

Cliente: SYSTRA

Furo: **ST-02**

Amostra: 1

Obra: Projeto do Rodoanel - Contorno de BH (ST)

Código: 06

Profundidade: 0,30 a 3,00 m

Local: Belo Horizonte/MG

Folha: 1 / 2

Material: Silte Arenoso, Amarelo Escuro

PREPARAÇÃO DO MATERIAL (ABNT NBR 6457:2016)				PENEIRAMENTO GROSSO (# 10 - 2,00 mm) (ABNT NBR 7181:2016)					
CAPSULA Nº	1190	1070	536	PENEIRA (mm)	DIÂMETRO	PESO RETIDO (g)	PESO QUE PASSA (g)	% QUE PASSA DA AMOSTRA	
CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	75,35	81,53	89,41						
CÁPSULA + SOLO SECO (g)	73,08	79,02	86,69	50	2"	0,00	1907,73	100,0%	
PESO DA CÁPSULA (g)	26,06	27,18	30,50	38	1 1/2"	0,00	1907,73	100,0%	
PESO DA ÁGUA (g)	2,27	2,51	2,72	25	1"	0,00	1907,73	100,0%	
PESO DO SOLOS SECO (g)	47,02	51,84	56,19	19	3/4"	0,00	1907,73	100,0%	
TEOR DE UMIDADE (%)	4,83%	4,84%	4,84%	9,5	3/8"	0,00	1907,73	100,0%	
TEOR MÉDIO (%)	4,84%			4,75	Nº 4	0,00	1907,73	100,0%	
AMOSTRA TOTAL SECA				2	Nº 10	0,00	1907,73	100,0%	
AMOSTRA TOTAL ÚMIDA (g)		2000,00		PENEIRAMENTO FINO (# 200 - 0,075 mm) (ABNT NBR 7181:2016)					
RETIDO NA PENEIRA (2mm) Nº 10 (g)		0,00		PENEIRA (mm)	DIÂMETRO	PESO RETIDO (g)	PESO QUE PASSA (g)	% QUE PASSA DA AMOSTRA PARCIAL	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
PESO DO SOLO MIÚDO ÚMIDO (g)		2000,00							
PESO DO SOLO MIÚDO SECO (g)		1907,73		1,2	Nº 16	0,08	66,69	99,88%	99,9%
PESO DA AMOSTRA SECA (g)		1907,73							
AMOSTRA PARCIAL				0,6	Nº 30	0,65	66,12	99,03%	99,0%
AMOSTRA ÚMIDA (g)		70,00		0,42	Nº 40	1,43	65,34	97,86%	97,9%
PESO DA AMOSTRA SECA (g)		66,77		0,25	Nº 60	5,37	61,40	91,96%	92,0%
SEDIMENTAÇÃO (ABNT NBR 7181:2016)									
Densímetro Nº: INCOTERM - 21817/11									
Densidade dos Grãos: 2,742 g/cm³				0,15	Nº 100	11,61	55,16	82,61%	82,6%
				0,075	Nº 200	19,29	47,48	71,11%	71,1%
DATA	TEMPO DECORRIDO (min)	TEMPERATURA (Celsius)	LEITURA DENSÍMETRO (g/cm³)	CORREÇÃO (g/cm³)	LEITURA CORRIGIDA (g/cm³)	ALTURA DE QUEDA (cm)	DIÂMETRO PARTICULAS (mm)	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL	
26/jul	0,5	21,7	1,0330	-1,0049	0,0281	14,97	0,0714	66,2%	
26/jul	1	21,7	1,0290	-1,0049	0,0241	15,71	0,0517	56,7%	
26/jul	2	21,7	1,0260	-1,0049	0,0211	16,27	0,0372	49,7%	
26/jul	4	21,7	1,0220	-1,0049	0,0171	17,01	0,0269	40,2%	
26/jul	8	22,8	1,0180	-1,0046	0,0134	17,70	0,0191	31,5%	
26/jul	15	23,8	1,0160	-1,0043	0,0117	18,01	0,0139	27,5%	
26/jul	30	25,3	1,0140	-1,0039	0,0101	18,30	0,0098	23,9%	
26/jul	60	25,4	1,0120	-1,0038	0,0082	18,66	0,0070	19,2%	
26/jul	120	24,4	1,0100	-1,0041	0,0059	19,09	0,0050	13,8%	
26/jul	240	24,3	1,0080	-1,0042	0,0038	19,47	0,0036	9,0%	
26/jul	480	24,2	1,0060	-1,0042	0,0018	19,84	0,0026	4,2%	
27/jul	1440	24,2	1,0050	-1,0042	0,0008	20,03	0,0015	1,9%	

