vazão = 1,60 m³/h e tempo de bombeamento de 24:00 (hh:mm/dia), vinte e quatro horas por dia ou 24,0 (hs/dia), vinte e quatro horas por dia com as seguintes condicionantes:**

1. Comprovar a instalação do sistema de medição e horímetro na captação de água subterrânea por meio de do sistema de drenagem e dos dispositivos que permitam a coleta de água para monitoramento de qualidade e medições de nível estático. **PRAZO: até 60 dias após a publicação da portaria de outorga.** **Obs.:** O sistema de medição adotado na intervenção outorgada deverá ser tecnicamente aplicável ao meio de captação e monitoramento e possuir Anotação de Responsabilidade Técnica – ART expedida pelo conselho

Responsável Técnico pelo Empreendimento	Sérgio de Lima Delgado CREA MG 23.264/D		
Duílio D. Versiani Passos Analista Ambiental da URG-CM	1.002.294-5 MASP	RÚBRICA	/ / DATA
Rafael Batista Gontijo Coordenador da URG-CM	1.369.266-0 MASP	RÚBRICA	/ / DATA

do profissional habilitado.

2. Realizar leituras diárias da vazão captada e do tempo de captação, armazenando-as na forma de planilhas ou de outra forma determinada pelo IGAM, que deverão estar disponíveis no momento da fiscalização realizada por órgão integrante do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA, ou entidade por ele delegada, e serem apresentadas ao IGAM, por meio físico e digital (planilha do Excel ou análoga), quando da renovação da outorga ou sempre que solicitado. **PRAZO: A partir da instalação dos sistemas de medição.**

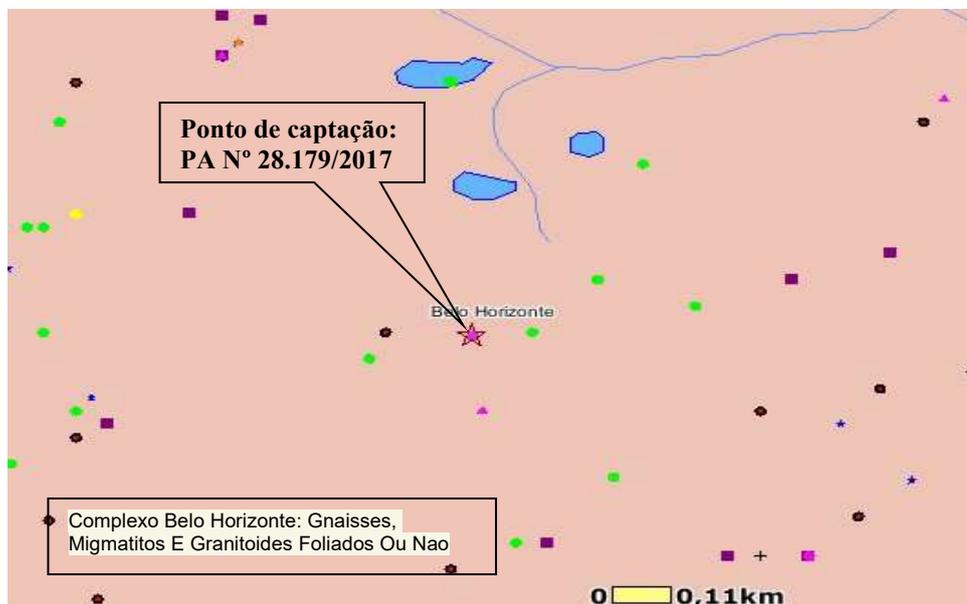
Cabe esclarecer que a Unidade Regional de Gestão das Águas Central Metropolitana – URGA CM, não possui responsabilidade técnica sobre os projetos do sistema de controle ambiental liberados para implantação, sendo a execução, operação e comprovação de eficiência destes de inteira responsabilidade da própria empresa e/ou do seu responsável técnico.

Ressalta-se que a Outorga em apreço não dispensa nem substitui a obtenção, pelo requerente, de outras licenças legalmente exigíveis. Opina-se que a observação acima conste do certificado de outorga a ser emitido.

Validade: de até 10 (dez) anos.

