

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ

PROJETO EXECUTIVO DE PROTEÇÃO DA ORLA DE MATINHOS

CAPÍTULO 1 – SONDAGEM

Março de 2013

ÍNDICE

1. ESTUDOS GEOTÉCNICOS.....	3
2. RESULTADOS DOS ESTUDOS GEOTÉCNICOS	5
2.1 Teste de PenetrAção Padrão – SPT	5
2.2 Ensaio cbr em solo com caracterização completa.....	13

1. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os estudos geotécnicos foram executados objetivando o conhecimento das características físico-mecânicas do subleito e dos materiais indicados para a execução das obras, bem como a determinação do lençol freático. Foi determinado o índice Suporte Califórnia do subleito (ISC), bem como as demais características, tais como: granulometria, índices físicos LL, LP, densidade aparente seca máxima e expansão. Estes estudos foram observados as normas e padrões utilizados pelo DER/PR, para as obras do Instituto das Águas do Paraná / SUDERHSA.

Estudo Geotécnico do Subleito

O estudo geotécnico tem como objetivo a realização de avaliações e prospecções no corpo da via, bem como pesquisa de materiais de construção, realizando-se os ensaios laboratoriais e “in situ”, e demais levantamentos necessários ao fornecimento de subsídios para a viabilização geotécnica das soluções projetadas.

A geotecnia foi executada objetivando o conhecimento das características físico-mecânicas do subleito e dos materiais indicados para a execução das obras, bem como a determinação do lençol freático. Foi determinado o índice Suporte Califórnia do subleito (ISC) através do CBR “in situ” e penetrômetro dinâmico de ponta cônica.

Todos as sondagens foram elaboradas seguindo os padrões da Divisão de Pesquisas Tecnológicas de Pavimento, do Departamento de Obras Públicas da Prefeitura Municipal de Curitiba.

Sondagens a Trado

Foram executados ao longo das vias campanha de sondagens à trado com 1,50 m de profundidade, na quantidade de 1 (um) furo à trado a cada 100 metros em média. As sondagens foram executadas com o objetivo de caracterizar os horizontes de materiais encontrados no subleito da via.

Em consequência, os materiais a escavar são inteiramente classificados como de primeira categoria.

No total foram executados 2 furos de sondagens (SPT 01 e SPT 02).

Poços de Inspeção

Foram realizados poços de inspeção de aproximadamente 1,00 x 1,00 m e profundidade variável de acordo com o greide de pavimentação, na quantidade de 1 (um) poço de inspeção a cada 300 metros, coincidindo com o furo de sondagem a trado. Para a cravação e retirada do cilindro foram utilizados pá e picareta. As amostras indeformadas foram levadas para laboratório para obtenção do CBR “in situ”.

Coleta de Amostras

Em todos os poços de inspeção, nas camadas onde foram determinados os CBR “in situ” através do penetrômetro Sul-africano de ponta cônica, foram coletadas amostras deformadas e enviadas para o laboratório, para execução dos ensaios de granulometria e índices físicos.

Ensaio de Laboratório

No laboratório foram ensaiadas as amostras deformadas para determinação da Granulometria, Índices Físicos, determinando a granulometria por peneiramento, onde são classificados os solos predominantes (pedregulho, areia, silte e argila), os índices físicos são encontrados através de ensaios de limite de liquidez e limite de plasticidade. Com a utilização da prensa é determinado o CBR das amostras indeformadas e a expansão determinada após 96 h de imersão.

Boletins de Sondagem e Resultado dos Ensaio

Em relatório específico foi apresentado os boletins de sondagens a trado com as espessuras das camadas de solo, níveis d’água, assim como a descrição da camada de qual foi retirada amostra e os resultados obtidos para CBR “in situ”. Segue também quadro resumo com os resultados obtidos dos CBR’s “in situ” e por penetrômetro.

Conclusões do Estudo Geotécnico

Os CBR’s “in situ” e expansão das amostras variam de :

- CBR de 1 a 14 %;
- O lençol freático quando identificado foi apresentado nos boletins de sondagens individuais.

As camadas finais de subleito, após terraplenagem devem prevalecer os seguintes horizontes:

- Materiais argilosos e ou siltosos com CBR de 1 a 14% e EXP de 0,6 a 1,2%.
- Os valores de CBR apresentados nos quadros resumos deverão ser tratados estatisticamente no projeto de pavimentação para determinação do IS de projeto.

2. RESULTADOS DOS ESTUDOS GEOTÉCNICOS

São apresentados a seguir, os resultados das Sondagens a Percussão (SPT) e os ensaios de CBR em solo “in situ”. Os estudos foram aplicados na faixa de areia do município de Matinhos–PR.

2.1 TESTE DE PENETRAÇÃO PADRÃO – SPT

Para este projeto foram selecionados cinco pontos, deste foram executadas quatro, sendo eles o ponto 01 e 02. Para os ensaios de penetração dinâmica foi utilizado um amostrador padrão do tipo Terzaghi-Peck com diâmetro interno de 34,9 mm e diâmetro externo de 50,8 mm. A cada metro de profundidade foram coletadas amostras representativas do solo através do amostrador. Após o posicionamento do amostrador em cada uma das cotas de amostragem, foram marcados sobre as hastes de perfuração três segmentos de 15 cm cada, contados a partir do topo do tubo de revestimento. Para efetuar a cravação do amostrador, um martelo de 65 kg foi erguido à uma altura de 75 cm, contados a partir do topo da cabeça de bater, e em seguida deixado cair livremente. Foram então, anotados os números de golpes necessários à cravação de cada 15 cm do amostrador. Os resultados do ensaio

SPT são expressos pela soma do número de golpes necessários à cravação dos primeiros e dos últimos 30 cm. O índice de resistência à penetração (N) equivale aos valores obtidos, em cada metro, nos últimos 30 cm

do amostrador. Nos casos em que não ocorreu penetração dos 45 cm do amostrador, os resultados são apresentados sob a forma de frações ordinárias.

2.1.1.1 Localização e Amostra do Ponto 01.

O Ponto 01 (Figura 1).

Coordenadas UTM da perfuração do ponto 01:

X=E 746769

Y=N 7139305

COTA 1.10

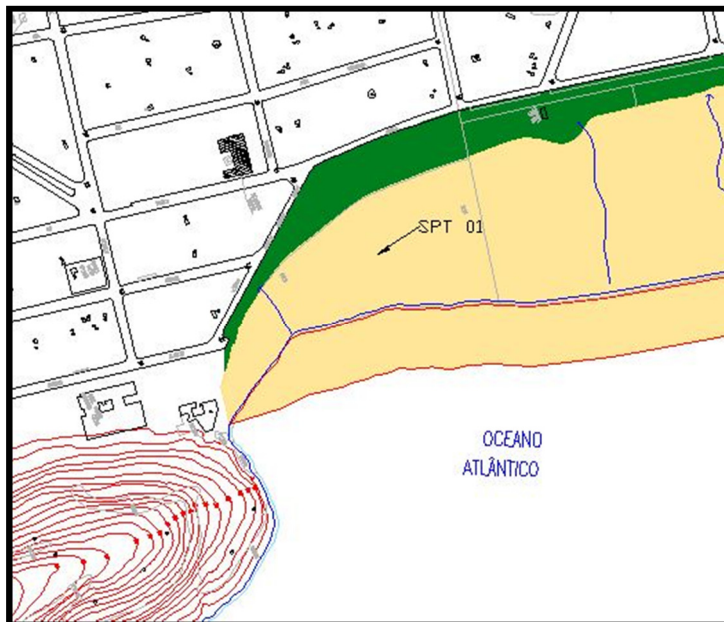


FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DO PONTO1 - CBR
Fonte – Paralela Engenharia Consultiva