São Paulo, 30 julho, 2021

Laboratorista: Claudia Scapelle

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Contrato nº: 11529-21

Verificação: Geol. Daniel Guilhem Barbosa

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

Cliente: SYSTRA

 Furo: **ST-02**

Amostra: 1

Obra: Projeto do Rodoanel - Contorno de BH (ST)

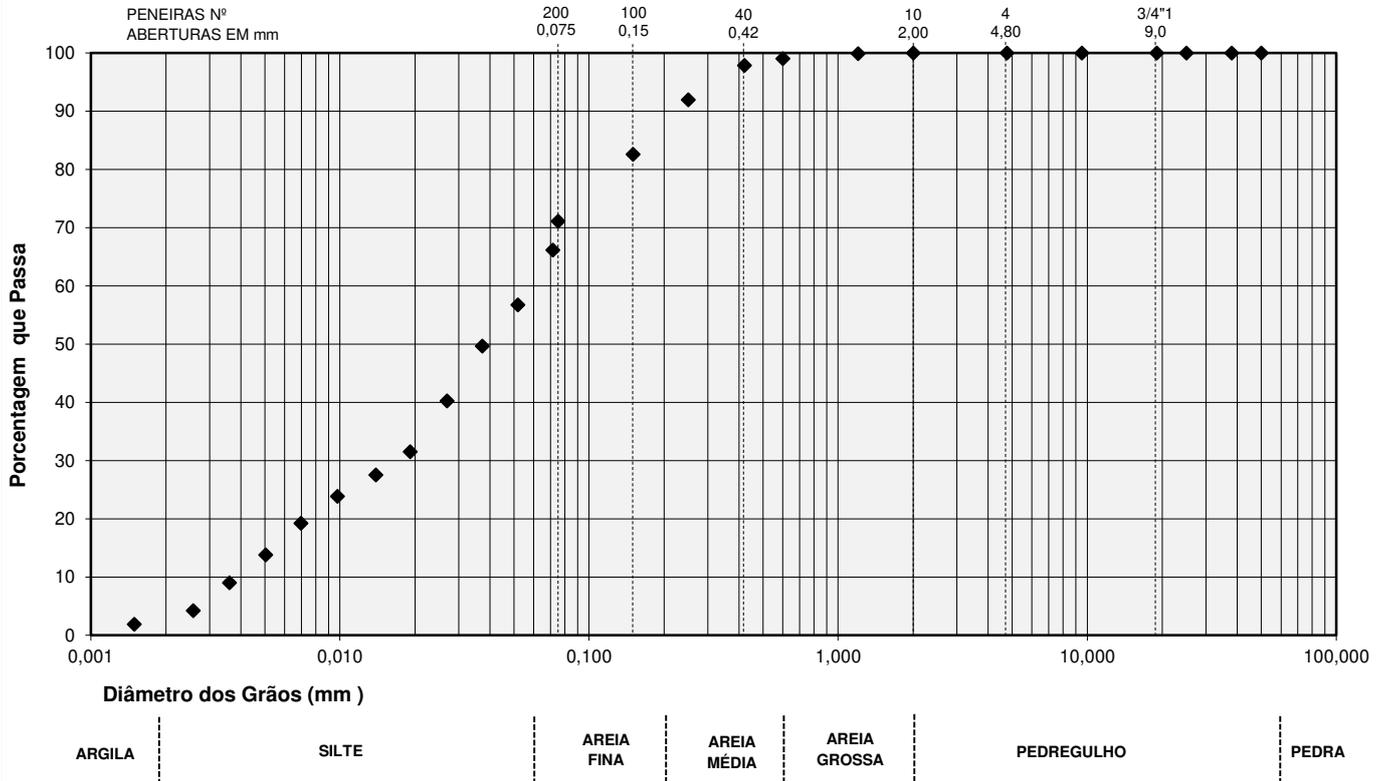
Código: 06

Profundidade: 0,30 a 3,00 m

Local: Belo Horizonte/MG

Folha: 2 / 2

Material: Silte Arenoso, Amarelo Escuro


FAIXA GRANULOMÉTRICA (ABNT NBR 6502:95)