Mapa:

SIAM 21/08/2020



Responsável Técnico pelo Empreendimento	Sérgio de Lima Delgado CREA MG 23.264/D		
Duílio D. Versiani Passos Analista Ambiental da URGA-CM	1.002.294-5 MASP	RÚBRICA	// DATA
Rafael Batista Gontijo Coordenador da URGA-CM	1.369.266-0 MASP	RÚBRICA	// DATA

UNIDADE OUTORGA - CM

Parecer Técnico 31017572

Belo Horizonte, 17 de junho de 2021.

CAPA PARECER TÉCNICO nº 31017572 () ÁGUA SUPERFICIAL (x) ÁGUA SUBTERRÂNEA			
Processo SEI:	2240.01.0003664/2021-29		
Processo SIAM:	28179-2017		
Protocolo do Parecer SIAM:	0362257/2020		
DADOS DO REQUERENTE/EMPREENDEDOR			
Nome :	CEMIG DISTRIBUIÇÃO S.A.	CPF/CNPJ:	06.981.180/0001-16
Endereço:	V BARBACENA, 1200, 17 ANDAR ALA A2		
Bairro:	SANTO AGOSTINHO	Município:	BELO HORIZONTE/MG
DADOS DO EMPREENDIMENTO			
Nome :	CEMIG DISTRIBUIÇÃO S.A.	CPF/CNPJ:	06.981.180/0001-16
Endereço:	RUA ALAGOAS, 50		
Bairro:	CENTRO	Município:	BELO HORIZONTE/MG
EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL			
Nome :	Duílio D. Versiani Passos	MASP:	1.002.294-5
Nome :		MASP:	
Aprovação			

Nome :	Rafael Batista Gontijo	MA SP:	1.369.266-0
--------	------------------------	--------	-------------



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Batista Gontijo, Coordenador Regional**, em 17/06/2021, às 17:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Duílio Duval Versiani Passos, Gerente**, em 24/06/2021, às 12:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **31017552** e o código CRC **0368FB7D**.

**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Superintendência Regional de Meio Ambiente da Central Metropolitana**AUTORIZAÇÃO PRÉVIA DE INTERVENÇÃO EMERGENCIAL nº 019/2017**

Autorizamos, emergencialmente, a continuidade do funcionamento da Subestação BH Centro 2 com rebaixamento do nível de água, sob as coordenadas UTM X = 611.551 / Y = 7.796.193, Datum WGS 84, fuso 23 K, situada na rua Alagoas, nº 50, bairro Centro, município de Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais, que tem como objetivo ampliar a confiabilidade e a capacidade do sistema elétrica da região central de Belo Horizonte. Essa Subestação pertence a CEMIG Distribuição S/A, inscrita no CNPJ nº 06.981.180/0001-16, localizada na avenida dos Barbacena, nº 1.200, 17º andar – Ala A2, bairro Santo Agostinho, Belo Horizonte / MG.

Conforme os documentos, sob os protocolos nº R 0289676/2017 e nº0292649/2017, na época da elaboração do projeto básico para licitação da Subestação supracitada, o nível de água se encontrava, em média, a 3,5m de profundidade e que não havia a necessidade da outorga de rebaixamento. No entanto, durante a construção, observou-se, que o nível variou de 1,4 a 2,7m de profundidade em que foi imprescindível a intervenção no lençol freático. Esse rebaixamento do nível de água é formado por um sistema drenante composto por canaletas preenchidas por britas e ligadas a uma caixa de passagem e a um poço de drenagem. Há também uma bomba de recalque dentro desse poço que direciona a água para uma tubulação da rede pública de drenagem. A vazão média bombeada é de 0,35L/s, não sendo constante, e a bomba é armada e a cada 45min, aproximadamente. Esse rebaixamento ocorrerá enquanto o empreendimento estiver operando sendo assim o sistema de bombeamento é permanente.