FIGURA 2 – SPT- P1 - CBR
Fonte – Paralela Engenharia Consultiva

paralela

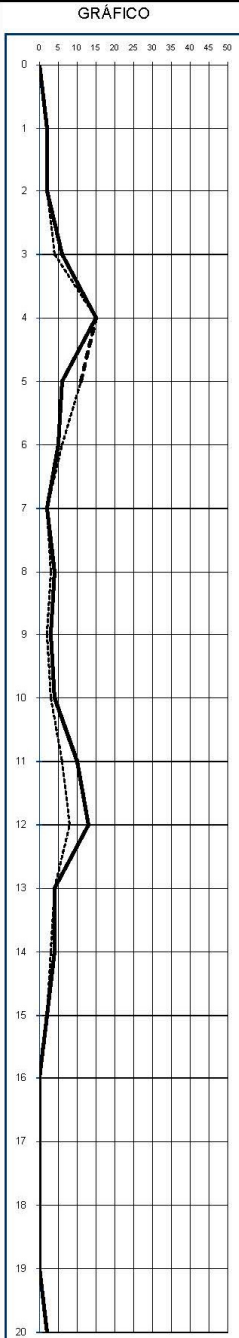
engenharia consultiva

BOLETIM DE SONDAGEM SPT

NORMA NBR 6484

OBRA: 470 - Engordamento de praia Matinhos			coordenadas UTM	
FURO: SPT 01	REF: 470-13-001	revestimento: 11.00	X=E:	
DATA: 11/12/12	OPERADOR: C/P/A	prof. NA: 0.80	Y=N:	
OBS:	cota NA: 0.30		COTA: 1.10	

prof. (m)	cota (m)	nivel d'água (m) 24 hs	ENSAIO PENETRAÇÃO		prof. (m) camada	DESCRIÇÃO TÁCTIL VISUAL DA CAMADA
			1º+2º	2º+3º		
1.00	0.10		2	2		Areia siltosa, fofa a pouco compacta
2.00	-0.90		2	2		
3.00	-1.90		4	6	3.00	
4.00	-2.90		15	15	4.00	Areia siltosa, com pedaços de conchas e madeiras, medianamente compacta
5.00	-3.90		11	6		
6.00	-4.90		6	5		
7.00	-5.90		2	2		
8.00	-6.90		3	4		
9.00	-7.90		2	3		
10.00	-8.90		3	4		
11.00	-9.90		6	10		
12.00	-10.90		8	13		
13.00	-11.90		4	4	13.00	
14.00	-12.90		3	4		
15.00	-13.90		2	2		
16.00	-14.90		0	0		
17.00	-15.90		0	0		
18.00	-16.90		0	0		
19.00	-17.90		0	0		
20.00	-18.90		2	2		Argila marinha, muito mole

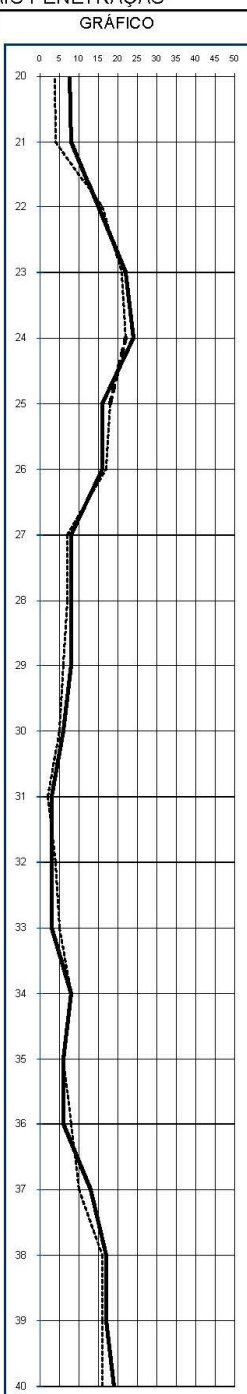


paralela
engenharia consultiva

BOLETIM DE SONDAGEM SPT
NORMA NBR 6484

OBRA: 470 - Engordamento de praia Matinhos			coordenadas UTM	
FURO: SPT 01 cont.1	REF: 470-13-001	revestimento: 11.00	X=E:	
DATA: 11/12/12	OPERADOR: C/P/A	prof. NA: 0.80	Y=N:	
OBS:		cota NA: 0.30	COTA: 1.10	

prof. (m)	cota (m)	nível d'água (m) 24 hs	ENSAIO PENETRAÇÃO		prof. (m) camada	DESCRIÇÃO TÁTIL	CAMADA
			1ª+2ª	2ª+3ª			
21.00	-19.90		4	8	21.00		
22.00	-20.90		16	15		Areia siltosa, medianamente compacta a muito compacta	
23.00	-21.90		21	22			
24.00	-22.90		22	24			
25.00	-23.90		18	16			
26.00	-24.90		17	16	27.00		
27.00	-25.90		7	8			Areia siltosa, fofa a pouco compacta
28.00	-26.90		7	8			
29.00	-27.90		6	8			
30.00	-28.90		5	6			
31.00	-29.90		2	3			
32.00	-30.90		4	3			
33.00	-31.90		5	3			
34.00	-32.90		8	8			
35.00	-33.90		6	6			
36.00	-34.90		8	6	36.00		
37.00	-35.90		10	13		Areia siltosa, compacta a pouco compacta	
38.00	-36.90		16	17			
39.00	-37.90		16	17			
40.00	-38.90		16	19			



paralela

engenharia consultiva

BOLETIM DE SONDAGEM SPT

NORMA NBR 6484

OBRA: 470 - Engordamento de praia Matinhos			coordenadas UTM	
FURO: SPT 01 cont.2	REF: 470-13-002	revestimento: 11.00	X=E:	
DATA: 11/12/12	OPERADOR: C/P/A	prof. NA: 0.80	Y=N:	
OBS:		cota NA: 0.30	COTA: 1.10	

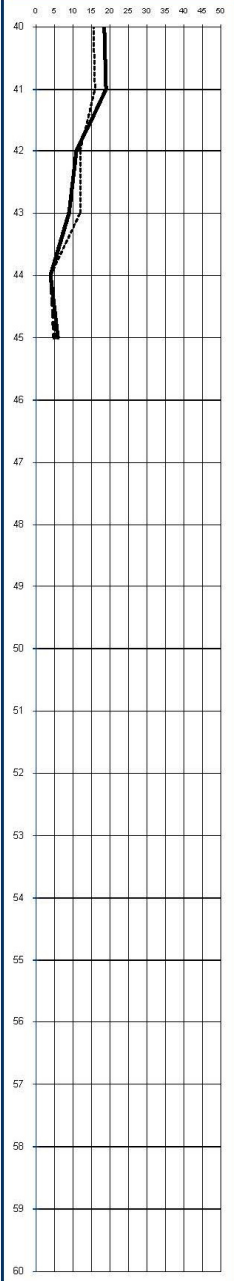
prof. (m)	cota (m)	nível d'água (m) 24 hs	ENSAIO PENETRAÇÃO		GRÁFICO	prof. (m) camada	DESCRIÇÃO TÁCTIL VISUAL DA CAMADA	
			1 ^o +2 ^o	2 ^o +3 ^o				
						<p>Areia siltosa, compacta a pouco compacta</p>		
41.00	-39.90		16	19				
42.00	-40.90		12	11				
43.00	-41.90		12	9				
44.00	-42.90		4	4				
45.00	-43.90		5	6			45.00	SONDAGEM LIMITADA
46.00								
47.00								
48.00								
49.00								
50.00								
51.00								
52.00								
53.00								
54.00								
55.00								
56.00								
57.00								
58.00								
59.00								
60.00								

FIGURA 3 – RESULTADO DO PONTO 1 - CBR

Fonte – Paralela Engenharia Consultiva

2.1.1.2 Localização e Amostra do Ponto 02.

O Ponto 02 está localizado nas margens do Rio Matinhos (Figura 4).

Coordenadas UTM da perfuração do ponto 02:

X=E 746841

Y=N 719877

COTA 1.10



FIGURA 4 - LOCALIZAÇÃO DO PONTO 2 - CBR

Fonte – Paralela Engenharia Consultiva



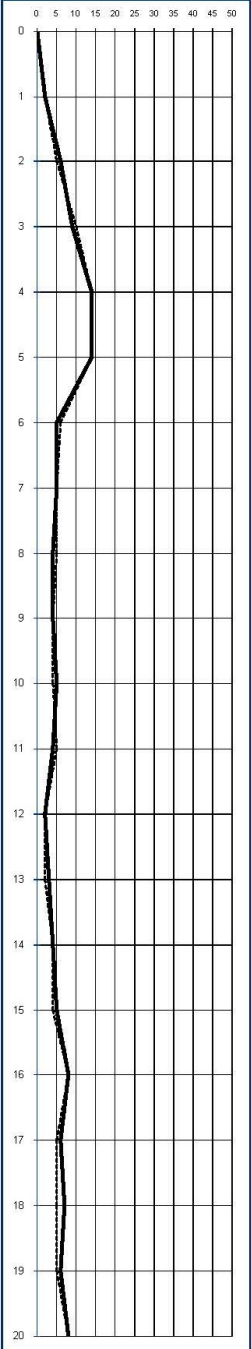
FIGURA 5 – SPT- P-2 - CBR

Fonte – Paralela Engenharia Consultiva

paralela
engenharia consultiva

BOLETIM DE SONDAGEM SPT
NORMA NBR 6484

OBRA: 470 - Engordamento de praia Matinhos			coordenadas UTM	
FURO: SPT 02	REF: 470-13-02	revestimento: 12.00	X=E:	
DATA: 31/01/13	OPERADOR: C/P/A	prof. NA: 1.50	Y=N:	
OBS:		cota NA: 0.50	COTA: 2.00	