ARGILA	SILTE	AREIA			PEDREGULHO
		AREIA FINA	AREIA MÉDIA	AREIA GROSSA	
3%	58%	26%	12%	1%	0%

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA - Dens. Real dos Grãos < # 4,8 mm (ABNT NBR 6458:2016)

PICNÔMETRO Nº / SÉRIE	PICNÔMETRO + ÁGUA (g)	TEMPERATURA (CELSIUS)	PICNÔMETRO + SOLO + ÁGUA (g)	SOLO SECO (g)	ÁGUA DESLOC. (g)	ρ (g/cm ³)	ρ MÉDIO
22 -	618,72	22,6	655,11	57,23	20,84	2,739	2,742
22 -	618,70	22,8	655,13	57,23	20,80	2,745	

CLASSIFICAÇÃO HRB (Highway Research Board)

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) = NL %	GRANULOMETRIA % QUE PASSA	Nº 4 (4,8 mm) = 100 %	HRB-AASHTO (IG) A-4 (7,2)
LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) = NP %		Nº 10 (2,0 mm) = 100 %	
INDICE DE PLASTICIDADE (IP) = NP %		Nº40 (0,42 mm) = 98 %	
	Nº 200 (0,075 mm) = 71 %		

São Paulo, 30 julho, 2021

Laboratorista: Claudia Scapelle

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Contrato nº: 11529-21

Verificação: Geol. Daniel Guilhem Barbosa

Revisão: R0

 Resp. Técnico: Eng^o Maurício Malanconi - CREA: 5063078630



RELATÓRIO DE ENSAIO
LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) e LIMITE DE PLASTICIDADE (LP)
NBR-6459/16 e NBR-7180/16

Cliente: SYSTRA

Furo: **ST-02**

Amostra: 1

Obra: Projeto do Rodoanel - Contorno de BH (ST)

