

**À RJ FUNDAÇÕES E SONDAGENS LTDA-ME**

**RELATÓRIO FINAL DE ENSAIOS - PC 17012 - LOTE 03  
CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS - OTTAWA ENGENHARIA**

**SETEMBRO/2017**

---

Laboratório de Análises Tecnológicas de Materiais de Construção. Centro Universitário de Patos de Minas. Unipam - Bloco I - Sala 105. Telefone: (34) 3823-0200

## RESUMO DOS RESULTADOS

Amostra		Solo 1	Solo 2	Solo 3	Solo 4	Solo 5	Média	Desvio padrão	Coef. de variação
Peso específico máximo	g/cm <sup>3</sup>	1,681	1,678	1,709	1,675	1,709	1,69	0,02	1,0%
Umidade ótima	%	21,2%	18,5%	16,4%	18,8%	21,3%	19,2%	2,1%	10,7%
Limite de liquidez	%	32,6%	37,1%	34,6%	33,6%	37,7%	35,1%	2,2%	6,3%
Limite de plasticidade	%	30,0%	28,1%	28,4%	24,7%	33,5%	28,9%	3,2%	11,0%
Índice de plasticidade	%	2,6%	9,0%	6,2%	8,9%	4,2%	6,2%	2,8%	45,8%
Peso específico dos grãos	g/cm <sup>3</sup>	2,687	2,668	2,657	2,616	2,722	2,67	0,04	1%
Pedregulho	%	2,5	4,94	1,93	3,72	3,12	3,242	1,16	36%
Areia	%	49,81	46,23	51,33	46,39	41,06	46,964	3,97	8%
Silte	%	7,33	8,43	6,4	10,29	14,64	9,418	3,26	35%
Argila	%	40,37	40,4	40,34	39,6	41,19	40,38	0,56	1%
Coeficiente de permeabilidade	cm/s	-	-	-	-	-	-	-	-
Definição	-	Argila arenosa pouco plástica	Argila arenosa medianamente plástica	Argila arenosa pouco plástica	Argila arenosa medianamente plástica	Argila arenosa pouco plástica	-	-	-

LAUDO DE ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS  
OTTAWA ENGENHARIA  
SOLO 01

<b>GRANULOMETRIA POR SEDIMENTAÇÃO - ABNT NBR 7181</b>
---

<b>Cliente:</b> Ottawa Engenharia	<b>Data:</b> 30/8/2017
<b>Identificação da amostra:</b> Solo 01	
<b>Operador:</b> Daiane Teodoro	<b>Supervisor:</b> Sheilla Pereira Vieira

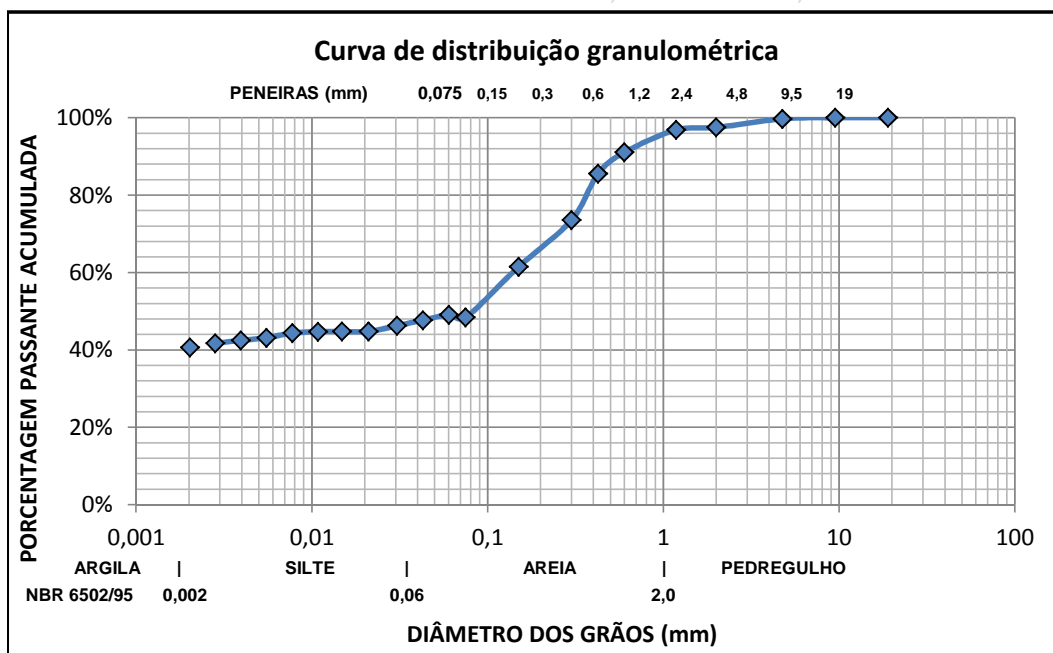
INFORMAÇÕES GERAIS			
SEDIMENTO ÚMIDO (g)	120	DENSÍMETRO	3
UMIDADE	11,46%	PROVETA	3
SEDIMENTO SECO (g)	107,7	DEFLOCULANTE	HEXAMET. DE SÓDIO
SOLO PASSADO NA #10 - 2 mm (g)	97,5%	DENSIDADE DOS GRÃOS	2,687

TEMPO	Hora (h)	LEITURA	TEMP.	LEITURA NO	DIÂMETRO DOS	% EM
Início	10:05					
0,5 min	10:05:30	35	28,7	1,0010	0,060	49,1%
1 min	10:06:00	34	28,8	1,0009	0,043	47,7%
2 min	10:07:00	33	28,8	1,0009	0,031	46,3%
4 min	10:09:00	32	28,7	1,0010	0,021	44,7%
8 min	10:13:00	32	28,7	1,0010	0,015	44,7%
15 min	10:20:00	32	28,6	1,0010	0,011	44,7%
30 min	10:35:00	32	28,0	1,0013	0,008	44,3%
1h	11:05:00	31	28,4	1,0011	0,006	43,1%
2h	12:05:00	31	27,2	1,0016	0,004	42,4%
4h	14:05:00	31	25,8	1,0021	0,003	41,7%
8h	18:05:00	30,5	25,1	1,0023	0,002	40,6%
72h	10:05:00	31	23,0	1,0030	0,001	40,4%

GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO					
PENEIRAMENTO GROSSO					
PENEIRA	ABERTURA	MASSA	RETIDA	PASSANTE	% PASSANTE
#	#		0	2,8	100,00
3/4"	19	0	0	2,80	100,00
3/8"	9,5	0	0	2,80	100,00
4	4,75	0,31	0,31	2,49	88,93
10	2	2,39	2,7	0,10	3,57
CUBA	CUBA	0,1	2,8	0,00	0,00

PENEIRAMENTO FINO (APÓS SEDIMENTAÇÃO)					
PENEIRA	ABERTURA (MM)	MASSA RETIDA	RETIDA ACUM.	PASSANTE ACUMULADA	% PASSANTE
#	#		0	54,25	100,00
16	1,18	0,73	0,73	53,52	98,65
30	0,6	6,38	7,11	47,14	86,89
40	0,425	6,13	13,24	41,01	75,59
50	0,25	13,23	26,47	27,78	51,21
100	0,15	13,33	39,8	14,45	26,64
200	0,075	14,45	54,25	0,00	0,00
CUBA	CUBA	0	54,25	0,00	0,00

CÁLCULOS			MALHA	% pass.acum
Mt (total seca ao ar)	120,0	Grosso (Qg)	19	100,00%
Mg (retida acum. #10)	2,70		9,5	100,00%
			4,75	99,71%
			2	97,50%
Umidade higroscópica	11,46%	Fino (Qf)	1,18	96,84%
			0,6	91,06%
Ms (total seca)	107,94		0,425	85,51%
			0,3	73,53%
Mh (mat. peneir. fino)	120,0		0,15	61,46%
			0,075	48,37%
			0,060	49,1%



ANÁLISE PRÉVIA - NBR 6502	
PEDREGULHOS	2,50%
AREIA	49,81%
SILTE	7,33%
ARGILA	40,37%

Os resultados apresentados no presente documento tem significação restrita e se aplicam somente ao material em questão. Este documento e seus resultados não poderão ser utilizados para outros fins. A interpretação dos resultados não é responsabilidade do laboratório.


x  
**Eng. Civil Esp. Sheilla Pereira Vieira**  
**Resp. Técnico - CREA 135866-D/MG**

x  
**Daiane Teodoro de Andrade**  
**Estagiária**

x  
**Douglas Ribeiro Oliveira**  
**Auxiliar de Laboratório**

Laboratório de Análises Tecnológicas de  
 Materiais de Construção

Patos de Minas, 30 de agosto de 2017

Ensaio de compactação NBR 7182					
Cliente <b>Ottawa Engenharia</b>		Obra		Local <b>Jazida</b>	
Identificação da amostra (furo/estaca) <b>Amostra 1</b>		Profundidade		Material <b>Solo amarelado</b>	
				<b>Estudo Subleito</b>	
Material ret. na peneira nº 4 <b>menor que 10%</b>		Umidade higroscópica	C	7,41	Operador
Proctor / Golpes <b>normal / 26 golpes</b>			C + S + A	25,31	
			C + S	24,23	
			Umidade	6,42%	Data <b>11/8/2017</b>
					



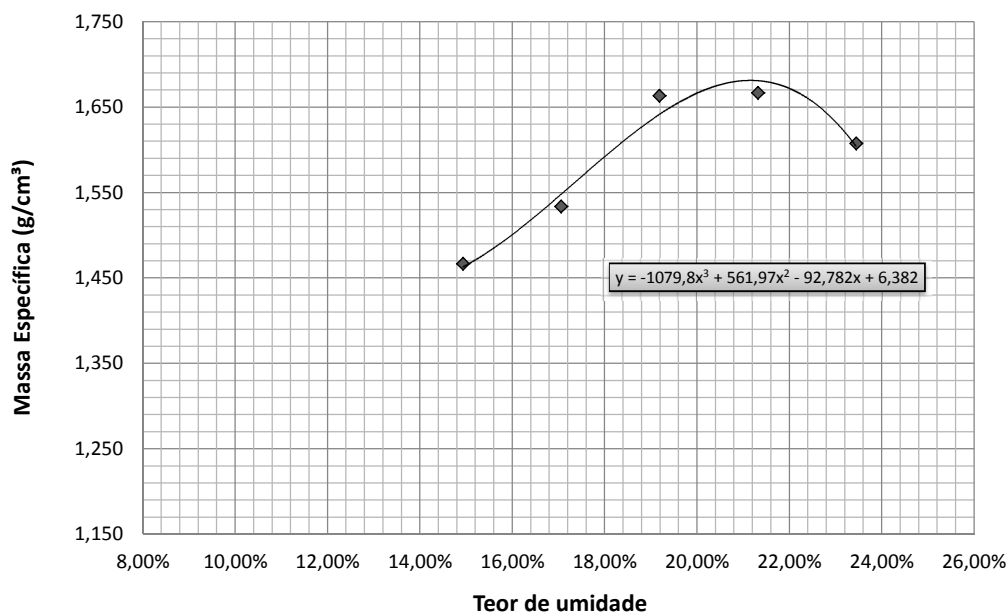
Ensaio de compactação NBR 7182		Amostras				
		1	2	3	4	5
Cilindro	Nº identificação					
	Massa (g)	3384,7	3384,7	3384,7	3384,7	3384,7
	Volume (cm <sup>3</sup> )	<b>997,5</b>	<b>997,5</b>	<b>997,5</b>	<b>997,5</b>	<b>997,5</b>
Massa (g)	Amostra + Cilindro	5066,1	5175,5	5362,2	5401,4	5364
	Amostra	<b>1681,4</b>	<b>1790,8</b>	<b>1977,5</b>	<b>2016,7</b>	<b>1979,3</b>