prof. (m)	cota (m)	nível d'água (m) 24 hs	ENSAIO PENETRAÇÃO		GRÁFICO	prof. (m) camada	DESCRIÇÃO TÁCTIL VISUAL DA CAMADA
			1ª+2ª	2ª+3ª			
1.00	1.00		2	2		Areia de praia, fofa a pouco compacta	
2.00	0.00		5	6			
3.00	-1.00		10	9			
4.00	-2.00		14	14			
5.00	-3.00		14	14		Amostra não recuperada, pouco compacta a mediantemente compacta	
6.00	-4.00		6	5			
7.00	-5.00		5	5			
8.00	-6.00		5	4			
9.00	-7.00		4	4			
10.00	-8.00		4	5			
11.00	-9.00		5	4			
12.00	-10.00		2	2			
13.00	-11.00		2	3		Argila marinha, mole	
14.00	-12.00		4	4			
15.00	-13.00		4	5		Silte preto com silte branco, pouco compacta	
16.00	-14.00		8	8			
17.00	-15.00		5	6			
18.00	-16.00		5	7			
19.00	-17.00		5	6			
20.00	-18.00		8	8			

paralela
engenharia consultiva

BOLETIM DE SONDAGEM SPT
NORMA NBR 6484

OBRA: 470 - Engordamento de praia Matinhos			coordenadas UTM	
FURO: SPT-02 Cont. 1	REF: 470-13-02	revestimento: 12.00	X=E:	
DATA: 31/01/13	OPERADOR: C/P/A	prof. NA: 0.50	Y=N:	
OBS:		cota NA: 1.50	COTA: 2.00	

prof. (m)	cota (m)	nível d'água (m) 24 hs	ENSAIO PENETRAÇÃO		prof. (m) camada	DESCRIÇÃO TÁCTIL VISUAL DA CAMADA
			1°+2°	2°+3°		
21.00	-19.00		5	7		
22.00	-20.00		7	10		
23.00	-21.00		16	21		
24.00	-22.00		17	24	24.00	Silte preto com silte branco, medianamente compacta
25.00	-23.00		14	16		
26.00	-24.00		11	9	26.00	Silte preto com areia, medianamente compacta
27.00	-25.00		12	10		
28.00	-26.00		14	12	28.00	Amostra não recuperada, medianamente compacta
29.00	-27.00		14	12		
30.00	-28.00		15	15	30.00	Areia branca com areia grafite, medianamente compacta
31.00	-29.00		15	18		
32.00	-30.00		21	29		
33.00	-31.00		25	32		
34.00	-32.00		27	37		
35.00	-33.00		36	41		
36.00	-34.00		30/5		36.00	Areia branca com areia grafite e argila, medianamente compacta a compacta
37.00						TREPANAÇÃO: 1° 10 min. desceu 3 cm
38.00						2° 10 min. desceu 3 cm
39.00						3° 10 min. desceu 0 cm
40.00						

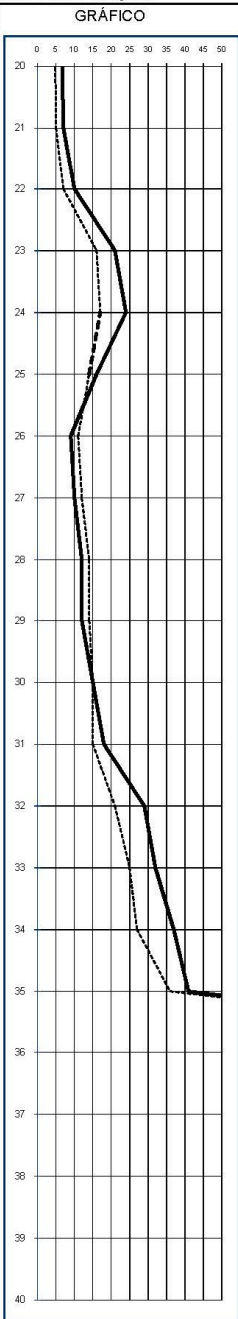


FIGURA 6 – RESULTADO DO PONTO 2 - CBR
Fonte – Paralela Engenharia Consultiva

2.2 ENSAIO CBR EM SOLO COM CARACTERIZAÇÃO COMPLETA

Foram coletadas três amostras deformadas de solo nas quais foram executados ensaios CBR 01/03, CBR 02/03 e CBR 03/03.

2.2.1 Amostra: 01/03

Local: Av. Beira Mar, n° 3865 – Balneário Perequê – Matinhos – PR.

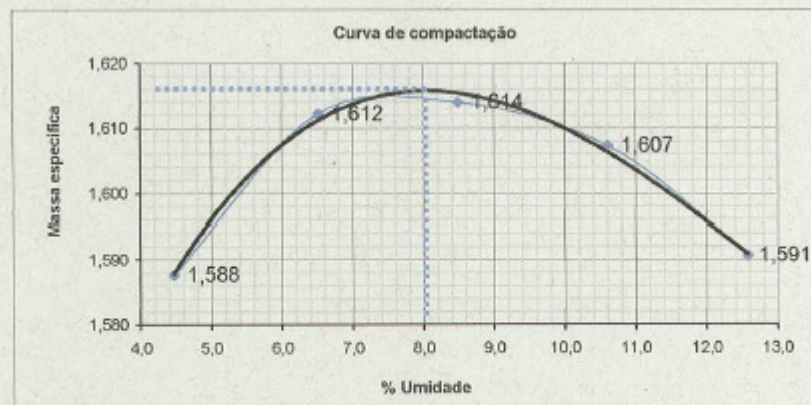
Energia aplicada	NORMAL
Umidade ótima (%)	8,0
Massa espe. apa. Seca máxima (g/cm ³)	1616
Expansão (%)	0,0
C.B.R. (%)	10,0
I.S.	15,0
Limite de liquidez (%)	NP
Limite de plasticidade (%)	NP
Índice de plasticidade	NP
Índice de grupo	0
Classificação H.R.B.	A- 3
Classificação unificada	S P

GRANULOMETRIA

PENEIRAS		% PASSANDO
POL.	mm	
3-1/2"	88,9	100,0
3"	76,2	100,0
2-1/2"	63,5	100,0
2"	50,8	100,0
1-1/2"	38,1	100,0
1"	25,4	100,0
3/4"	19,1	100,0
1/2"	12,7	100,0
3/8"	9,52	100,0
N.º 4	4,76	100,0
N.º 10	2,00	100,0
N.º 40	0,42	99,8
N.º 80	0,177	58,7
N.º 200	0,074	0,3