Código: 06

Profundidade: 0,30 a 3,00 m

Local: Belo Horizonte/MG

Folha: 1 / 1

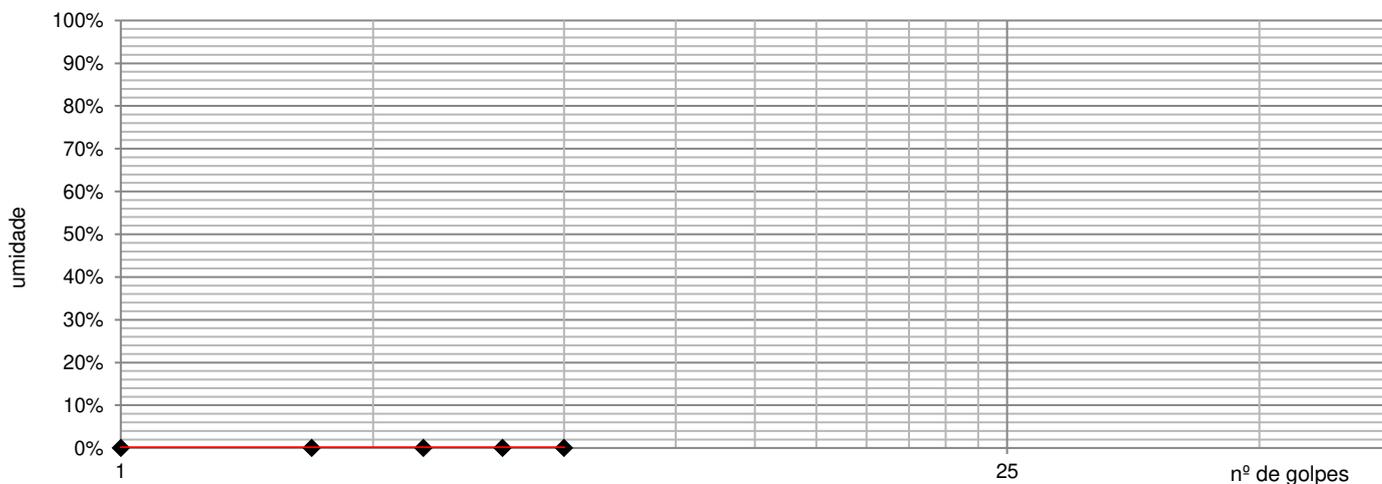
Material: Silte Arenoso, Amarelo Escuro

DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE LIQUIDEZ
(ABNT NBR 6459:2016)

com secagem prévia
 sem secagem prévia

105/110° C
 60/65° C

CAPSULA Nº					
Nº DE GOLPES					
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)					
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)					
PESO DA CÁPSULA (g)					
PESO DA ÁGUA (g)					
PESO DO SOLOS SECO (g)					
TEOR DE UMIDADE (%)					



DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE PLASTICIDADE
(ABNT NBR 7180:2016)

com secagem prévia
 sem secagem prévia

105/110° C
 60/65° C

CAPSULA Nº					
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)					
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)					
PESO DA CÁPSULA (g)					
PESO DA ÁGUA (g)					
PESO DO SOLOS SECO (g)					
TEOR DE UMIDADE (%)					

RESULTADOS FINAIS

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL): NL %
LIMITE DE PLASTICIDADE (LP): NP %
ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP): NP %

São Paulo, 30 julho, 2021
Contrato nº: 11529-21
Revisão: R0

Laboratorista: Cláudia Scapelle
Verificação: Geol. Daniel Guilhem Barbosa

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Cliente: SYSTRA

 Furo: **ST-02**

Amostra: 1

Obra: Projeto do Rodoanel - Contorno de BH (ST)

Código: 06

Profundidade: 0,30 a 3,00 m

Local: Belo Horizonte/MG

Folha: 1 / 1

Material: Silte Arenoso, Amarelo Escuro

CONSISTÊNCIA (AMOSTRA ÚMIDA)
 Não Plástica

 Pouco Plástica

 Plástica

 Muito Plástica

DETERMINAÇÃO DA CONTRAÇÃO

Anéis		0°	120°	240°	Média
Contração (mm)	I	19,10	19,10	19,10	19,10
	II	19,10	19,10	19,10	19,10
	III	19,10	19,10	19,10	19,10

 Contração Diametral Média ct (mm) = **0,90**

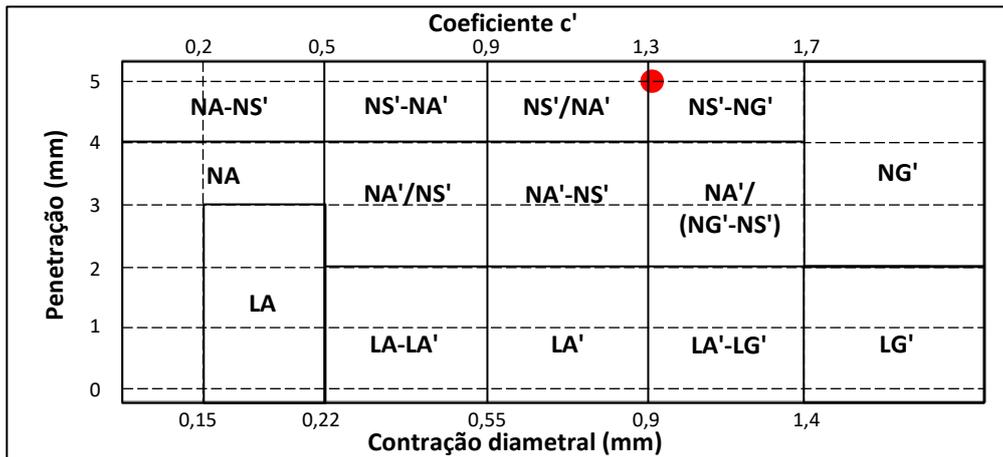
Cálculo do Coeficiente c':

$$ct = 0,1 \text{ a } 0,5 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad c' = (\log 10 ct + 1) / 0,904$$

$$ct > 0,6 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad c' = (\log 10 ct + 0,7) / 0,5$$