Peso material	<b>2500</b>
Peso mat. seco	<b>2349,2</b>

Amostra	1	2	3	4	5
Água adicionada (g)	200	250	300	350	400
% Água adicionada	8%	10%	12,0%	14%	16%
Umidade calculada	14,9%	17,1%	19,2%	21,3%	23,4%

Teor de umidade - NBR 6457				
1	2	3	4	5

Quadro resumo					
Amostra	1	2	3	4	5
Massa específica (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1,686</b>	<b>1,795</b>	<b>1,982</b>	<b>2,022</b>	<b>1,984</b>
Massa específica seca (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1,467</b>	<b>1,534</b>	<b>1,663</b>	<b>1,666</b>	<b>1,607</b>
Peso esp. seco (KN/m <sup>3</sup> )	<b>14,39</b>	<b>15,04</b>	<b>16,32</b>	<b>16,35</b>	<b>15,77</b>
Umidade (%)	<b>14,9%</b>	<b>17,1%</b>	<b>19,2%</b>	<b>21,3%</b>	<b>23,4%</b>



◆ Série3

— Polinômio (Série3)

Densidade máxima

**1,681 g/cm<sup>3</sup>**

Umidade ótima

**21,2 %**

Análise diferencial				
	a	b	c	d
y (equação)	-1080	562	-92,78	6,382
y' (derivada)		-3239	1124	-92,78
Inflexão (x)			14%	<b>21,2%</b>
Inflexão (y)			1,442	<b>1,681</b>

Umidade ótima **21,2%**  
Peso esp. seco máx **1,681**

## Determinação do limite de liquidez e limite de plasticidade

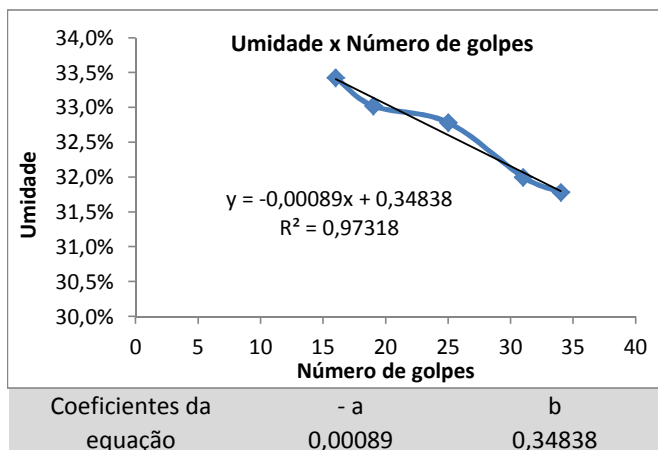
**NBR 6459:2016 / NBR 7180:2016**

<b>Ciente:</b>	Ottawa Engenharia	<b>Registro:</b>	PC 17012 - CT002/2017	<b>Data:</b>	05/09/17
<b>Identificação da amostra:</b>	Solo do Furo 01				
<b>Operador:</b>	Douglas Ribeiro e Thaís Kardec	<b>Supervisor:</b>	Sheilla Pereira Vieira		

Limite de liquidez - NBR 6459:2016					
Golpes	Teor de umidade				w% média
	C	C + Sw	C + Ss	w%	
16	6,65	10,42	9,51	31,8%	33,4%
	7,5	11,2	10,24	35,0%	
19	7,27	11,82	10,68	33,4%	33,0%
	8,83	14,36	13	32,6%	
25	6,08	11,16	9,94	31,6%	32,8%
	6,79	13,18	11,56	34,0%	
31	6,99	12,29	11,07	29,9%	32,0%
	9,22	11,91	11,24	33,2%	
34	7,08	9,45	8,87	32,4%	31,8%
	6,76	9,79	9,07	31,2%	

Limite de plasticidade - NBR 7180:2016					
Amostra	Teor de umidade				w% média
	C	C + Sw	C + SS	w%	
1	13,65	15,34	14,94	<b>31,0%</b>	30,0%
2	14,33	15,71	15,39	30,2%	
3	12,73	13,79	13,54	30,9%	
4	8,34	10,12	9,72	29,0%	
5	14,16	15,51	15,21	<b>28,6%</b>	
Desvio padrão					1,1%
Coeficiente de variação					3,7%

Em destaque encontram-se as amostras descartadas por desviar muito da média



Limite de liquidez (25 golpes)	<b>32,6%</b>
Limite de plasticidade	<b>30,0%</b>
Índice de plasticidade	<b>2,6%</b>

Laboratório de Análises Tecnológicas de Materiais de  
Construção - (34) 3823-0200

Patos de Minas, 05 de setembro de 2017

Atenciosamente;

x  
**Eng. Civil Esp. Sheilla Pereira Vieira**  
**Resp. Técnico - CREA 135866-D/MG**

x  
**Douglas Ribeiro Oliveira**  
**Auxiliar de Laboratório**

x  
**Thaís Isabela Simão Kardec**

### EQUIPE TÉCNICA

- Téc. Douglas Ribeiro Oliveira
- Téc. Thaís Isabela Simão Kardec
- Est. Camila de Oliveira Santos
- Est. Dayane Teodoro de Andrade
- Est. John Kennedy Fonsêca Silva
- Est. Kaik Fernando Salles
- Est. Rangel de Abreu Moreira da Silva

Os resultados apresentados no presente documento tem significação restrita e se aplicam somente ao material em questão. Este documento e seus resultados não poderão ser utilizados para fins promocionais. A interpretação dos resultados não é responsabilidade do laboratório.

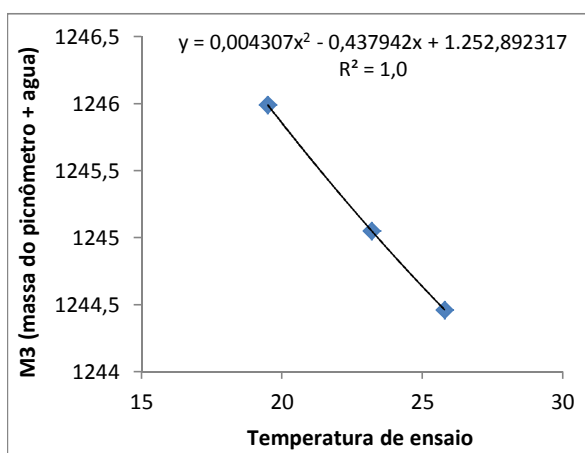
**Determinação da massa específica de grãos de solo que passam na peneira de 4,8 mm****NBR 6458:2016 - Anexo B**

<b>Cliente:</b> Ottawa Engenharia	<b>Registro:</b> PC 17012 - CT003/2017	<b>Data:</b> 22/08/17
<b>Identificação da amostra:</b> Solo 01		
<b>Operador:</b> Daiane Teodoro	<b>Supervisor:</b> Sheilla Pereira Vieira	

CALIBRAÇÃO			
Picnômetro 1000 ml #01			
Temperatura 1	19,5	Massa 1	1245,99
Temperatura 2	23,2	Massa 2	1245,05
Temperatura 3	25,8	Massa 3	1244,46

Dados iniciais	
Massa de solo úmido (M1)	120
Teor de umidade (w)	1,3%
Massa de solo seco	118,453

Umidade	
C	9,20
C + Sw	16,18
C + Ss	16,1
w%	1,31%



Ensaio	
Temperatura do ensaio	23,4
Massa picnômetro + solo + água (M2)	1319,48
Massa do picnômetro + água (M3)	1245,00
Densidade da água (pa)	0,9976

Massa específica

$$\rho_s = \frac{M1/(1+w)}{[M1/(1+w)] + M3 - M2} \cdot \rho_a \quad \mathbf{2,687 \text{ g/cm}^3}$$

**EQUIPE TÉCNICA**

- Téc. Douglas Ribeiro Oliveira
- Téc. Thaís Isabela Simão Kardec
- Est. Camila de Oliveira Santos
- Est. Dayane Teodoro de Andrade
- Est. John Kennedy Fonsêca Silva
- Est. Kaik Fernando Salles
- Est. Rangel de Abreu Moreira da Silva

Os resultados apresentados no presente documento tem significação restrita e se aplicam somente ao material em questão. Este documento e seus resultados não poderão ser utilizados para fins promocionais. A interpretação dos resultados não é responsabilidade do laboratório.

Atenciosamente;

x

**Eng. Civil Esp. Sheilla Pereira Vieira**  
**Resp. Técnico - CREA 135866-D/MG**

x

**Douglas Ribeiro Oliveira**  
**Auxiliar de Laboratório**

x

**Daiane Teodoro de Andrade**  
**Estagiária**

Patos de Minas, 22 de agosto de 2017

Laboratório de Análises Tecnológicas de Materiais de Construção - (34) 3823-0200



LAUDO DE ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS  
OTTAWA ENGENHARIA  
SOLO 02

<b>GRANULOMETRIA POR SEDIMENTAÇÃO - ABNT NBR 7181</b>
---

<b>Cliente:</b> Ottawa Engenharia	<b>Data:</b> 30/8/2017
<b>Identificação da amostra:</b> Solo 02	
<b>Operador:</b> Thaís Kardec	<b>Supervisor:</b> Sheilla Pereira Vieira

INFORMAÇÕES GERAIS			
SEDIMENTO ÚMIDO (g)	120	DENSÍMETRO	2
UMIDADE	10,69%	PROVETA	2
SEDIMENTO SECO (g)	108,4	DEFLOCULANTE	HEXAMET. DE SÓDIO
SOLO PASSADO NA #10 - 2 mm (g)	99%	DENSIDADE DOS GRÃOS	2,668

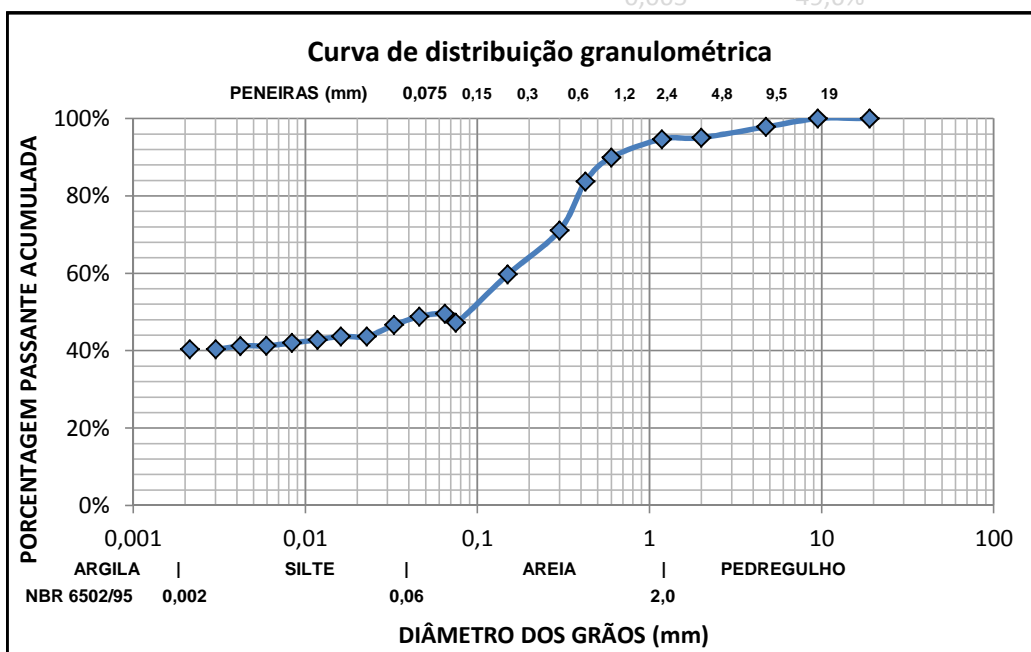
TEMPO	Hora (h)	LEITURA (L)	TEMP. °C	LEITURA NO DISPERSOR (Ld)	DIÂMETRO DOS GRÃOS (mm)	% EM SUSPENSÃO
Início	10:19					
0,5 min	10:19:30	36	25,4	1,0021	0,065	49,6%
1 min	10:20:00	35,5	25,4	1,0021	0,046	48,8%
2 min	10:21:00	34	25,4	1,0021	0,033	46,6%
4 min	10:23:00	32	25,4	1,0021	0,023	43,7%
8 min	10:27:00	32	25,4	1,0021	0,016	43,7%
15 min	10:34:00	31,5	24,9	1,0022	0,012	42,8%
30 min	10:49:00	31	24,7	1,0023	0,008	42,0%
1h	11:19:00	30,5	24,7	1,0023	0,006	41,3%
2h	12:19:00	30,5	24,6	1,0023	0,004	41,2%
4h	14:19:00	30	24,3	1,0024	0,003	40,4%
8h	18:19:00	30	24,2	1,0024	0,002	40,4%
24h	10:19:00	30	24,3	1,0024	0,001	40,4%

GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO					
PENEIRAMENTO GROSSO					
PENEIRA	ABERTURA (MM)	MASSA RETIDA	RETIDA ACUM.	PASSANTE ACUMULADA	% PASSANTE
#	#		0	5,48	100,00
3/4"	19	0	0	5,48	100,00
3/8"	9,5	0	0	5,48	100,00
4	4,75	2,35	2,35	3,13	57,12
10	2	3,03	5,38	0,10	1,82
CUBA	CUBA	0,1	5,48	0,00	0,00

PENEIRAMENTO FINO (APÓS SEDIMENTAÇÃO)					
PENEIRA	ABERTURA (MM)	MASSA RETIDA	RETIDA ACUM.	PASSANTE ACUMULADA	% PASSANTE
#	#		0	54,61	100,00
16	1,18	0,43	0,43	54,18	99,21
30	0,6	5,39	5,82	48,79	89,34
40	0,425	7,07	12,89	41,72	76,40
50	0,25	14,48	27,37	27,24	49,88
100	0,15	12,96	40,33	14,28	26,15
200	0,075	14,19	54,52	0,09	0,16
CUBA	CUBA	0,09	54,61	0,00	0,00

CÁLCULOS			MALHA	% pass.acum
Mt (total seca ao ar)	120,0	Grosso (Qg)	19	100,00%
Mg (retida acum. #10)	5,4		9,5	100,00%
			4,75	97,84%
			2	95,06%
Umidade higroscópica	10,69%	Fino (Qf)	1,18	94,68%
			0,6	89,96%
Ms (total seca)	108,93		0,425	83,76%
			0,3	71,06%
Mh (mat. peneir. fino)	120		0,15	59,70%
			0,075	47,25%

0,065 49,6%



ANÁLISE PRÉVIA	
PEDREGULHOS	4,94%
AREIA	46,23%
SILTE	8,43%
ARGILA	40,40%

x

Eng. Civil Esp. Sheilla Pereira Vieira  
Resp. Técnico - CREA 135866-D/MG

x


**Daiane Teodoro de Andrade**  
Estagiária

x

**Douglas Ribeiro Oliveira**  
Auxiliar de Laboratório

Laboratório de Análises Tecnológicas de  
Materiais de Construção

Patos de Minas, 30 de agosto de 2017

Ensaio de compactação NBR 7182					
Cliente <b>Ottawa Engenharia</b>		Obra		Local <b>Jazida</b>	
Identificação da amostra (furo/estaca) <b>Amostra 02</b>		Profundidade		Material <b>Solo amarelado</b>	
				<b>Estudo Subleito</b>	
Material ret. na peneira nº 4 <b>menor que 10%</b>  Proctor / Golpes <b>normal / 26 golpes</b>		Umidade higroscópica	C	7,78	Operador
			C + S + A	24,54	
			C + S	23,98	
			Umidade	3,43%	Data <b>14/8/2017</b>
					



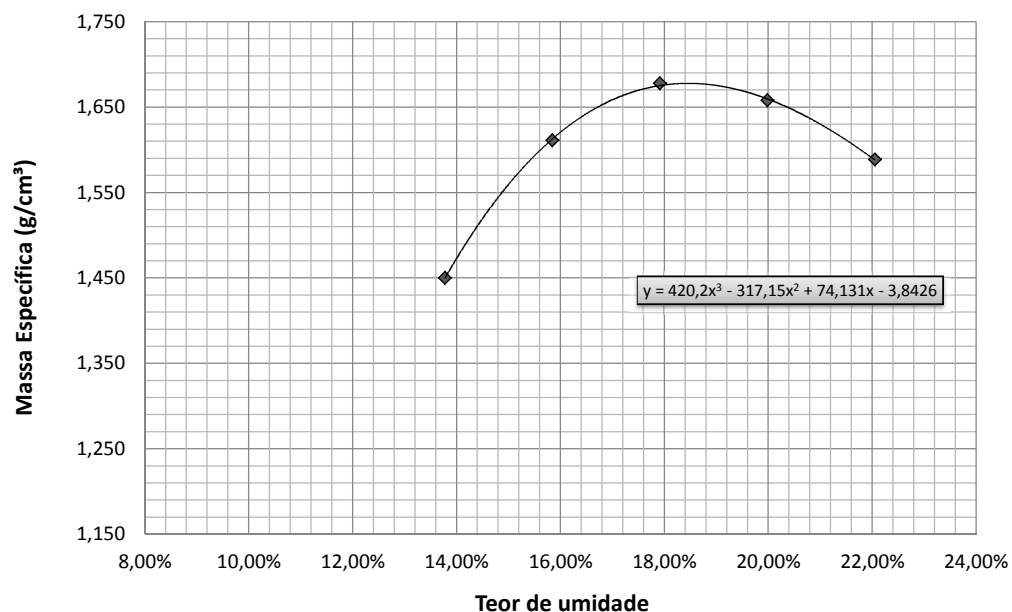
Ensaio de compactação NBR 7182		Amostras				
		1	2	3	4	5
Cilindro	Nº identificação					
	Massa (g)	3385,4	3385,4	3385,4	3385,4	3385,4
	Volume (cm <sup>3</sup> )	<b>997,5</b>	<b>997,5</b>	<b>997,5</b>	<b>997,5</b>	<b>997,5</b>
Massa (g)	Amostra + Cilindro	5031,2	5247,1	5358,7	5369,7	5319,4
	Amostra	<b>1645,8</b>	<b>1861,7</b>	<b>1973,3</b>	<b>1984,3</b>	<b>1934</b>

Peso material	<b>2500</b>
Peso mat. seco	<b>2417,0</b>

Amostra	1	2	3	4	5
Água adicionada (g)	250	300	350	400	450
% Água adicionada	10%	12%	14,0%	16%	18%
Umidade calculada	13,8%	15,8%	17,9%	20,0%	22,1%

Teor de umidade - NBR 6457				
1	2	3	4	5

Quadro resumo					
Amostra	1	2	3	4	5
Massa específica (g/cm <sup>3</sup> )	1,650	1,866	1,978	1,989	1,939
Massa específica seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,450	1,611	1,678	1,658	1,588
Peso esp. seco (KN/m <sup>3</sup> )	14,23	15,80	16,46	16,26	15,58
Umidade (%)	13,8%	15,8%	17,9%	20,0%	22,1%



◆ Série3

— Polinômio (Série3)

Densidade máxima

**1,678 g/cm<sup>3</sup>**

Umidade ótima

**18,5 %**

Análise diferencial				
	a	b	c	d
y (equação)	420,2	-317,2	74,13	-3,843
y' (derivada)		1261	-634,3	74,13
Inflexão (x)			32%	<b>18,5%</b>
Inflexão (y)			1,172	<b>1,678</b>

Umidade ótima **18,5%**

Peso esp. seco máx **1,678**

# Determinação do limite de liquidez e limite de plasticidade

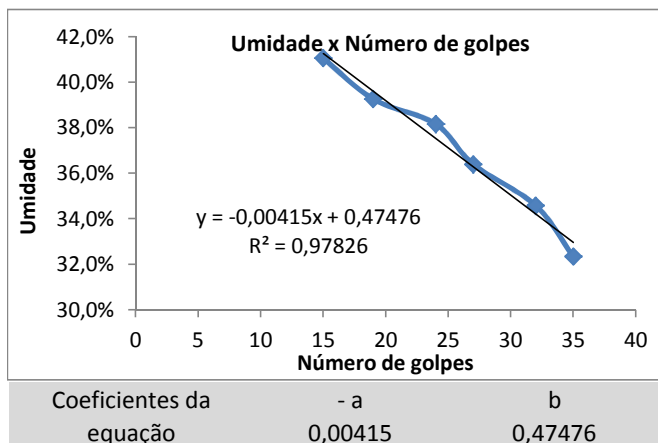
NBR 6459:2016 / NBR 7180:2016

<b>Ciente:</b> Ottawa Engenharia	<b>Registro:</b> PC 17012 - CT002/2017	<b>Data:</b> 05/09/17
<b>Identificação da amostra:</b> Solo do Furo 02		
<b>Operador:</b> Douglas Ribeiro e Thaís Kardec	<b>Supervisor:</b> Sheilla Pereira Vieira	

Limite de liquidez - NBR 6459:2016					
Golpes	Teor de umidade				w% média
	C	C + Sw	C + Ss	w%	
15	6,25	14,75	12,29	40,7%	41,1%
	6,82	17,75	14,55	41,4%	
19	6,63	13,57	11,58	40,2%	39,3%
	6,69	15,93	13,37	38,3%	
24	6,12	15,25	12,75	37,7%	38,2%
	8,65	16,15	14,06	38,6%	
27	8,81	19,39	16,55	37%	36,4%
	8,47	20,27	17,14	36%	
32	8,3	17,94	15,47	34,4%	34,6%
	8,91	16,36	14,44	34,7%	
35	6,19	13,27	11,58	31,4%	32,3%
	6,42	11,74	10,41	33,3%	

Limite de plasticidade - NBR 7180:2016					
Amostra	Teor de umidade				w% média
	C	C + Sw	C + SS	w%	
1	8,1	8,63	8,51	29,3%	28,1%
2	8,84	9,57	9,41	28,07%	
3	6,46	7,19	7,03	28,07%	
Desvio padrão					0,7%
Coeficiente de variação					2,5%

Em destaque encontram-se as amostras descartadas por desviar muito da média



Limite de liquidez (25 golpes)	<b>37,1%</b>
Limite de plasticidade	<b>28,1%</b>
Índice de plasticidade	<b>9,0%</b>

Laboratório de Análises Tecnológicas de Materiais de Construção - (34) 3823-0200

Patos de Minas, 05 de setembro de 2017

Atenciosamente;

x  
**Eng. Civil Esp. Sheilla Pereira Vieira**  
**Resp. Técnico - CREA 135866-D/MG**

x  
**Douglas Ribeiro Oliveira**  
**Auxiliar de Laboratório**

x  
**Thaís Isabela Simão Kardec**  
**Auxiliar de Laboratório**

## EQUIPE TÉCNICA

- Téc. Douglas Ribeiro Oliveira
- Téc. Thaís Isabela Simão Kardec
- Est. Camila de Oliveira Santos
- Est. Dayane Teodoro de Andrade
- Est. John Kennedy Fonsêca Silva
- Est. Kaik Fernando Salles
- Est. Rangel de Abreu Moreira da Silva

Os resultados apresentados no presente documento tem significação restrita e se aplicam somente ao material em questão. Este documento e seus resultados não poderão ser utilizados para fins promocionais. A interpretação dos resultados não é responsabilidade do laboratório.