Amostra 01/03 – Compactação e determinação da Umidade

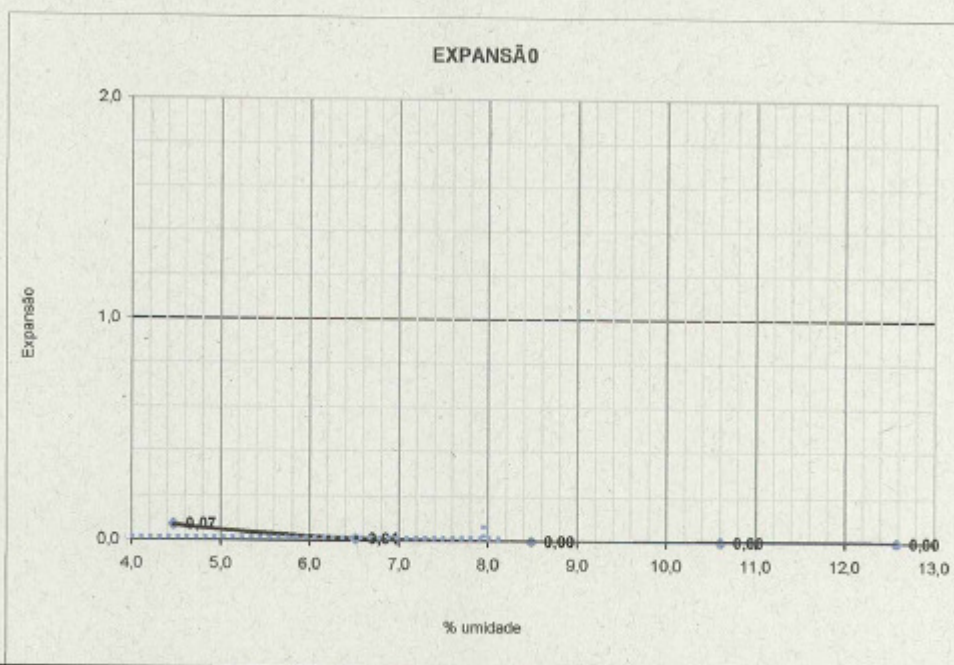
COMPACTAÇÃO DNER-ME 49/94						
Peso das amostras (g)	6000	Energia de compactação			NORMAL	
CILINDRO N.º		57	61	7	23	28
H ₂ O acrescentada (g)		300	420	540	660	780
Peso cil. + solo úmido (g)		8720	9065	8375	8430	9235
Peso cilindro (g)		5280	5500	4740	4750	5505
Volume cilindro (cm ³)		2074	2076	2076	2070	2083
Peso solo úmido (g)		3440	3565	3635	3680	3730
Massa espe. aparente (g/cm³)		1,659	1,717	1,751	1,778	1,791
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						
CILINDRO N.º		57	61	7	23	28
Cápsula n.º		49	127	168	70	188
Peso cápsula (g)		102,09	97,43	102,74	87,95	97,46
Peso cápsula + solo úmido (gr)		600,42	660,69	644,45	657,66	672,10
Peso cápsula + solo seco (g)		579,09	626,25	602,08	603,02	607,89
Peso H ₂ O (g)		21,33	34,44	42,37	54,64	64,21
Peso do solo seco (g)		477,00	528,82	499,34	515,07	510,43
Umidade (%)		4,5	6,5	8,5	10,6	12,6
Massa espe. aparente seca (g/cm³)		1,588	1,612	1,614	1,607	1,591



Massa espe. apa. Seca máxima (g/cm ³)	1616
Umidade ótima (%)	8,0

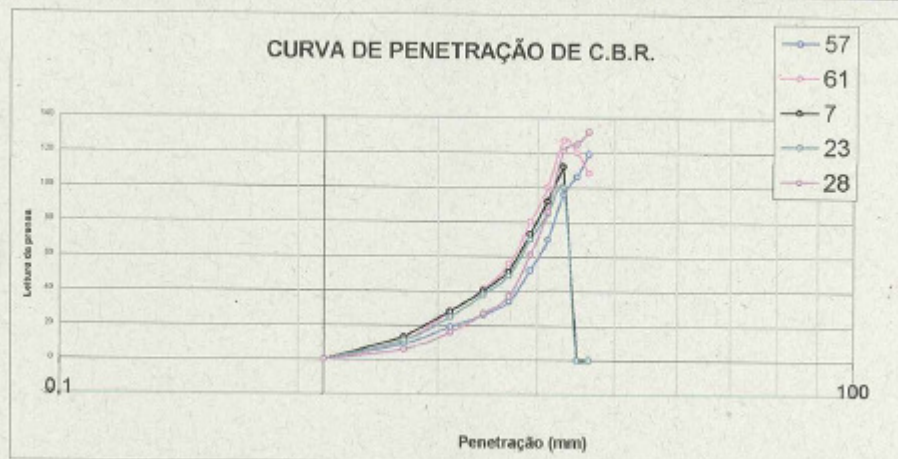
Amostra 01/03 – Determinação da Expansão

DETERMINAÇÃO DA EXPANSÃO				Alt. CP. (mm)	
CILINDRO N.º	57	61	7	23	28
Data da leitura inicial	03/08/10	03/08/10	03/08/10	03/08/10	03/08/10
Leitura inicial	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Data da leitura final	07/08/10	07/08/10	07/08/10	07/08/10	07/08/10
Leitura final	1,08	1,01	1,00	1,00	1,00
Expansão (%)	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00
Umidade (%)	4,5	6,5	8,5	10,6	12,6
Umidade ótima					8,0



Amostra 01/03 – Penetração

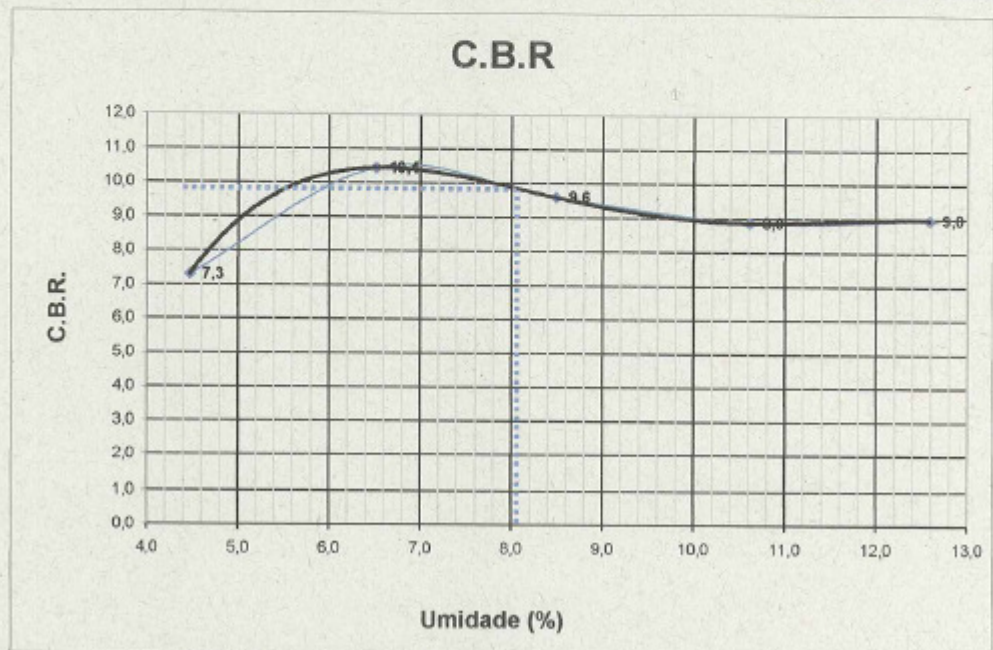
PENETRAÇÃO			Fator da prensa 0,11				
CILINDRO N.º			57	61	7	23	28
Carga padrão (kg)	Tempo (min.)	Penetração (mm)	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura
	0,30"	0,63	0	0	0	0	0
	1' : 00"	1,27	9	11	13	11	6
	1' : 30"	1,90	19	28	28	25	16
1,350	2' : 00"	2,54	26	41	40	38	27
	3' : 00"	3,81	52	80	73	70	61
2,050	4' : 00"	5,08	70	100	92	85	86
	6' : 00"	7,62	96	127	112	100	121
	8' : 00"	10,16	106	120			125
	10' : 00"	12,70	119	108			132
C.B.R. (2,54)			5,3	8,8	8,0	7,7	5,8
C.B.R. (5,08)			7,3	10,4	9,6	8,9	9,0
C.B.R.			7,3	10,4	9,6	8,9	9,0



Amostra 01/03 – Determinação do C.B.R

DETERMINAÇÃO DO C.B.R.					
CILINDRO N.º	57	61	7	23	28
C.B.R.	7,3	10,4	9,6	8,9	9,0
Umidade (%)	4,5	6,5	8,5	10,6	12,6

Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima (g/cm ³)	Expansão (%)	C.B.R
8,0	1616,0	0	10,0



Amostra 01/03 – Análise Granulométrica por Peneiramento

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO MÉTODO DNER-ME 080/94							
PENEIRAMENTO GROSSO							
Amostra total úmida (g)			1379,9				
Solo seco retido peneira n.º 10 (g)			0,00				
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)			1379,92				
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)			1370,31				
Amostra total seca (g)			1370,31				
PENEIRAS		RETIDO	PASSADO	%			
POL.	mm	(g)	(g)	PASSANDO	RETIDA		
3-1/2"	88,9		1370,31	100,0	0,0		
3"	76,2		1370,31	100,0	0,0		
2-1/2"	63,5		1370,31	100,0	0,0		
2"	50,8		1370,31	100,0	0,0		
1-1/2"	38,1		1370,31	100,0	0,0		
1"	25,4		1370,31	100,0	0,0		
3/4"	19,1		1370,31	100,0	0,0		
1/2"	12,7		1370,31	100,0	0,0		
3/8"	9,52		1370,31	100,0	0,0		
N.º 4	4,76		1370,31	100,0	0,0		
N.º 10	2,00		1370,31	100,0	0,0		
PENEIRAMENTO FINO							
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)			74,00				
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)			73,48				
Umidade higroscópica (%)			0,70				
PENEIRAS		RETIDO	PASSADO	% PARCIAL	% PARCIAL	% TOTAL	% TOTAL
POL.	mm	(g)	(g)	PASSADA	RETIDA	PASSADA	RETIDA
N.º 40	0,42	0,12	73,36	99,8	0,2	99,8	0,2
N.º 80	0,177	30,20	43,16	58,7	41,1	58,7	41,1
N.º 200	0,074	42,98	0,18	0,3	58,5	0,3	58,5