Coeficiente c' =
1,31
DETERMINAÇÃO DA PENETRAÇÃO

Anéis		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Média
Penetração (mm)	I	5,00	5,00	5,00	5,00
	II	5,00	5,00	5,00	5,00
	III	5,00	5,00	5,00	5,00

 Penetração Média (mm) = **5,00**

CLASSIFICAÇÃO MCT
(Preliminar)
NS'/NA'

São Paulo, 30 julho, 2021

Laboratorista: Claudia Scapelle

Contrato nº: 11529-21

Verificação: Geol. Daniel Guilhem Barbosa

Revisão: R0

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630



RELATÓRIO DE ENSAIO
COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)
 NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: SYSTRA

Furo: **ST-02**

Amostra: 1

Obra: Projeto do Rodoanel - Contorno de BH (ST)

Código: 06

Profundidade: 0,30 a 3,00 m

Local: Belo Horizonte/MG

Folha: 1 / 2

Material: Silte Arenoso, Amarelo Escuro

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (ABNT NBR 7182:2016) - ENERGIA DO PROCTOR NORMAL

CILINDRO Nº	109		175		1186		103		614	
CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	8629,22		8918,60		9321,60		9051,00		8802,79	
PESO DO CILINDRO (g)	4882,80		5068,80		5129,40		4998,20		4885,00	
PESO DO SOLO ÚMIDO (g)	3746,42		3849,8		4192,2		4052,8		3917,79	
VOLUME DO CILINDRO (cm³)	2064		2044		2080		2062		2059	
DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³)	1,815		1,883		2,015		1,965		1,903	
CAPSULA Nº	228	300	1469	343	1406	1418	1006	1425	366	408
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	70,86	75,85	98	82,4	101,8	89,61	103,4	86,99	92,096	92,281
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	64,38	68,47	87,5	74,1	89,9	79,5	89,6	76,7	78,98	77,91
PESO DA CÁPSULA (g)	24,38	23,47	29,28	28,3	30,08	29,74	26,76	29,8	24,1	18,03
PESO DA ÁGUA (g)	6,48	7,38	10,50	8,30	11,90	10,11	13,80	10,29	13,12	14,37
PESO DO SOLO SECO (g)	40,00	45,00	58,22	45,80	59,82	49,76	62,84	46,90	54,88	59,88
TEOR DE UMIDADE (%)	16,2	16,4	18,0	18,1	19,9	20,3	22,0	21,9	23,9	24,0
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	16,3		18,1		20,1		22,0		24,0	
DENSIDADE APARENTE SECA (g/cm³)	1,561		1,595		1,678		1,611		1,535	

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - CBR (ABNT NBR 9895:2016)

EXPANSÃO			Altura do CP (mm):		113,90		112,80		114,50		113,80		113,30	
DATA	HORA	TEMPO DECORRIDO (h)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)
21/jul	07:00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-
22/jul	07:00	24	2,31	1,15	2,09	0,97	2,21	1,06	1,92	0,81	1,64	0,56	1,71	0,63
23/jul	07:00	48	2,85	1,62	2,66	1,47	2,29	1,13	1,96	0,84	1,71	0,63	1,71	0,63
24/jul	07:00	72	2,99	1,75	2,81	1,60	2,38	1,21	2,00	0,88	1,77	0,68	1,77	0,68
25/jul	07:00	96	3,12	1,86	2,85	1,64	2,42	1,24	2,05	0,92	1,83	0,73	1,83	0,73