# Determinação da massa específica de grãos de solo que passam na peneira de 4,8 mm

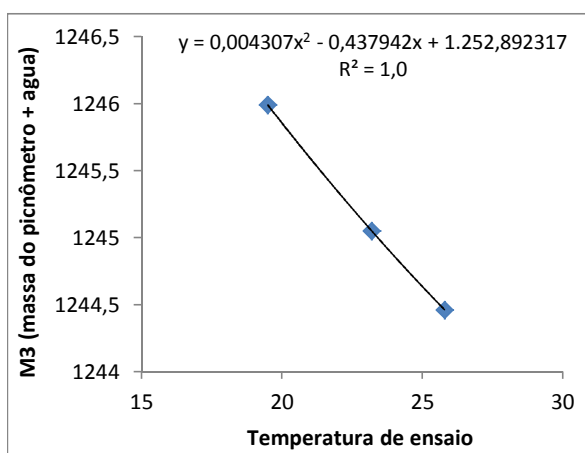
NBR 6458:2016 - Anexo B

<b>Cliente:</b> Ottawa Engenharia	<b>Registro:</b> PC 17012 - CT003/2017	<b>Data:</b> 22/08/17
<b>Identificação da amostra:</b> Solo 02		
<b>Operador:</b> Daiane Teodoro	<b>Supervisor:</b> Sheilla Pereira Vieira	

CALIBRAÇÃO			
Picnômetro 1000 ml #01			
Temperatura 1	19,5	Massa 1	1245,99
Temperatura 2	23,2	Massa 2	1245,05
Temperatura 3	25,8	Massa 3	1244,46

Dados iniciais	
Massa de solo úmido (M1)	120
Teor de umidade (w)	1,2%
Massa de solo seco	118,612

Umidade	
C	9,05
C + Sw	15,10
C + Ss	15,03
w%	1,17%



Ensaio	
Temperatura do ensaio	24,5
Massa picnômetro + solo + água (M2)	1319,02
Massa do picnômetro + água (M3)	1244,75
Densidade da água (pa)	0,9973

Massa específica

$$\rho_s = \frac{M1/(1+w)}{[M1/(1+w)] + M3 - M2} \cdot \rho_a \quad \mathbf{2,668 \text{ g/cm}^3}$$

## EQUIPE TÉCNICA

- Téc. Douglas Ribeiro Oliveira
- Téc. Thaís Isabela Simão Kardec
- Est. Camila de Oliveira Santos
- Est. Dayane Teodoro de Andrade
- Est. John Kennedy Fonsêca Silva
- Est. Kaik Fernando Salles
- Est. Rangel de Abreu Moreira da Silva

Os resultados apresentados no presente documento tem significação restrita e se aplicam somente ao material em questão. Este documento e seus resultados não poderão ser utilizados para fins promocionais. A interpretação dos resultados não é responsabilidade do laboratório.

Atenciosamente;

x

**Eng. Civil Esp. Sheilla Pereira Vieira**  
**Resp. Técnico - CREA 135866-D/MG**

x

**Douglas Ribeiro Oliveira**  
**Auxiliar de Laboratório**

x

**Daiane Teodoro de Andrade**  
**Estagiária**

Patos de Minas, 22 de agosto de 2017

Laboratório de Análises Tecnológicas de Materiais de Construção - (34) 3823-0200

LAUDO DE ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS  
OTTAWA ENGENHARIA  
SOLO 03

<b>GRANULOMETRIA POR SEDIMENTAÇÃO - ABNT NBR 7181</b>
---

<b>Cliente:</b> Ottawa Engenharia	<b>Data:</b> 30/8/2017
<b>Identificação da amostra:</b> Solo 03	
<b>Operador:</b> Thaís Kardec	<b>Supervisor:</b> Sheilla Pereira Vieira

INFORMAÇÕES GERAIS			
SEDIMENTO ÚMIDO (g)	120	DENSÍMETRO	2
UMIDADE	10,15%	PROVETA	2
SEDIMENTO SECO (g)	108,9	DEFLOCULANTE	HEXAMET. DE SÓDIO
SOLO PASSADO NA #10 - 2 mm (g)	99%	DENSIDADE DOS GRÃOS	2,657

TEMPO	Hora (h)	LEITURA (L)	TEMP. °C	LEITURA NO DISPERSOR (Ld)	DIÂMETRO DOS GRÃOS (mm)	% EM SUSPENSÃO
Início	10:56					
0,5 min	10:56:30	35	26,0	1,0020	0,065	48,2%
1 min	10:57:00	34	26,0	1,0020	0,046	46,7%
2 min	10:58:00	33,5	26,0	1,0020	0,033	46,0%
4 min	11:00:00	33	26,0	1,0020	0,022	45,3%
8 min	11:04:00	31,5	25,9	1,0020	0,016	43,1%
15 min	11:11:00	31,5	25,8	1,0020	0,012	43,0%
30 min	11:26:00	31	25,7	1,0020	0,008	42,3%
1h	11:56:00	30,5	25,2	1,0022	0,006	41,3%
2h	12:56:00	30,2	25,1	1,0022	0,004	40,9%
4h	14:56:00	30	24,3	1,0024	0,003	40,3%
8h	18:56:00	30	24,3	1,0024	0,002	40,3%
24h	10:56:00	30	24,4	1,0024	0,001	40,3%

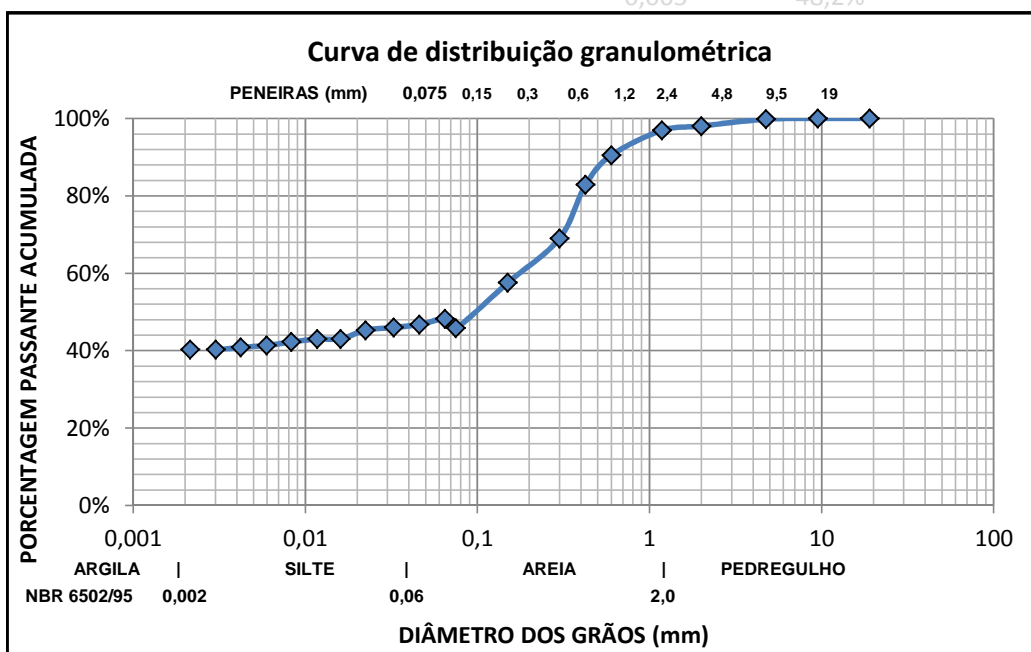
GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO					
PENEIRAMENTO GROSSO					
PENEIRA	ABERTURA (MM)	MASSA RETIDA	RETIDA ACUM.	PASSANTE ACUMULADA	% PASSANTE
#	#		0	2,21	100,00
3/4"	19	0	0	2,21	100,00
3/8"	9,5	0	0	2,21	100,00
4	4,75	0,2	0,2	2,01	90,95
10	2	1,91	2,11	0,10	4,52
CUBA	CUBA	0,1	2,21	0,00	0,00

PENEIRAMENTO FINO (APÓS SEDIMENTAÇÃO)					
PENEIRA	ABERTURA (MM)	MASSA RETIDA	RETIDA ACUM.	PASSANTE ACUMULADA	% PASSANTE
#	#		0	58,14	100,00
16	1,18	1,25	1,25	56,89	97,85
30	0,6	7,16	8,41	49,73	85,53
40	0,425	8,43	16,84	41,30	71,04
50	0,25	15,43	32,27	25,87	44,50
100	0,15	12,74	45,01	13,13	22,58
200	0,075	13	58,01	0,13	0,22
CUBA	CUBA	0,13	58,14	0,00	0,00



CÁLCULOS			MALHA	% pass.acum
Mt (total seca ao ar)	120,0	Grosso (Qg)	19	100,00%
Mg (retida acum. #10)	2,1		9,5	100,00%
			4,75	99,82%
			2	98,07%
Umidade higroscópica	10,15%	Fino (Qf)	1,18	96,94%
			0,6	90,50%
Ms (total seca)	109,14		0,425	82,91%
			0,3	69,02%
Mh (mat. peneir. fino)	120		0,15	57,55%
			0,075	45,85%

0,065 48,2%



ANÁLISE PRÉVIA	
PEDREGULHOS	1,93%
AREIA	51,33%
SILTE	6,40%
ARGILA	40,34%

x

**Eng. Civil Esp. Sheilla Pereira Vieira**  
**Resp. Técnico - CREA 135866-D/MG**

x


**Daiane Teodoro de Andrade**  
**Estagiária**

x

**Douglas Ribeiro Oliveira**  
**Auxiliar de Laboratório**

Laboratório de Análises Tecnológicas de  
Materiais de Construção

Patos de Minas, 30 de agosto de 2017

Ensaio de compactação NBR 7182						
Cliente <b>Ottawa Engenharia</b>		Obra			Local <b>Jazida</b>	
Identificação da amostra (furo/estaca) <b>Amostra 03</b>		Profundidade		Material <b>Solo amarelado</b>		Estudo <b>Subleito</b>
Material ret. na peneira nº 4 <b>menor que 10%</b>		Umidade higroscópica	C	6,89	Operador	
Proctor / Golpes <b>normal / 26 golpes</b>			C + S + A	22,67		
			C + S	22,33		
			Umidade	2,18%	Data <b>14/8/2017</b>	