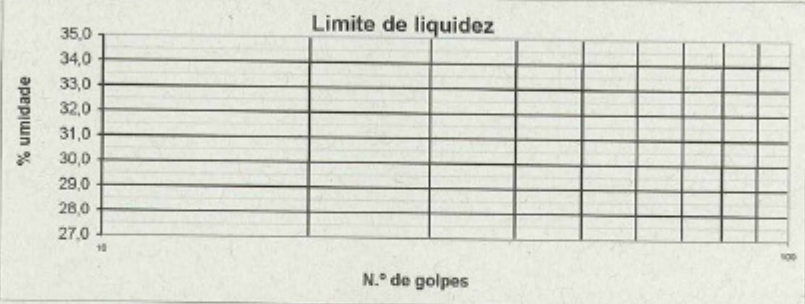
Amostra 01/03 - Determinação da Umidade Higroscópica Método de Ensaio

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA MÉTODO DE ENSAIO NBR - 6457			
cáp. n.º	26	88	14
cáp + solo úmido	72,66	72,22	71,04
cáp + solo seco	72,61	72,18	70,02
tara	25,65	28,14	16,54
Peso da água	0,05	0,04	1,02
peso solo seco	46,96	44,04	53,48
% D'água	0,11	0,09	1,91
Média higroscópica	0,70		



Amostra 01/03 - Limite de Liquidez

LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 122-94			
cáp. n.º			
tara			
cáp + solo úmido			
cáp + solo seco			
Num. de golpes			
Peso D'água			
peso solo seco			
% D'água			



LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 82-94			
N.º DE PONTOS	4	MÉDIA	0,0
cáp. n.º			
tara			
cáp + solo úmido			
cáp + solo seco			
Peso D'água			
peso solo seco			
% D'água			
TOLERÂNCIA	MAX. 0,00		MIN. 0,00
Limite de liquidez <= a 25% e Índice de plasticidade <= a 6 SE OS LIMITES FOREM ULTRAPASSADOS O E.A. DEVERÁ SER > 30%			
(LL) Limite de liquidez	0	(IP) Índice de plasticidade	0
(LP) Limite de plasticidade	0		

2.2.2 Amostra: 02/03

Local: Av. Beira Mar, n° 3865 – Balneário Perequê – Matinhos – PR.

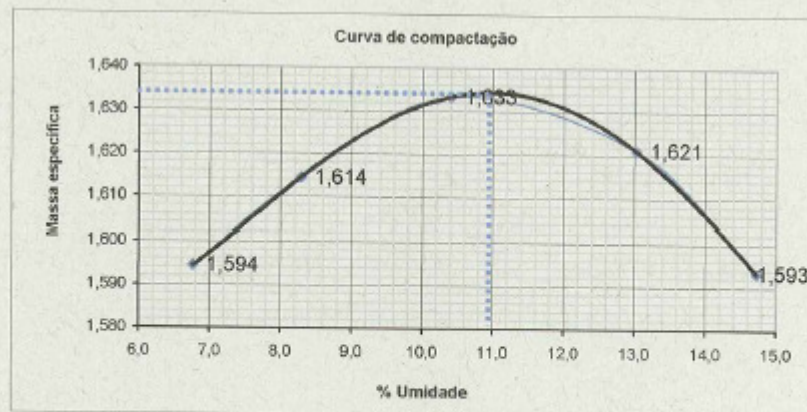
Energia aplicada	NORMAL
Umidade ótima (%)	11,0
Massa espe.apa. Seca máxima (g/cm ³)	1334
Expansão (%)	0,0
C.B.R. (%)	17,0
I.S.	18,5
Limite de liquidez (%)	NP
Limite de plasticidade (%)	NP
Índice de plasticidade	NP
Índice de grupo	0
Classificação H.R.B.	A- 3
Classificação unificada	S P

GRANULOMETRIA

PENEIRAS		% PASSANDO
POL.	mm	
3-1/2"	88,9	100,0
3"	76,2	100,0
2-1/2"	63,5	100,0
2"	50,8	100,0
1-1/2"	38,1	100,0
1"	25,4	100,0
3/4"	19,1	100,0
1/2"	12,7	100,0
3/8"	9,52	100,0
N.º 4	4,76	100,0
N.º 10	2,00	100,0
N.º 40	0,42	99,7
N.º 80	0,177	40,2
N.º 200	0,074	1,3

Amostra 02/03 – Compactação e determinação da Umidade

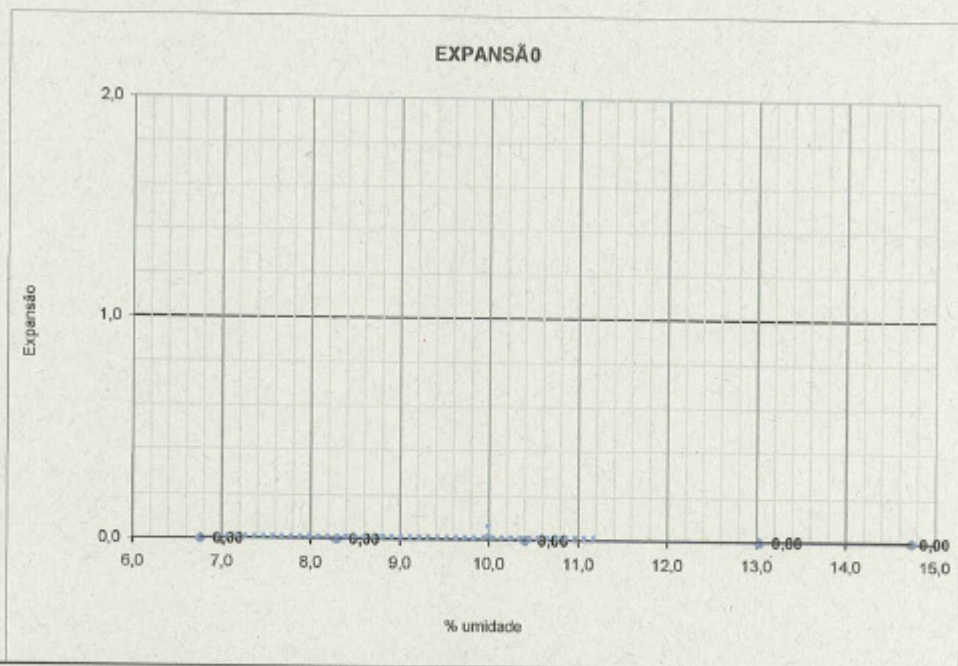
COMPACTAÇÃO DNER-ME 49/94					
Peso das amostras (g)	6000				
CILINDRO N.º	Energia de compactação				NORMAL
	77	10	2	54	51
H ₂ O acrescentada (g)	420	540	660	780	900
Peso cil. + solo úmido (g)	9070	8280	8485	9270	9210
Peso cilindro (g)	5555	4635	4745	5470	5415
Volume cilindro (cm ³)	2065	2085	2074	2074	2076
Peso solo úmido (g)	3515	3645	3740	3800	3795
Massa espe. aparente (g/cm ³)	1,702	1,748	1,803	1,832	1,828
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					
CILINDRO N.º	77	10	2	54	51
Cápsula n.º	25	165	67	156	86
Peso cápsula (g)	104,74	100,21	109,37	99,40	107,27
Peso cápsula + solo úmido (gr)	685,02	620,60	655,53	710,14	697,48
Peso cápsula + solo seco (g)	648,26	580,77	604,06	639,74	621,69
Peso H ₂ O (g)	36,76	39,83	51,47	70,40	75,79
Peso do solo seco (g)	543,52	480,56	494,69	540,34	514,42
Umidade (%)	6,8	8,3	10,4	13,0	14,7
Massa espe. aparente seca (g./cm ³)	1,594	1,614	1,633	1,621	1,593