PENETRAÇÃO			Dimensões do Pistão: diâmetro = 4,95 cm área = 19,24 cm²											
TEMPO (min)	PENETRAÇÃO		Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)
	(mm)	(pol)												
0,5	0,63	0,025	14,0	0,7	26,0	1,4	21,0	1,1	16,0	0,8	12,0	0,6	12,0	0,6
1,0	1,27	0,050	20,0	1,0	37,0	1,9	29,0	1,5	21,0	1,1	16,0	0,8	16,0	0,8
1,5	1,90	0,075	27,0	1,4	44,0	2,3	37,0	1,9	27,0	1,4	22,0	1,1	22,0	1,1
2,0	2,54	0,100	34,0	1,8	51,0	2,7	54,0	2,8	34,0	1,8	26,0	1,4	26,0	1,4
3,0	3,81	0,150	41,0	2,1	60,0	3,1	60,0	3,1	46,0	2,4	31,0	1,6	31,0	1,6
3,5	4,44	0,175	44,0	2,3	63,0	3,3	66,0	3,4	53,0	2,8	35,0	1,8	35,0	1,8
4,0	5,08	0,200	49,0	2,5	66,0	3,4	74,0	3,8	58,0	3,0	36,0	1,9	36,0	1,9
6,0	7,62	0,300	64,0	3,3	73,0	3,8	96,0	5,0	79,0	4,1	43,0	2,2	43,0	2,2
8,0	10,16	0,400	73,0	3,8	81,0	4,2	115,0	6,0	83,0	4,3	56,0	2,9	56,0	2,9
10,0	12,70	0,500	87,0	4,5	93,0	4,8	127,0	6,6	92,0	4,8	66,0	3,4	66,0	3,4
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA			Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)
CBR 0,1"			70,36 kgf/cm²	2,5	3,8	3,8	4,0	4,0	2,5	2,5	1,9	1,9	1,9	1,9
CBR 0,2"			105,54 kgf/cm²	2,4	3,2	3,2	3,6	3,6	2,9	2,9	1,8	1,8	1,8	1,8
CBR FINAL (%)				2,5	3,8	3,8	4,0	4,0	2,9	2,9	1,9	1,9	1,9	1,9

São Paulo, 30 julho, 2021

Laboratorista: Samuel Calura

Contrato nº: 11529-21

Verificação: Geol. Daniel Guilhem Barbosa

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Cliente: SYSTRA

 Furo: **ST-02**

Amostra: 1

Obra: Projeto do Rodoanel - Contorno de BH (ST)