Tal autorização se fundamenta nas informações prestadas pela interessada e se justifica pelo caráter emergencial da atividade, uma vez que alega que a suspensão das atividades de bombeamento acarretaria a inundação da área, podendo trazer riscos de danos às estruturas da obra e dos prédios do entorno, bem como os riscos elétricos, considerando que a subestação se encontra em fase de finalização, energizada e integrada operacionalmente ao sistema elétrico de potência. Além disso, a Subestação BH Centro 2 está substituindo a SE BH Centro 1, localizada no quarteirão formado entre as ruas dos Timbiras e avenida Afonso Pena. A SE BH Centro 1 não oferece mais a confiabilidade necessária ao sistema elétrico, podendo inclusive, comprometer seriamente o fornecimento de energia para os consumidores dessa região conforme informado no documento CD/TA – 08233/20174, sob o protocolo nº R 0289676/2017.

Mediante ao exposto, as informações sobreditas caracterizam, nos termos do art. 2º da Portaria IGAM nº 87/2008, uma situação emergencial por risco à segurança e ao bem-estar da população podendo afetar desfavoravelmente as atividades as atividades sociais e econômicas. Conforme o Art. 1º da Portaria supracitada, essa Autorização é prévia tendo em vista que a análise do processo de outorga de rebaixamento de nível de água, assim como os demais requisitos técnicos e processuais, serão realizados posteriormente, visando à obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos.

Certificamos, ainda, que caso as condições ora apresentadas pelo requerente, se alterem, faz-se necessária comunicação a Superintendência Regional de Meio Ambiente da Central Metropolitana para reavaliação do caso.

Ressalta-se, ainda, que a eventual outorga dos recursos hídricos não dispensa nem substitui a obtenção pelo requerente de outras autorizações emergenciais, certidões, alvarás ou outras licenças legalmente exigíveis pela legislação federal, estadual ou municipal, nos termos do Decreto Estadual nº44.844/08.

O prazo de validade desta Autorização será de 01 (um) ano, contado da data de seu recebimento.

Belo Horizonte, 20 de novembro de 2017.

Hidelbrando Carrabona Rodrigues Neto

MASP 1.372.848-0

Superintendente Regional de Meio Ambiente

Hidelbrando Carrabona Rodrigues Neto

MASP 1.372.848-0

Superintendente Regional de Meio Ambiente da Central Metropolitana

**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS****Instituto Mineiro de Gestão das Águas****Gerência de Apoio aos Comitês de Bacias Hidrográficas e Articulação à Gestão Participativa**

Ofício IGAM/GECBH nº. 49/2021

Belo Horizonte, 28 de junho de 2021.

Para: Poliana Aparecida Valgas de Carvalho
Presidente do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Assunto: Encaminha processo de outorga de grande porte para análise e deliberação

Referência: [Caso responda este Ofício, indicar expressamente o Processo nº 2240.01.0003664/2021-29].

Prezada Sra. Presidente,

Encaminhamos o **processo de outorga nº 28179/2017**, requerida pela CEMIG DISTRIBUIÇÃO S.A, para análise e deliberação desse Comitê.

Ressaltamos que, conforme disposto na Deliberação Normativa CERH nº 31, de 26 de agosto de 2009, o Comitê possui o prazo de até 60 (sessenta) dias corridos para deliberar sobre sua aprovação, contados a partir do recebimento deste processo.

Em consonância com a referida norma, destacamos também a necessidade de convidar os técnicos responsáveis pelo parecer conclusivo bem como o responsável da instituição requerente, para participarem de todas as instâncias de decisão e para prestarem os devidos esclarecimentos.

Aproveitamos a oportunidade para solicitar que todos os documentos gerados referentes ao pleito de outorga supracitado sejam inseridos neste processo no SEI como, por exemplo, parecer da Câmara Técnica, convocações/pautas das reuniões em que for pautado e respectiva deliberação do Comitê.

Após decisão final, gentileza devolver o processo, via SEI, a essa gerência.

Atenciosamente,



Documento assinado eletronicamente por **Leandro Pinheiro Calil, Servidor(a) Público(a)**, em 28/06/2021, às 19:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **31488047** e o código CRC **36177B09**.

Referência: Processo nº 2240.01.0003664/2021-29

SEI nº 31488047

Rodovia João Paulo II, 4143 - Bairro Serra Verde - Belo Horizonte - CEP 31630-900