Massa espe. apa. Seca máxima (g/cm ³)	1,633
Umidade ótima (%)	10,0

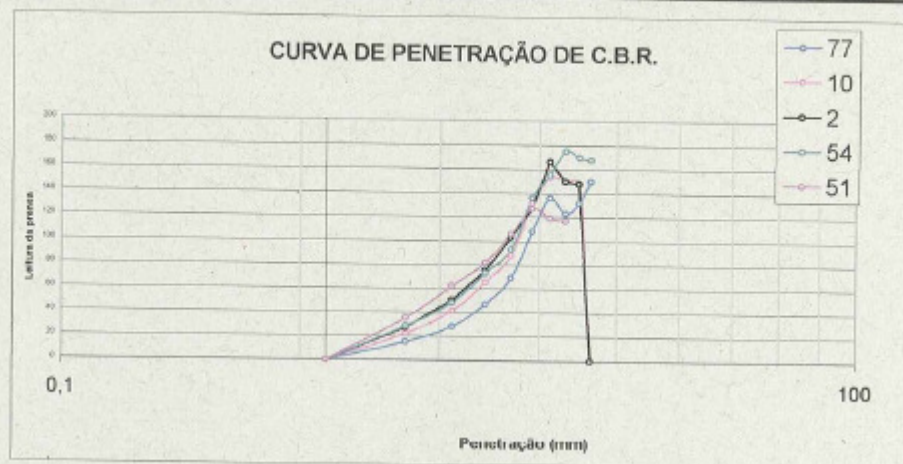
Amostra 02/03 – Determinação da Expansão

DETERMINAÇÃO DA EXPANSÃO					Alt. CP. (mm)	114
CILINDRO N.º	77	10	2	54	51	
Data da leitura inicial	03/08/10	03/08/10	03/08/10	03/08/10	03/08/10	
Leitura inicial	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Data da leitura final	07/08/10	07/08/10	07/08/10	07/08/10	07/08/10	
Leitura final	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Expansão (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Umidade (%)	6,8	8,3	10,4	13,0	14,7	
Umidade ótima						11,0



Amostra 02/03 – Penetração

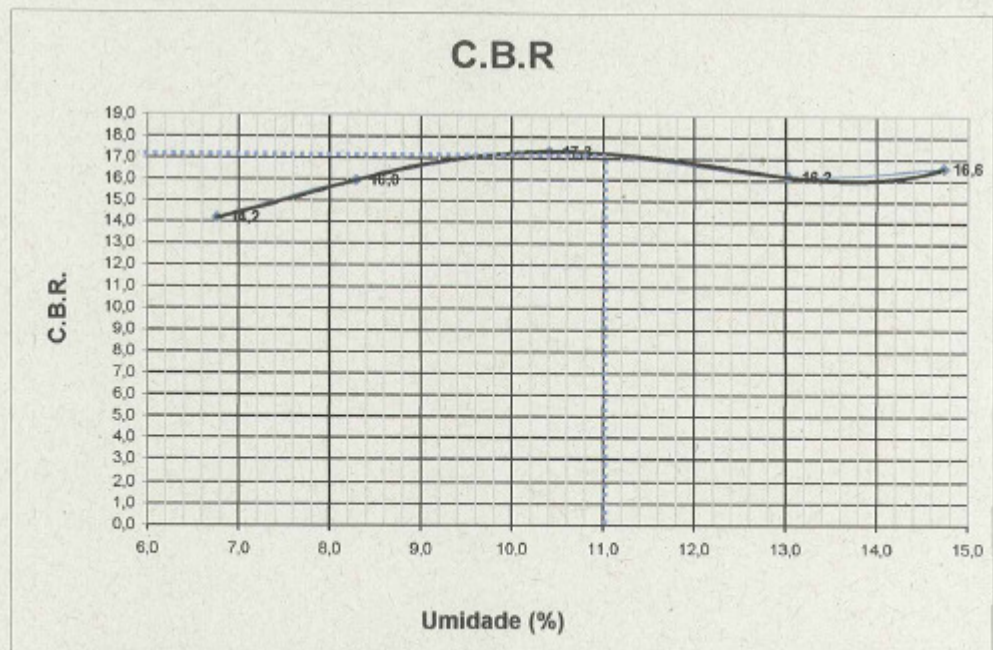
PENETRAÇÃO			Fator da prensa 0,11				
CILINDRO N.º			77	10	2	54	51
Carga padrão (kg)	Tempo (min.)	Penetração (mm)	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura
	0,30"	0,63	0	0	0	0	0
	1' : 00"	1,27	15	22	27	28	35
	1' : 30"	1,90	28	41	50	48	62
1,350	2' : 00"	2,54	47	65	75	73	82
	3' : 00"	3,81	108	132	127	136	127
2,050	4' : 00"	5,08	136	153	166	155	119
	6' : 00"	7,62	123	150	150	175	117
	8' : 00"	10,16	132	148	148	170	
	10' : 00"	12,70	150			168	
C.B.R. (2,54)			10,8	13,8	16,1	14,5	16,6
C.B.R. (5,08)			14,2	16,0	17,3	16,2	12,4
C.B.R.			14,2	16,0	17,3	16,2	16,6



Amostra 02/03 – Determinação do C.B.R

DETERMINAÇÃO DO C.B.R.					
CILINDRO N.º	77	10	2	54	51
C.B.R.	14,2	16,0	17,3	16,2	16,6
Umidade (%)	6,8	8,3	10,4	13,0	14,7

Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima (g/cm ³)	Expansão (%)	C.B.R.
11,0	1334,0	0	17,0