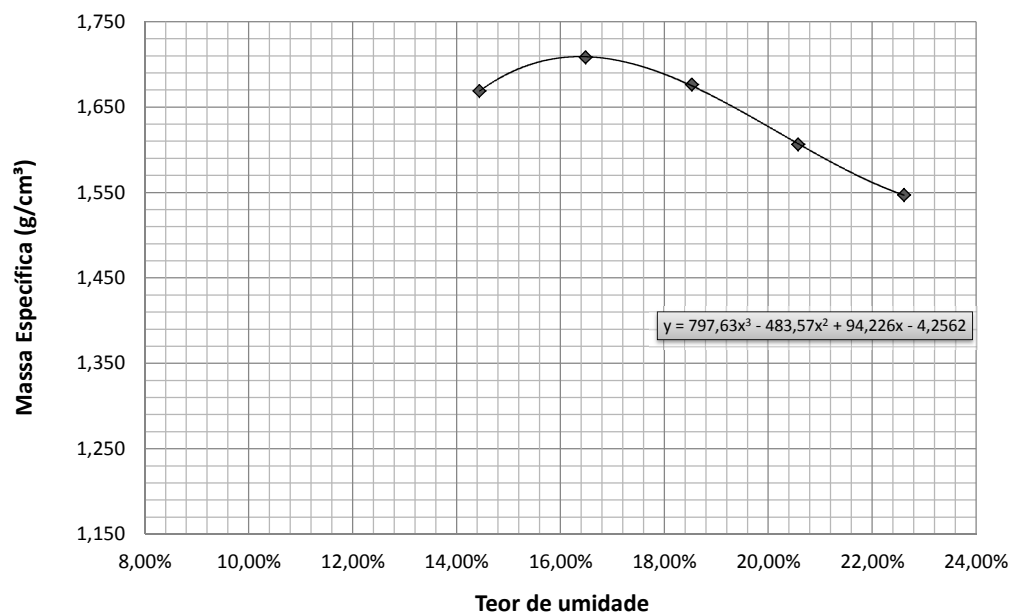
Ensaio de compactação NBR 7182		Amostras				
		1	2	3	4	5
Cilindro	Nº identificação					
	Massa (g)	3384	3384	3384	3384	3384
	Volume (cm <sup>3</sup> )	<b>1002,2</b>	<b>1002,2</b>	<b>1002,2</b>	<b>1002,2</b>	<b>1002,2</b>
Massa (g)	Amostra + Cilindro	5298	5378	5375	5325	5285
	Amostra	<b>1914</b>	<b>1994</b>	<b>1991</b>	<b>1941</b>	<b>1901</b>

Peso material	<b>2500</b>
Peso mat. seco	<b>2446,7</b>

Amostra	1	2	3	4	5
Água adicionada (g)	300	350	400	450	500
% Água adicionada	12%	14%	16,0%	18%	20%
Umidade calculada	14,4%	16,5%	18,5%	20,6%	22,6%

Teor de umidade - NBR 6457				
1	2	3	4	5

Quadro resumo					
Amostra	1	2	3	4	5
Massa específica (g/cm <sup>3</sup> )	1,910	1,990	1,987	1,937	1,897
Massa específica seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,669	1,708	1,676	1,606	1,547
Peso esp. seco (KN/m <sup>3</sup> )	16,37	16,76	16,44	15,76	15,18
Umidade (%)	14,4%	16,5%	18,5%	20,6%	22,6%



◆ Série3

— Polinômio (Série3)

Densidade máxima

**1,709 g/cm<sup>3</sup>**

Umidade ótima

**16,4 %**

Análise diferencial				
	a	b	c	d
y (equação)	797,6	-483,6	94,23	-4,256
y' (derivada)		2393	-967,1	94,23
Inflexão (x)			24%	<b>16,4%</b>
Inflexão (y)			1,531	<b>1,709</b>

Umidade ótima **16,4%**

Peso esp. seco máx **1,709**

# Determinação do limite de liquidez e limite de plasticidade

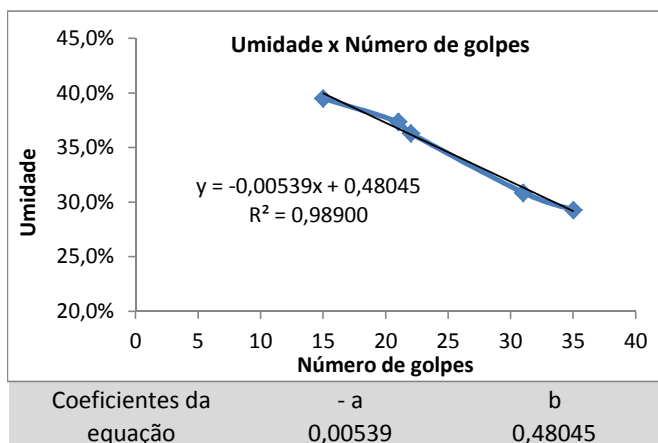
NBR 6459:2016 / NBR 7180:2016

<b>Ciente:</b> Ottawa Engenharia	<b>Registro:</b> PC 17012 - CT002/2017	<b>Data:</b> 05/09/17
<b>Identificação da amostra:</b> Solo do Furo 03		
<b>Operador:</b> Douglas Ribeiro e Thaís Kardec	<b>Supervisor:</b> Sheilla Pereira Vieira	

Limite de liquidez - NBR 6459:2016					
Golpes	Teor de umidade				w% média
	C	C + Sw	C + Ss	w%	
15	15,43	24,64	22,02	39,8%	39,5%
	13,02	18,34	16,84	39,3%	
21	14,37	19,89	18,39	37,3%	37,4%
	12,64	18,59	16,97	37,4%	
22	6,51	12,58	10,95	36,7%	36,3%
	9,29	16,1	14,3	35,9%	
31	14,15	19,44	18,17	31,6%	30,9%
	13,26	17,82	16,763	30,2%	
35	23,2	32,18	30,15	29,2%	29,3%
	12,38	23,3	20,82	29,4%	

Limite de plasticidade - NBR 7180:2016					
Amostra	Teor de umidade				w% média
	C	C + Sw	C + SS	w%	
1	7,44	8,39	8,18	28,4%	28,4%
2	5,98	6,79	6,61	28,6%	
3	9,51	10,71	10,45	27,7%	
Desvio padrão					0,5%
Coeficiente de variação					1,7%

Em destaque encontram-se as amostras descartadas por desviar muito da média



Limite de liquidez (25 golpes)	<b>34,6%</b>
Limite de plasticidade	<b>28,4%</b>
Índice de plasticidade	<b>6,2%</b>

Laboratório de Análises Tecnológicas de Materiais de Construção - (34) 3823-0200

Patos de Minas, 05 de setembro de 2017

Atenciosamente;

x  
**Eng. Civil Esp. Sheilla Pereira Vieira**  
**Resp. Técnico - CREA 135866-D/MG**

x  
**Douglas Ribeiro Oliveira**  
**Auxiliar de Laboratório**

x  
**Thaís Isabela Simão Kardec**  
**Auxiliar de Laboratório**

## EQUIPE TÉCNICA

- Téc. Douglas Ribeiro Oliveira
- Téc. Thaís Isabela Simão Kardec
- Est. Camila de Oliveira Santos
- Est. Dayane Teodoro de Andrade
- Est. John Kennedy Fonsêca Silva
- Est. Kaik Fernando Salles
- Est. Rangel de Abreu Moreira da Silva

Os resultados apresentados no presente documento tem significação restrita e se aplicam somente ao material em questão. Este documento e seus resultados não poderão ser utilizados para fins promocionais. A interpretação dos resultados não é responsabilidade do laboratório.

# Determinação da massa específica de grãos de solo que passam na peneira de 4,8 mm

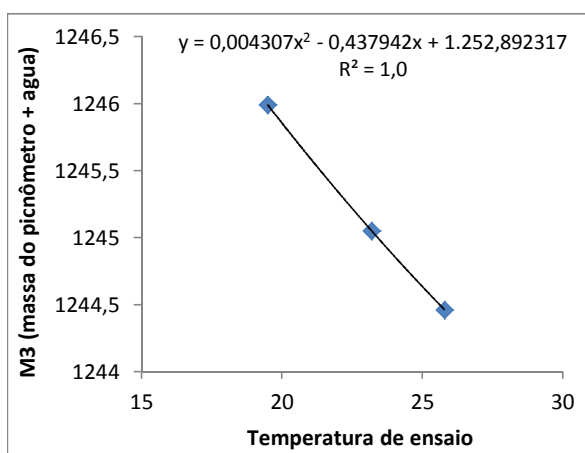
NBR 6458:2016 - Anexo B

<b>Cliente:</b> Ottawa Engenharia	<b>Registro:</b> PC 17012 - CT003/2017	<b>Data:</b> 22/08/17
<b>Identificação da amostra:</b> Solo ST 03		
<b>Operador:</b> Daiane Teodoro	<b>Supervisor:</b> Sheilla Pereira Vieira	

CALIBRAÇÃO			
Picnômetro 1000 ml #01			
Temperatura 1	19,5	Massa 1	1245,99
Temperatura 2	23,2	Massa 2	1245,05
Temperatura 3	25,8	Massa 3	1244,46

Dados iniciais	
Massa de solo úmido (M1)	120
Teor de umidade (w)	1,1%
Massa de solo seco	118,732

Umidade	
C	7,23
C + Sw	14,8
C + Ss	14,7
w%	1,07%



Ensaio	
Temperatura do ensaio	27,4
Massa picnômetro + solo + água (M2)	1318,33
Massa do picnômetro + água (M3)	1244,13
Densidade da água (pa)	0,9965

Massa específica

$$\rho_s = \frac{M1/(1+w)}{[M1/(1+w)] + M3 - M2} \cdot \rho_a \quad \mathbf{2,657 \text{ g/cm}^3}$$

## EQUIPE TÉCNICA

- Téc. Douglas Ribeiro Oliveira
- Téc. Thaís Isabela Simão Kardec
- Est. Camila de Oliveira Santos
- Est. Dayane Teodoro de Andrade
- Est. John Kennedy Fonsêca Silva
- Est. Kaik Fernando Salles
- Est. Rangel de Abreu Moreira da Silva

Os resultados apresentados no presente documento tem significação restrita e se aplicam somente ao material em questão. Este documento e seus resultados não poderão ser utilizados para fins promocionais. A interpretação dos resultados não é responsabilidade do laboratório.