Código: 06

Profundidade: 0,30 a 3,00 m

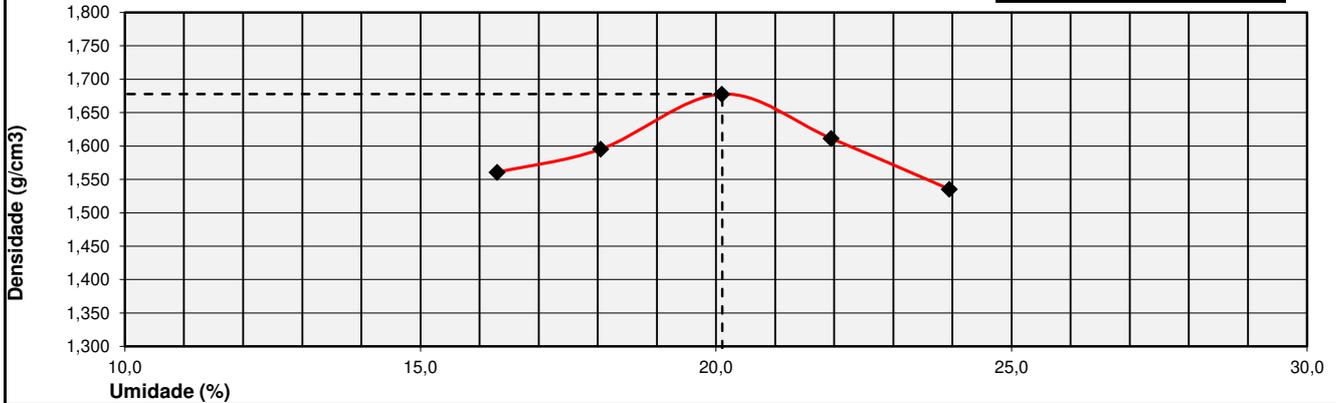
Local: Belo Horizonte/MG

Folha: 2 / 2

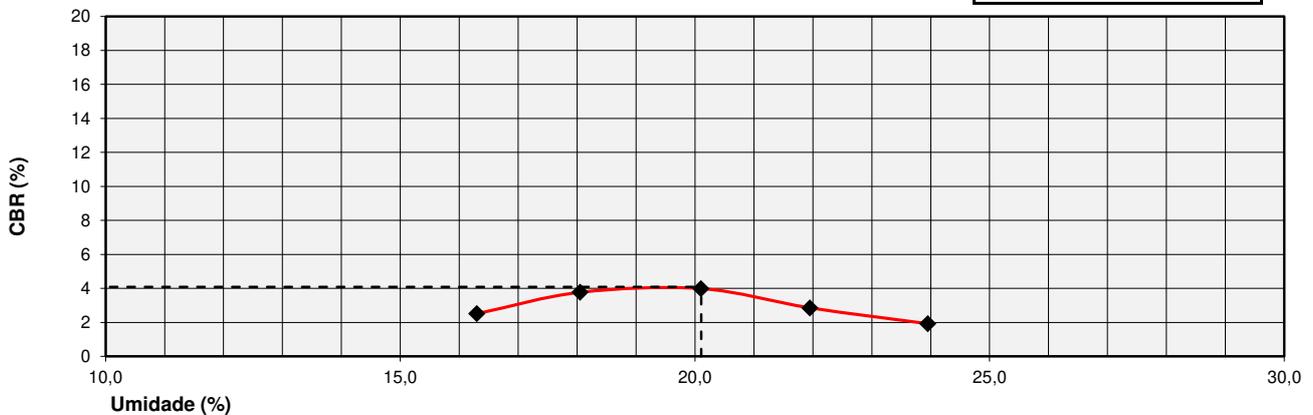
Material: Silte Arenoso, Amarelo Escuro

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - ENERGIA DO PROCTOR NORMAL

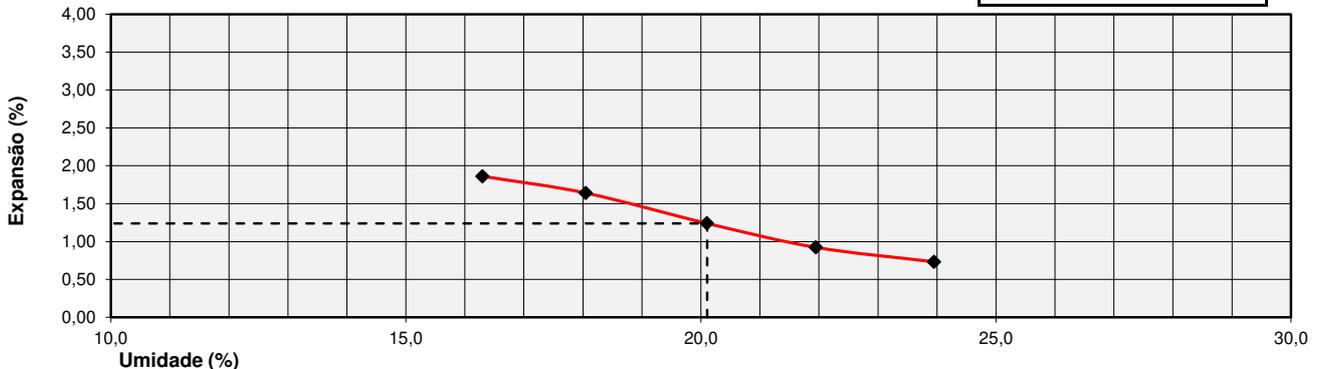
γ_s máx = **1,678 g/cm³**
 hot = **20,11 %**


ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

CBR = **4,1 %**


EXPANSÃO

EXP = **1,24 %**



São Paulo, 30 julho, 2021

Laboratorista: Samuel Calura

Contrato nº: 11529-21

Verificação: Geol. Daniel Guilhem Barbosa

Revisão: R0

 Resp. Técnico: Eng^o Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.