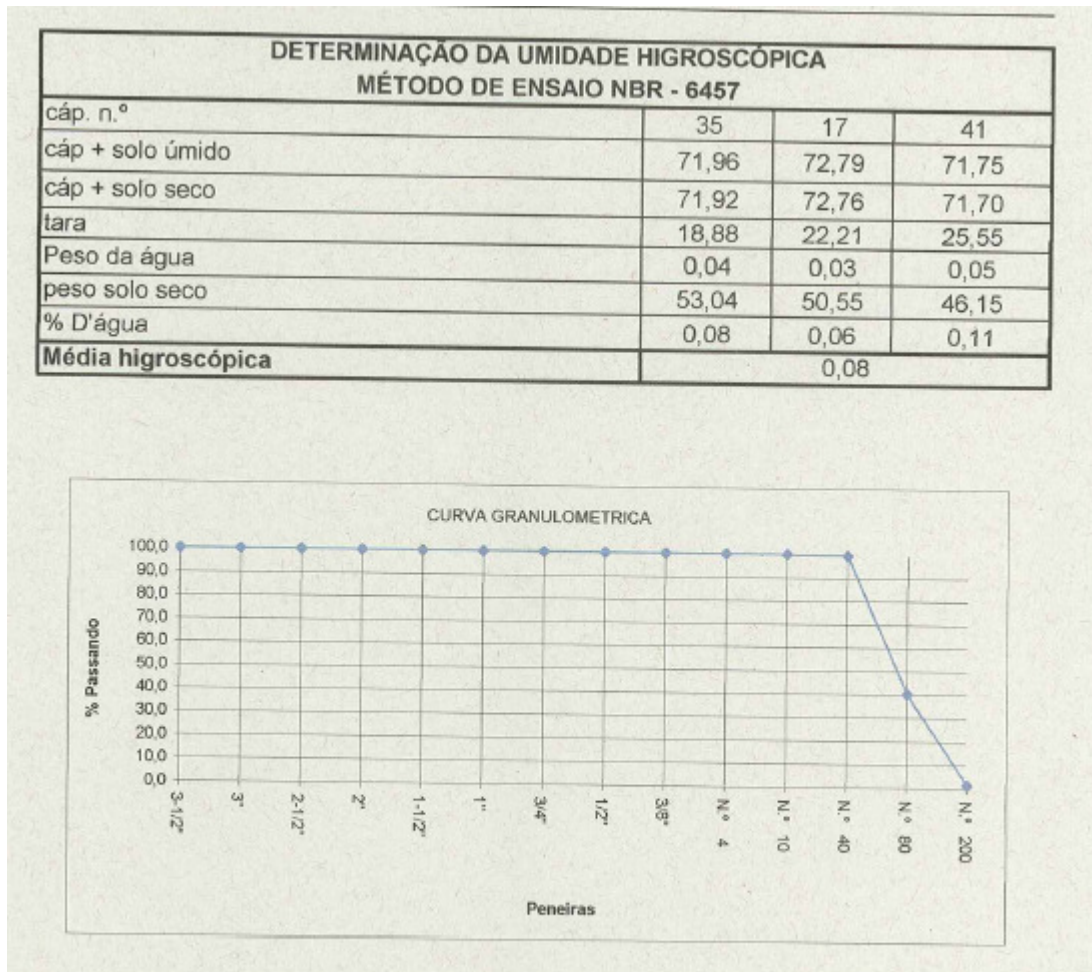
C.B.R.	17,0
--------	------

Amostra 02/03 – Análise Granulométrica por Peneiramento

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO MÉTODO DNER-ME 080/94

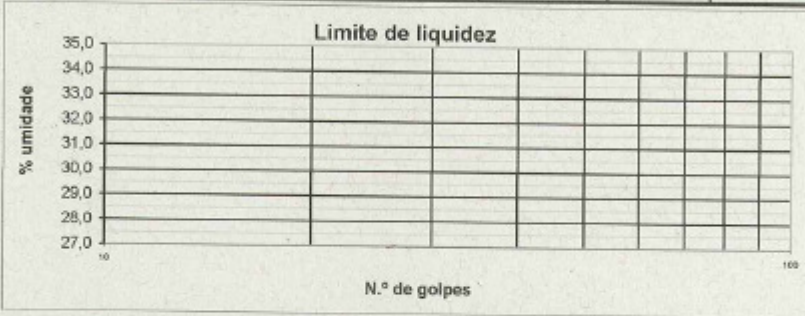
PENEIRAMENTO GROSSO							
Amostra total úmida (g)				1534,7			
Solo seco retido peneira n.º 10 (g)				0,00			
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)				1534,70			
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)				1533,46			
Amostra total seca (g)				1533,46			
PENEIRAS		RETIDO	PASSADO	%		%	
POL.	mm	(g)	(g)	PASSANDO	RETIDA		
3-1/2"	88,9		1533,46	100,0	0,0		
3"	76,2		1533,46	100,0	0,0		
2-1/2"	63,5		1533,46	100,0	0,0		
2"	50,8		1533,46	100,0	0,0		
1-1/2"	38,1		1533,46	100,0	0,0		
1"	25,4		1533,46	100,0	0,0		
3/4"	19,1		1533,46	100,0	0,0		
1/2"	12,7		1533,46	100,0	0,0		
3/8"	9,52		1533,46	100,0	0,0		
N.º 4	4,76		1533,46	100,0	0,0		
N.º 10	2,00		1533,46	100,0	0,0		
PENEIRAMENTO FINO							
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)				75,40			
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)				75,34			
Umidade higroscópica (%)				0,08			
PENEIRAS		RETIDO	PASSADO	% PARCIAL	% PARCIAL	% TOTAL	% TOTAL
POL.	mm	(g)	(g)	PASSADA	RETIDA	PASSADA	RETIDA
N.º 40	0,42	0,25	75,09	99,7	0,3	99,7	0,3
N.º 80	0,177	44,82	30,27	40,2	59,5	40,2	59,5
N.º 200	0,074	29,31	0,96	1,3	38,9	1,3	38,9

Amostra 02/03 - Determinação da Umidade Higroscópica Método de Ensaio



Amostra 02/03 - Limite de Liquidez

LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 122-94					
cáp. n.º					
tara	NP				
cáp + solo úmido					
cáp + solo seco					
Num. de golpes					
Peso D'água					
peso solo seco					
% D'água					



Limite de liquidez

LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 82-94			
N.º DE PONTOS	4	MÉDIA	0,0
cáp. n.º			
tara	NP		
cáp + solo úmido			
cáp + solo seco			
Peso D'água			
peso solo seco			
% D'água			
TOLERÂNCIA			
Limite de liquidez <= a 25% e Índice de plasticidade <= a 6 SE OS LIMITES FOREM ULTRAPASSADOS O E.A. DEVERÁ SER > 30%			
(LL) Limite de liquidez	0	(IP) Índice de plasticidade	0
(LP) Limite de plasticidade	0		

2.2.3 Amostra: 03/03

Local: Av. Beira Mar, n° 3865 – Balneário Perequê – Matinhos – PR.

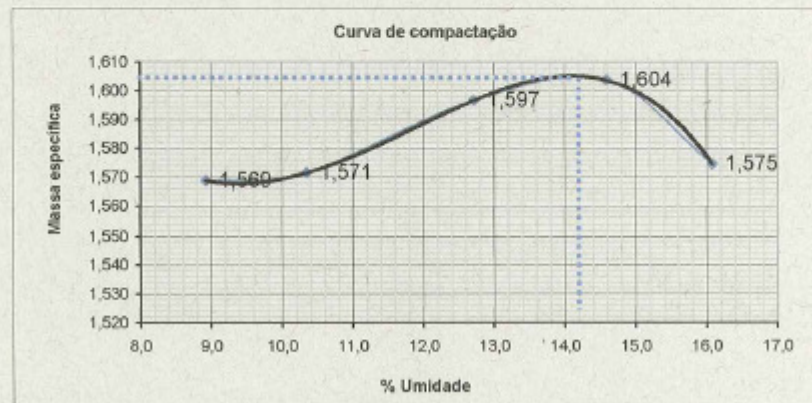
Energia aplicada	NORMAL
Umidade ótima (%)	14,2
Massa espe. apa. Seca máxima (g/cm ³)	1604
Expansão (%)	0,0
C.B.R. (%)	15,8
I.S.	17,9
Limite de liquidez (%)	NP
Limite de plasticidade (%)	NP
Índice de plasticidade	NP
Índice de grupo	0
Classificação H.R.B.	A- 3
Classificação unificada	S P

GRANULOMETRIA

PENEIRAS		% PASSANDO
POL.	mm	
3-1/2"	88,9	100,0
3"	76,2	100,0
2-1/2"	63,5	100,0
2"	50,8	100,0
1-1/2"	38,1	100,0
1"	25,4	100,0
3/4"	19,1	100,0
1/2"	12,7	100,0
3/8"	9,52	100,0
N.º 4	4,76	100,0
N.º 10	2,00	100,0
N.º 40	0,42	99,8
N.º 80	0,177	35,2
N.º 200	0,074	1,0

Amostra 03/03 – Compactação e determinação da Umidade

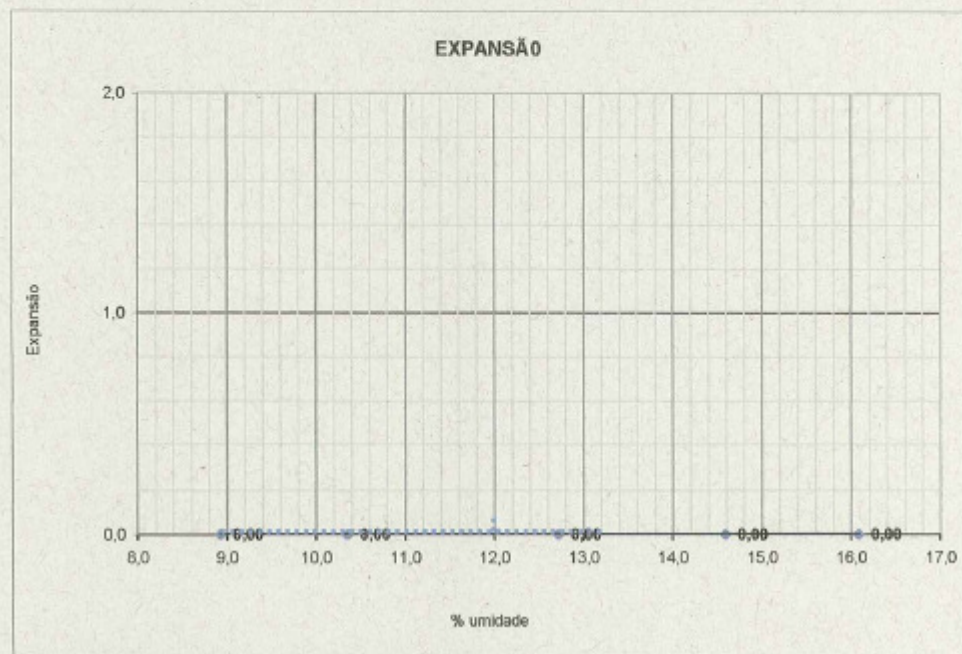
COMPACTAÇÃO DNER-ME 49/94					
Peso das amostras (g)	Energia de compactação			NORMAL	
CILINDRO N.º	56	69	13	101	112
H ₂ O acrescentada (g)	540	660	780	900	1020
Peso cil.+solo úmido (g)	9020	8920	8560	9130	9205
Peso cilindro (g)	5500	5320	4795	5315	5425
Volume cilindro(cm ³)	2060	2076	2092	2076	2068
Peso solo úmido (g)	3520	3600	3765	3815	3780
Massa espe.aparente (g/cm³)	1,709	1,734	1,800	1,838	1,828
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					
CILINDRO N.º	56	69	13	101	112
Cápsula n.º	66	163	152	154	31
Peso cápsula (g)	103,05	91,13	105,43	93,17	108,08
Peso cápsula + solo úmido (gr)	693,10	623,66	743,64	674,31	743,32
Peso cápsula + solo seco (g)	644,76	573,72	671,64	600,35	655,33
Peso H ₂ O (g)	48,34	49,94	72,00	73,96	87,99
Peso do solo seco (g)	541,71	482,59	566,21	507,18	547,25
Umidade (%)	8,9	10,3	12,7	14,6	16,1
Massa espe. aparente seca (g./cm³)	1,569	1,571	1,597	1,604	1,575