Atenciosamente;

x

**Eng. Civil Esp. Sheilla Pereira Vieira**  
**Resp. Técnico - CREA 135866-D/MG**

x

**Douglas Ribeiro Oliveira**  
**Auxiliar de Laboratório**

x

**Daiane Teodoro de Andrade**  
**Estagiária**

Patos de Minas, 22 de agosto de 2017

Laboratório de Análises Tecnológicas de Materiais de Construção - (34) 3823-0200

LAUDO DE ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS  
OTTAWA ENGENHARIA  
SOLO 04

<b>GRANULOMETRIA POR SEDIMENTAÇÃO - ABNT NBR 7181</b>
---

Cliente: Ottawa Engenharia	Data: 30/8/2017
Identificação da amostra: Solo 04	
Operador: Thaís Kardec	Supervisor: Sheilla Pereira Vieira

INFORMAÇÕES GERAIS			
SEDIMENTO ÚMIDO (g)	120	DENSÍMETRO	2
UMIDADE	9,12%	PROVETA	2
SEDIMENTO SECO (g)	110,0	DEFLOCULANTE	HEXAMET. DE SÓDIO
SOLO PASSADO NA #10 - 2 mm (g)	99%	DENSIDADE DOS GRÃOS	2,722

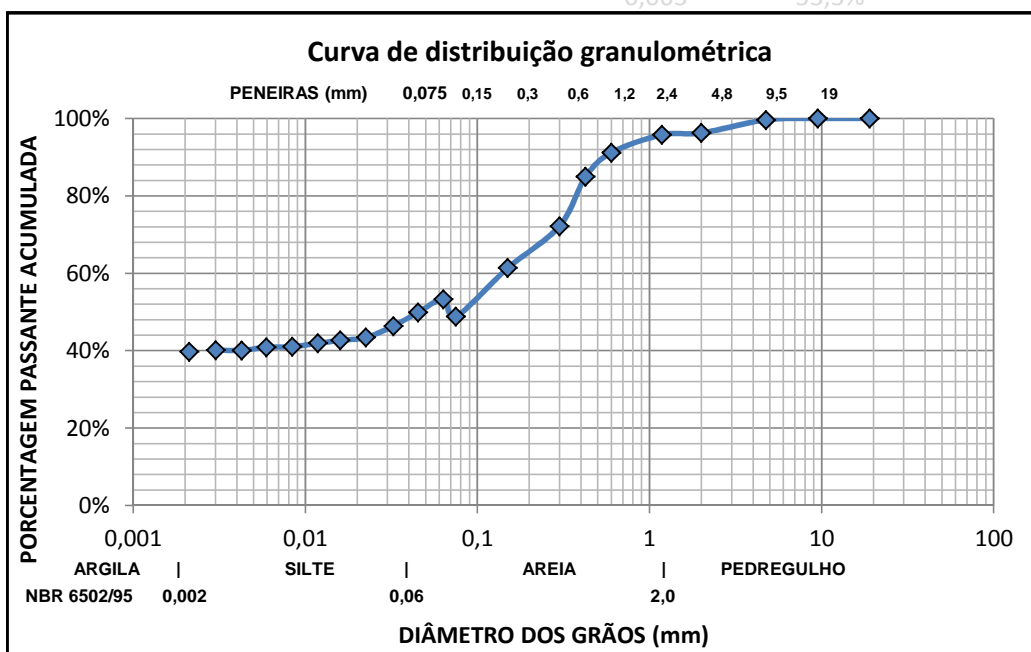
TEMPO	Hora (h)	LEITURA (L)	TEMP. °C	LEITURA NO DISPERSOR (Ld)	DIÂMETRO DOS GRÃOS (mm)	% EM SUSPENSÃO
Início	10:20					
0,5 min	10:20:30	40	23,2	1,0026	0,063	53,3%
1 min	10:21:00	37,5	23,8	1,0025	0,045	49,9%
2 min	10:22:00	35	23,9	1,0025	0,032	46,4%
4 min	10:24:00	33	23,6	1,0025	0,023	43,4%
8 min	10:28:00	32,5	23,5	1,0026	0,016	42,7%
15 min	10:35:00	32	23,4	1,0026	0,012	41,9%
30 min	10:50:00	31,5	22,8	1,0027	0,008	41,0%
1h	11:20:00	31,5	22,5	1,0028	0,006	40,9%
2h	12:20:00	31	22,1	1,0029	0,004	40,1%
4h	14:20:00	31	22,2	1,0029	0,003	40,1%
8h	18:20:00	30,5	23,2	1,0026	0,002	39,7%
24h	10:20:00	31,3	19,2	1,0035	0,001	39,6%

GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO					
PENEIRAMENTO GROSSO					
PENEIRA	ABERTURA (MM)	MASSA RETIDA	RETIDA ACUM.	PASSANTE ACUMULADA	% PASSANTE
#	#		0	4,1	100,00
3/4"	19	0	0	4,10	100,00
3/8"	9,5	0	0	4,10	100,00
4	4,75	0,4	0,4	3,70	90,24
10	2	3,7	4,1	0,00	0,00
CUBA	CUBA	0	4,1	0,00	0,00

PENEIRAMENTO FINO (APÓS SEDIMENTAÇÃO)					
PENEIRA	ABERTURA (MM)	MASSA RETIDA	RETIDA ACUM.	PASSANTE ACUMULADA	% PASSANTE
#	#		0	54,30	100,00
16	1,18	0,53	0,53	53,77	99,02
30	0,6	5,3	5,83	48,47	89,26
40	0,425	7,13	12,96	41,34	76,13
50	0,25	14,57	27,53	26,77	49,30
100	0,15	12,37	39,9	14,40	26,52
200	0,075	14,29	54,19	0,11	0,20
CUBA	CUBA	0,11	54,3	0,00	0,00

CÁLCULOS			MALHA	% pass.acum
Mt (total seca ao ar)	120,0	Grosso (Qg)	19	100,00%
Mg (retida acum. #10)	4,1		9,5	100,00%
			4,75	99,64%
			2	96,28%
Umidade higroscópica	9,12%	Fino (Qf)	1,18	95,82%
			0,6	91,18%
Ms (total seca)	110,31		0,425	84,94%
			0,3	72,18%
Mh (mat. peneir. fino)	120		0,15	61,35%
			0,075	48,84%

0,063 53,3%



ANÁLISE PRÉVIA	
PEDREGULHOS	3,72%
AREIA	46,39%
SILTE	10,29%
ARGILA	39,60%

x

Eng. Civil Esp. Sheilla Pereira Vieira  
Resp. Técnico - CREA 135866-D/MG

x


**Daiane Teodoro de Andrade**  
Estagiária

x

**Douglas Ribeiro Oliveira**  
Auxiliar de Laboratório

Laboratório de Análises Tecnológicas de  
Materiais de Construção

Patos de Minas, 30 de agosto de 2017

Ensaio de compactação NBR 7182					
Cliente <b>Ottawa Engenharia</b>		Obra		Local <b>Jazida</b>	
Identificação da amostra (furo/estaca) <b>Amostra 04</b>		Profundidade		Material <b>Solo amarelado</b>	
				Estudo <b>Subleito</b>	
Material ret. na peneira nº 4 <b>menor que 10%</b>		Umidade higroscópica	C	7,88	Operador
			C + S + A	19,95	
Proctor / Golpes <b>normal / 26 golpes</b>			C + S	19,72	Data <b>11/8/2017</b>
			<b>Umidade</b>	<b>1,97%</b>	
					

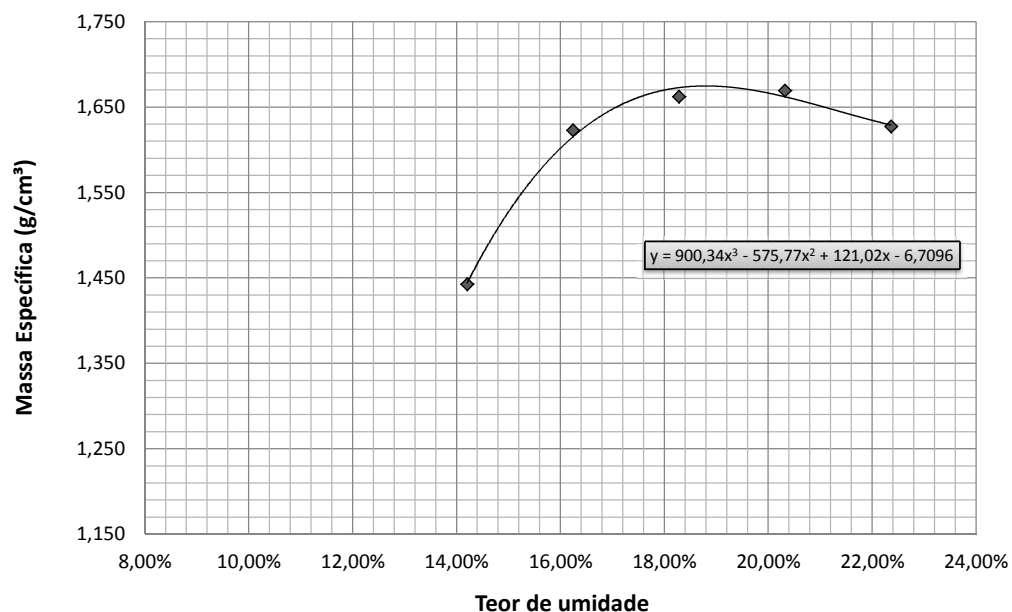
Ensaio de compactação NBR 7182		Amostras				
		1	2	3	4	5
Cilindro	Nº identificação					
	Massa (g)	3385,3	3385,3	3385,3	3385,3	3385,3
	Volume (cm <sup>3</sup> )	<b>997,5</b>	<b>997,5</b>	<b>997,5</b>	<b>997,5</b>	<b>997,5</b>
Massa (g)	Amostra + Cilindro	5028,6	5266,8	5346,5	5388,7	5371,5
	Amostra	<b>1643,3</b>	<b>1881,5</b>	<b>1961,2</b>	<b>2003,4</b>	<b>1986,2</b>

Peso material	<b>2500</b>
Peso mat. seco	<b>2451,7</b>

Amostra	1	2	3	4	5
Água adicionada (g)	300	350	400	450	500
% Água adicionada	12%	14%	16,0%	18%	20%
Umidade calculada	14,2%	16,2%	18,3%	20,3%	22,4%

Teor de umidade - NBR 6457				
1	2	3	4	5

Quadro resumo					
Amostra	1	2	3	4	5
Massa específica (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1,647</b>	<b>1,886</b>	<b>1,966</b>	<b>2,008</b>	<b>1,991</b>
Massa específica seca (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1,442</b>	<b>1,623</b>	<b>1,662</b>	<b>1,669</b>	<b>1,627</b>
Peso esp. seco (KN/m <sup>3</sup> )	<b>14,15</b>	<b>15,92</b>	<b>16,31</b>	<b>16,37</b>	<b>15,96</b>
Umidade (%)	<b>14,2%</b>	<b>16,2%</b>	<b>18,3%</b>	<b>20,3%</b>	<b>22,4%</b>



Análise diferencial				
	a	b	c	d
y (equação)	900,3	-575,8	121	-6,71
y' (derivada)		2701	-1152	121
Inflexão (x)			24%	<b>18,8%</b>
Inflexão (y)			1,617	<b>1,675</b>

Umidade ótima **18,8%**  
Peso esp. seco máx **1,675**



# Determinação do limite de liquidez e limite de plasticidade

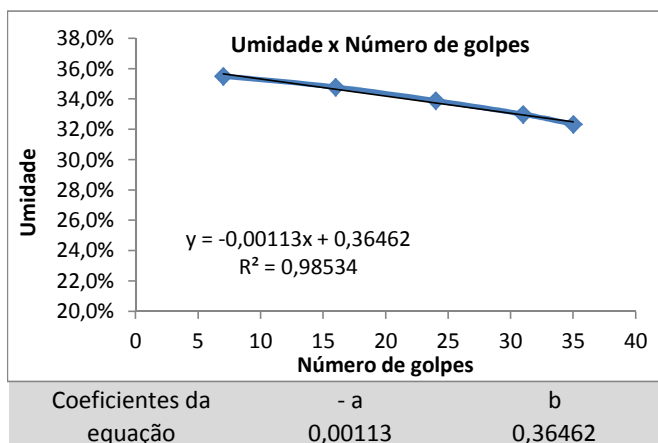
NBR 6459:2016 / NBR 7180:2016

<b>Ciente:</b> Ottawa Engenharia	<b>Registro:</b> PC 17012 - CT002/2017	<b>Data:</b> 05/09/17
<b>Identificação da amostra:</b> Solo do Furo 4		
<b>Operador:</b> Douglas Ribeiro e Thaís Kardec	<b>Supervisor:</b> Sheilla Pereira Vieira	

Limite de liquidez - NBR 6459:2016					
Golpes	Teor de umidade				w% média
	C	C + Sw	C + Ss	w%	
7	6,63	12,14	10,7	35,4%	35,5%
	7	12,48	11,04	35,6%	
16	6,61	13,69	11,86	34,9%	34,8%
	6,81	12,9	11,33	34,7%	
24	14,53	22,43	20,43	33,9%	33,9%
	12,35	20,28	18,22	35,1%	
31	6,34	13,65	11,86	32,4%	33,0%
	7,13	14,45	12,61	33,6%	
35	7,04	16,66	14,32	32,1%	32,3%
	6,99	16,44	14,12	32,5%	

Limite de plasticidade - NBR 7180:2016					
Amostra	Teor de umidade				w% média
	C	C + Sw	C + SS	w%	
1	9,11	9,94	9,77	25,8%	24,7%
2	6,36	7,63	7,38	24,5%	
3	9,13	9,86	9,72	23,7%	
4	6,84	8,18	7,93	22,9%	
5	7,25	7,98	7,86	19,7%	
Desvio padrão					2,3%
Coeficiente de variação					9,3%

Em destaque encontram-se as amostras descartadas por desviar muito da média



Limite de liquidez (25 golpes)	<b>33,6%</b>
Limite de plasticidade	<b>24,7%</b>
Índice de plasticidade	<b>9,0%</b>

Laboratório de Análises Tecnológicas de Materiais de Construção - (34) 3823-0200

Patos de Minas, 05 de setembro de 2017

Atenciosamente;

x  
**Eng. Civil Esp. Sheilla Pereira Vieira**  
**Resp. Técnico - CREA 135866-D/MG**

x  
**Douglas Ribeiro Oliveira**  
**Auxiliar de Laboratório**

x  
**Thaís Isabela Simão Kardec**  
**Auxiliar de Laboratório**

## EQUIPE TÉCNICA

- Téc. Douglas Ribeiro Oliveira
- Téc. Thaís Isabela Simão Kardec
- Est. Camila de Oliveira Santos
- Est. Dayane Teodoro de Andrade
- Est. John Kennedy Fonsêca Silva
- Est. Kaik Fernando Salles
- Est. Rangel de Abreu Moreira da Silva

Os resultados apresentados no presente documento tem significação restrita e se aplicam somente ao material em questão. Este documento e seus resultados não poderão ser utilizados para fins promocionais. A interpretação dos resultados não é responsabilidade do laboratório.

**Determinação da massa específica de grãos de solo que passam na peneira de 4,8 mm****NBR 6458:2016 - Anexo B**

<b>Cliente:</b> Ottawa Engenharia	<b>Registro:</b> PC 17012 - CT002/2017	<b>Data:</b> 22/08/17
<b>Identificação da amostra:</b> Solo ST 04		
<b>Operador:</b> Daiane Teodoro	<b>Supervisor:</b> Sheilla Pereira Vieira	

**CALIBRAÇÃO**

Picnômetro 1000 ml #01

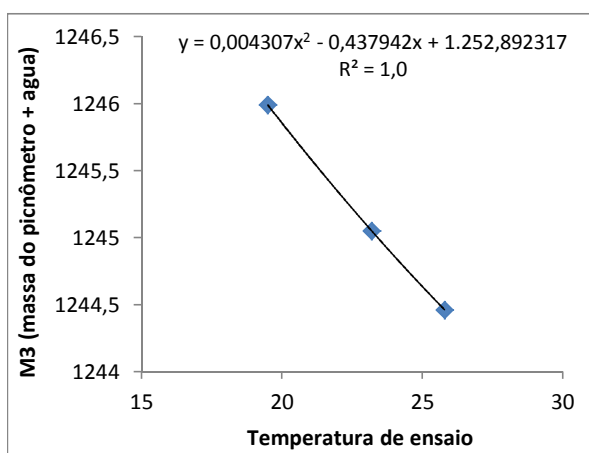
Temperatura 1	19,5	Massa 1	1245,99
Temperatura 2	23,2	Massa 2	1245,05
Temperatura 3	25,8	Massa 3	1244,46

**Dados iniciais**

Massa de solo úmido (M1)	120
Teor de umidade (w)	1,3%
Massa de solo seco	118,47

**Umidade**

C	6,83
C + Sw	15,46
C + Ss	15,35
w%	1,29%

**Ensaio**

Temperatura do ensaio	24,8
Massa picnômetro + solo + água (M2)	1317,98
Massa do picnômetro + água (M3)	1244,68
Densidade da água (pa)	0,9973

Massa específica

$$\rho_s = \frac{M1/(1+w)}{[M1/(1+w)] + M3 - M2} \cdot \rho_a$$

**2,616 g/cm³****EQUIPE TÉCNICA**

- Téc. Douglas Ribeiro Oliveira
- Téc. Thaís Isabela Simão Kardec
- Est. Camila de Oliveira Santos
- Est. Dayane Teodoro de Andrade
- Est. John Kennedy Fonsêca Silva
- Est. Kaik Fernando Salles
- Est. Rangel de Abreu Moreira da Silva

Os resultados apresentados no presente documento tem significação restrita e se aplicam somente ao material em questão. Este documento e seus resultados não poderão ser utilizados para fins promocionais. A interpretação dos resultados não é responsabilidade do laboratório.

Atenciosamente;

x

**Eng. Civil Esp. Sheilla Pereira Vieira**  
**Resp. Técnico - CREA 135866-D/MG**

x

**Douglas Ribeiro Oliveira**  
**Auxiliar de Laboratório**

x

**Daiane Teodoro de Andrade**  
**Estagiária**

Patos de Minas, 22 de agosto de 2017

Laboratório de Análises Tecnológicas de Materiais de Construção - (34) 3823-0200

LAUDO DE ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS  
OTTAWA ENGENHARIA  
SOLO 05

<b>GRANULOMETRIA POR SEDIMENTAÇÃO - ABNT NBR 7181</b>
---

<b>Cliente:</b> Ottawa Engenharia	<b>Data:</b> 30/8/2017
<b>Identificação da amostra:</b> Solo 05	
<b>Operador:</b> Thaís Kardec	<b>Supervisor:</b> Sheilla Pereira Vieira

INFORMAÇÕES GERAIS			
SEDIMENTO ÚMIDO (g)	120	DENSÍMETRO	2
UMIDADE	10,73%	PROVETA	2
SEDIMENTO SECO (g)	108,4	DEFLOCULANTE	HEXAMET. DE SÓDIO
SOLO PASSADO NA #10 - 2 mm (g)	99%	DENSIDADE DOS GRÃOS	2,722

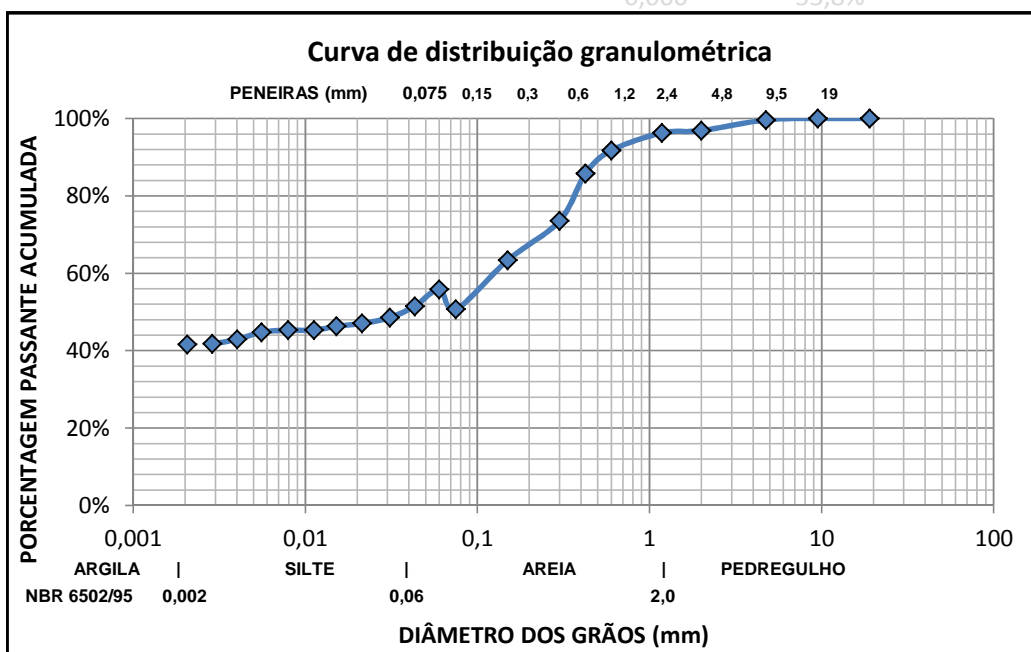
TEMPO	Hora (h)	LEITURA (L)	TEMP. °C	LEITURA NO DISPERSOR (Ld)	DIÂMETRO DOS GRÃOS (mm)	% EM SUSPENSÃO
Início	09:50					
0,5 min	09:50:30	40	28,3	1,0014	0,060	55,8%
1 min	09:51:00	37	28,3	1,0014	0,043	51,5%
2 min	09:52:00	35	28,2	1,0014	0,031	48,6%
4 min	09:54:00	34	28,0	1,0015	0,021	47,0%
8 min	09:58:00	33,5	28,0	1,0015	0,015	46,3%
15 min	10:05:00	33	27,2	1,0017	0,011	45,3%
30 min	10:20:00	33	27,2	1,0017	0,008	45,3%
1h	10:50:00	32,5	27,7	1,0016	0,006	44,8%
2h	11:50:00	31,5	26,6	1,0018	0,004	42,9%
4h	13:50:00	31	25,5	1,0021	0,003	41,8%
8h	17:50:00	31	25,0	1,0022	0,002	41,6%
24h	09:50:00	31	23,7	1,0025	0,001	41,2%

GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO					
PENEIRAMENTO GROSSO					
PENEIRA	ABERTURA (MM)	MASSA RETIDA	RETIDA ACUM.	PASSANTE ACUMULADA	% PASSANTE
#	#		0	3,49	100,00
3/4"	19	0	0	3,49	100,00
3/8"	9,5	0	0	3,49	100,00
4	4,75	0,39	0,39	3,10	88,83
10	2	3	3,39	0,10	2,87
CUBA	CUBA	0,1	3,49	0,00	0,00

PENEIRAMENTO FINO (APÓS SEDIMENTAÇÃO)					
PENEIRA	ABERTURA (MM)	MASSA RETIDA	RETIDA ACUM.	PASSANTE ACUMULADA	% PASSANTE
#	#		0	51,62	100,00
16	1,18	0,67	0,67	50,95	98,70
30	0,6	5,07	5,74	45,88	88,88
40	0,425	6,68	12,42	39,20	75,94
50	0,25	13,68	26,1	25,52	49,44
100	0,15	11,34	37,44	14,18	27,47
200	0,075	14,18	51,62	0,00	0,00
CUBA	CUBA	0	51,62	0,00	0,00

CÁLCULOS			MALHA	% pass.acum
Mt (total seca ao ar)	120,0	Grosso (Qg)	19	100,00%
Mg (retida acum. #10)	3,4		9,5	100,00%
			4,75	99,64%
		Fino (Qf)	2	96,88%
Umidade higroscópica	10,73%		1,18	96,28%
			0,6	91,75%
Ms (total seca)	108,70		0,425	85,78%
			0,3	73,55%
Mh (mat. peneir. fino)	120		0,15	63,41%
			0,075	50,73%

0,060 55,8%



ANÁLISE PRÉVIA	
PEDREGULHOS	3,12%
AREIA	41,06%
SILTE	14,64%
ARGILA	41,19%

x

Eng. Civil Esp. Sheilla Pereira Vieira  
Resp. Técnico - CREA 135866-D/MG

x


**Daiane Teodoro de Andrade**  
Estagiária

x

**Douglas Ribeiro Oliveira**  
Auxiliar de Laboratório

Laboratório de Análises Tecnológicas de  
Materiais de Construção

Patos de Minas, 30 de agosto de 2017

Ensaio de compactação NBR 7182					
Cliente <b>Ottawa Engenharia</b>		Obra		Local <b>Jazida</b>	
Identificação da amostra (furo/estaca) <b>Amostra 05</b>		Profundidade		Material <b>Solo amarelado</b>	
				<b>Estudo Subleito</b>	
Material ret. na peneira nº 4 <b>menor que 10%</b>		Umidade higroscópica	C	13,7	Operador
Proctor / Golpes <b>normal / 26 golpes</b>			C + S + A	37,7	
			C + S	36,8	
			Umidade	4,24%	Data <b>11/8/2017</b>
					



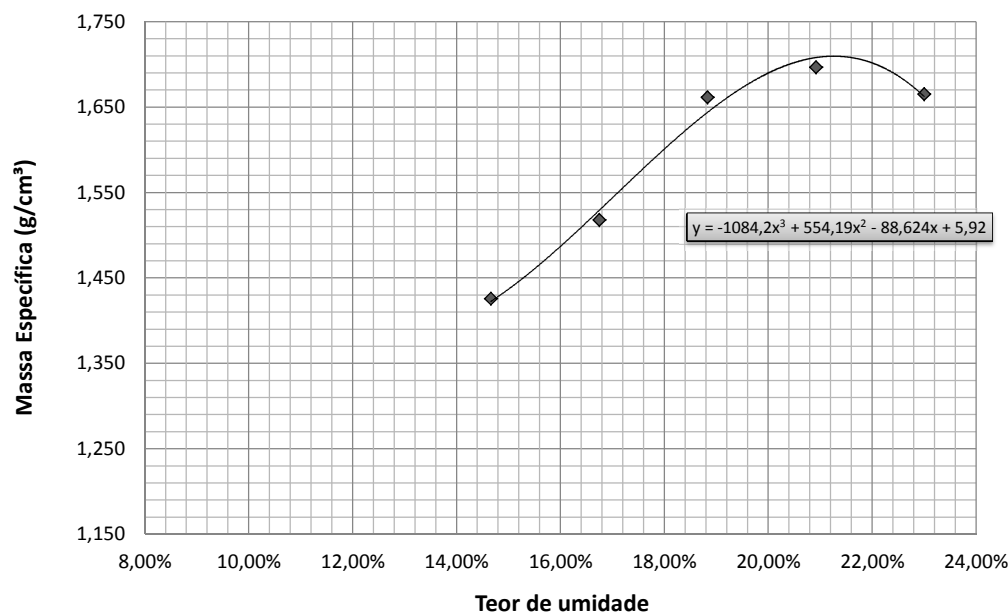
Ensaio de compactação NBR 7182		Amostras				
		1	2	3	4	5
Cilindro	Nº identificação					
	Massa (g)	3383,9	3383,9	3383,9	3383,9	3383,9
	Volume (cm³)	<b>979,7</b>	<b>979,7</b>	<b>979,7</b>	<b>979,7</b>	<b>979,7</b>
Massa (g)	Amostra + Cilindro	4985,3	5119,9	5317,9	5393,7	5390,6
	Amostra	<b>1601,4</b>	<b>1736</b>	<b>1934</b>	<b>2009,8</b>	<b>2006,7</b>

Peso material	<b>2500</b>
Peso mat. seco	<b>2398,3</b>

Amostra	1	2	3	4	5
Água adicionada (g)	250	300	350	400	450
% Água adicionada	10%	12%	14,0%	16%	18%
Umidade calculada	14,7%	16,7%	18,8%	20,9%	23,0%

Teor de umidade - NBR 6457				
1	2	3	4	5

Quadro resumo					
Amostra	1	2	3	4	5
Massa específica (g/cm³)	1,635	1,772	1,974	2,051	2,048
Massa específica seca (g/cm³)	1,425	1,518	1,661	1,696	1,665
Peso esp. seco (KN/m³)	13,98	14,89	16,30	16,64	16,34
Umidade (%)	14,7%	16,7%	18,8%	20,9%	23,0%



◆ Série3  
— Polinômio (Série3)

Densidade máxima

**1,709 g/cm³**

Umidade ótima

**21,3 %**

Análise diferencial				
	a	b	c	d
y (equação)	-1084	554,2	-88,62	5,92
y' (derivada)		-3253	1108	-88,62
Inflexão (x)			13%	<b>21,3%</b>
Inflexão (y)			1,382	<b>1,709</b>

Umidade ótima **21,3%**  
Peso esp. seco máx **1,709**

# Determinação do limite de liquidez e limite de plasticidade

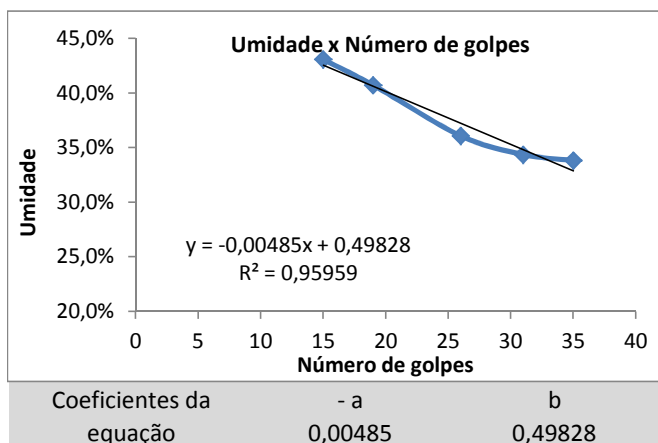
NBR 6459:2016 / NBR 7180:2016

<b>Ciente:</b> Ottawa Engenharia	<b>Registro:</b> PC 17012 - CT002/2017	<b>Data:</b> 05/09/17
<b>Identificação da amostra:</b> Solo do Furo 5		
<b>Operador:</b> Douglas Ribeiro e Thaís Kardec	<b>Supervisor:</b> Sheilla Pereira Vieira	

Limite de liquidez - NBR 6459:2016					
Golpes	Teor de umidade				w% média
	C	C + Sw	C + Ss	w%	
15	6,7	10,23	9,17	42,9%	43,1%
	9,09	12,17	11,24	43,3%	
19	6,61	12,27	10,61	41,50%	40,7%
	6,96	10,5	9,49	39,92%	
26	7,15	12,22	10,87	36,3%	36,1%
	6,5	14,15	12,13	35,9%	
31	6,71	11,36	10,16	34,8%	34,4%
	6,64	10,98	9,88	34,0%	
35	7,16	13,28	11,74	33,6%	33,8%
	6,11	11,31	9,99	34,0%	

Limite de plasticidade - NBR 7180:2016					
Amostra	Teor de umidade				w% média
	C	C + Sw	C + SS	w%	
1	6,81	7,54	7,36	32,7%	33,5%
2	6,77	7,53	7,34	33,3%	
3	6,82	8,15	7,81	34,3%	
Desvio padrão					0,8%
Coeficiente de variação					2,4%

Em destaque encontram-se as amostras descartadas por desviar muito da média



Limite de liquidez (25 golpes)	<b>37,7%</b>
Limite de plasticidade	<b>33,5%</b>
Índice de plasticidade	<b>4,2%</b>

Laboratório de Análises Tecnológicas de Materiais de Construção - (34) 3823-0200

Patos de Minas, 05 de setembro de 2017

Atenciosamente;

x  
**Eng. Civil Esp. Sheilla Pereira Vieira**  
**Resp. Técnico - CREA 135866-D/MG**

x  
**Douglas Ribeiro Oliveira**  
**Auxiliar de Laboratório**

x  
**Thaís Isabela Simão Kardec**  
**Auxiliar de Laboratório**

## EQUIPE TÉCNICA

- Téc. Douglas Ribeiro Oliveira
- Téc. Thaís Isabela Simão Kardec
- Est. Camila de Oliveira Santos
- Est. Dayane Teodoro de Andrade
- Est. John Kennedy Fonsêca Silva
- Est. Kaik Fernando Salles
- Est. Rangel de Abreu Moreira da Silva

Os resultados apresentados no presente documento tem significação restrita e se aplicam somente ao material em questão. Este documento e seus resultados não poderão ser utilizados para fins promocionais. A interpretação dos resultados não é responsabilidade do laboratório.

# Determinação da massa específica de grãos de solo que passam na peneira de 4,8 mm

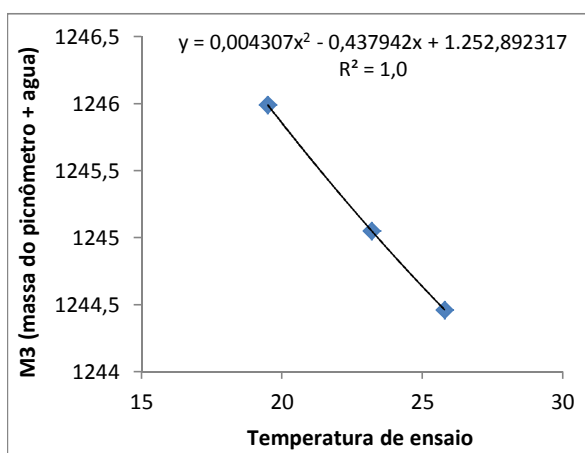
NBR 6458:2016 - Anexo B

<b>Cliente:</b> Ottawa Engenharia	<b>Registro:</b> PC 17012 - CT003/2017	<b>Data:</b> 22/08/17
<b>Identificação da amostra:</b> Solo ST 05		
<b>Operador:</b> Daiane Teodoro	<b>Supervisor:</b> Sheilla Pereira Vieira	

CALIBRAÇÃO			
Picnômetro 1000 ml #01			
Temperatura 1	19,5	Massa 1	1245,99
Temperatura 2	23,2	Massa 2	1245,05
Temperatura 3	25,8	Massa 3	1244,46

Dados iniciais	
Massa de solo úmido (M1)	120
Teor de umidade (w)	2,0%
Massa de solo seco	117,595

Umidade	
C	7,23
C + Sw	12,47
C + Ss	12,37
w%	2,04%



Ensaio	
Temperatura do ensaio	26,1
Massa picnômetro + solo + água (M2)	1318,92
Massa do picnômetro + água (M3)	1244,40
Densidade da água (pa)	0,9968

Massa específica

$$\rho_s = \frac{M1/(1+w)}{[M1/(1+w)] + M3 - M2} \cdot \rho_a \quad \mathbf{2,722 \text{ g/cm}^3}$$

## EQUIPE TÉCNICA

- Téc. Douglas Ribeiro Oliveira
- Téc. Thaís Isabela Simão Kardec
- Est. Camila de Oliveira Santos
- Est. Dayane Teodoro de Andrade
- Est. John Kennedy Fonsêca Silva
- Est. Kaik Fernando Salles
- Est. Rangel de Abreu Moreira da Silva

Os resultados apresentados no presente documento tem significação restrita e se aplicam somente ao material em questão. Este documento e seus resultados não poderão ser utilizados para fins promocionais. A interpretação dos resultados não é responsabilidade do laboratório.

Atenciosamente;

x

**Eng. Civil Esp. Sheilla Pereira Vieira**  
**Resp. Técnico - CREA 135866-D/MG**

x

**Douglas Ribeiro Oliveira**  
**Auxiliar de Laboratório**

x

**Daiane Teodoro de Andrade**  
**Estagiária**

Patos de Minas, 22 de agosto de 2017

Laboratório de Análises Tecnológicas de Materiais de Construção - (34) 3823-0200