Massa espe.apa. Seca máxima (g/cm ³)	1604
Umidade ótima (%)	14,2

Amostra 03/03 – Determinação da Expansão

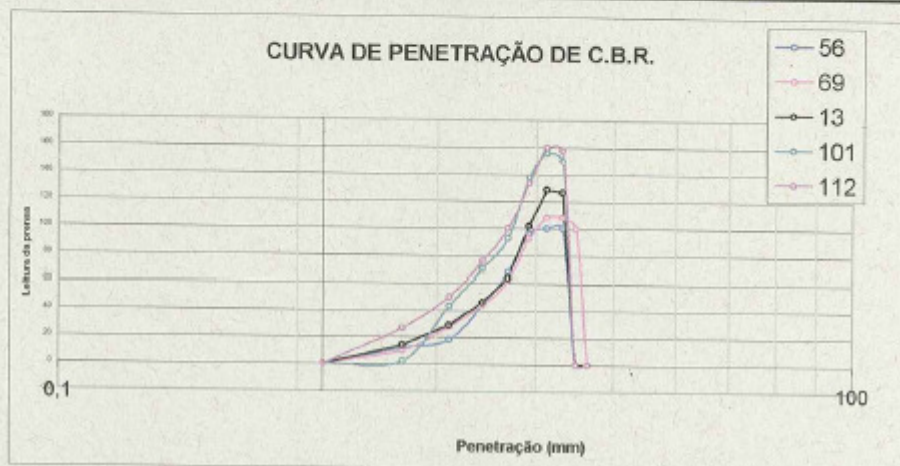
DETERMINAÇÃO DA EXPANSÃO					Alt.CP.(mm)	114
CILINDRO N.º	56	69	13	101	112	
Data da leitura inicial	03/08/10	03/08/10	03/08/10	03/08/10	03/08/10	
Leitura inicial	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Data da leitura final	07/08/10	07/08/10	07/08/10	07/08/10	07/08/10	
Leitura final	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Expansão (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Umidade (%)	8,9	10,3	12,7	14,6	16,1	
				Umidade ótima		14,2



Expansão (%) 0,0

Amostra 03/03 – Penetração

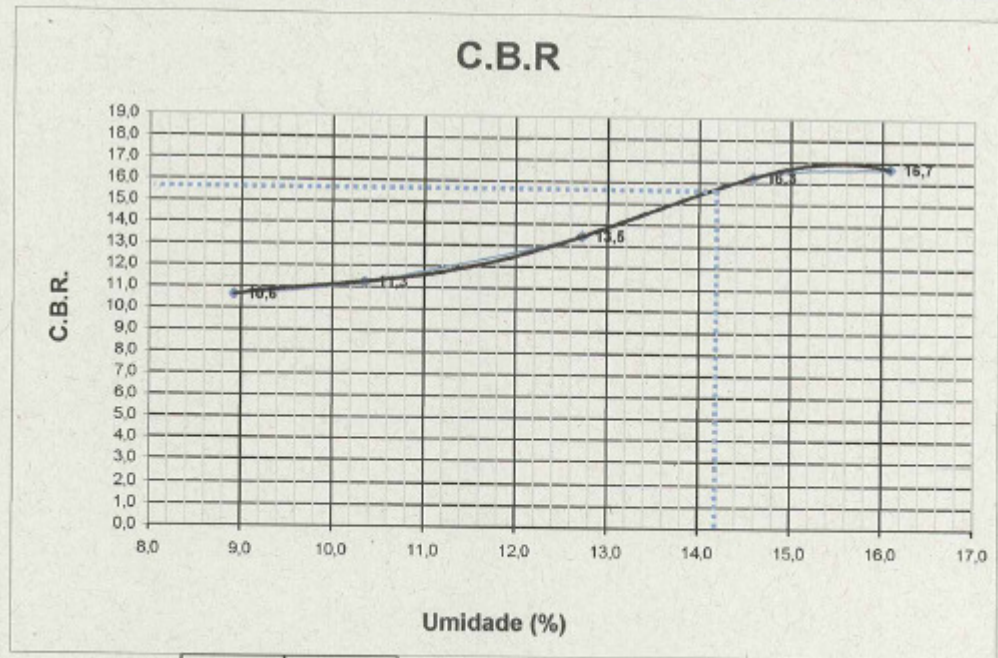
PENETRAÇÃO			Fator da prensa 0,11				
CILINDRO N.º			56	69	13	101	112
Carga padrão (kg)	Tempo (min.)	Penetração (mm)	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura
	0,30"	0,63	0	0	0	0	0
	1' : 00"	1,27	12	10	14	2	27
	1' : 30"	1,90	44	44	46	70	76
1,350	2' : 00"	2,54	68	62	64	93	100
	3' : 00"	3,81	96	93	102	138	134
2,050	4' : 00"	5,08	100	108	129	156	160
	6' : 00"	7,62	100	108	127	150	158
	8' : 00"	10,16		100			
	10' : 00"	12,70					
C.B.R. (2,54)			10,6	9,7	10,0	14,5	15,6
C.B.R. (5,08)			10,4	11,3	13,5	16,3	16,7
C.B.R.			10,6	11,3	13,5	16,3	16,7



Amostra 03/03 – Determinação do CBR

DETERMINAÇÃO DO C.B.R.					
CILINDRO N.º	56	69	13	101	112
C.B.R.	10,6	11,3	13,5	16,3	16,7
Umidade (%)	8,9	10,3	12,7	14,6	16,1

Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima (g/cm ³)	Expansão (%)	C.B.R.
14,2	1604,0	0	15,8

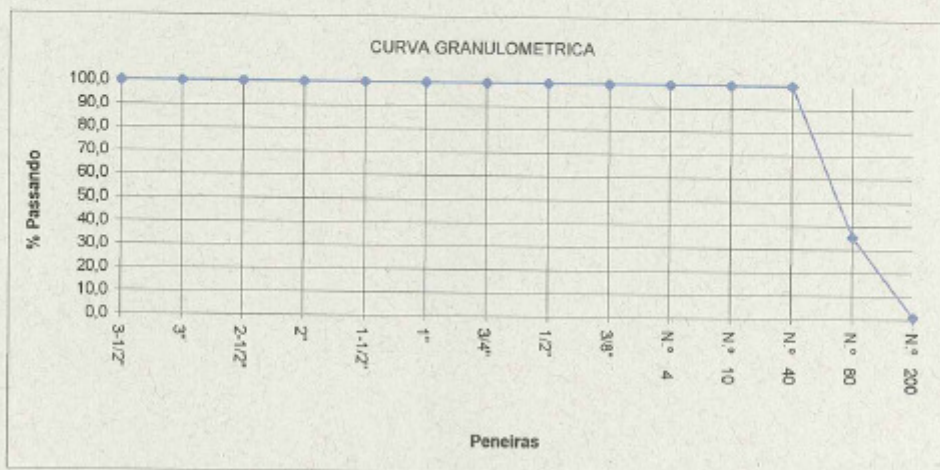


Amostra 03/03 – Análise Granulométrica por Peneiramento

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO MÉTODO DNER-ME 080/94							
PENEIRAMENTO GROSSO							
Amostra total úmida (g)				1894,9			
Solo seco retido peneira n.º 10 (g)				0,00			
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)				1894,91			
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)				1893,38			
Amostra total seca (g)				1893,38			
PENEIRAS		RETIDO	PASSADO	%		%	
POL.	mm	(g)	(g)	PASSANDO	RETIDA		
3-1/2"	88,9		1893,38	100,0	0,0		
3"	76,2		1893,38	100,0	0,0		
2-1/2"	63,5		1893,38	100,0	0,0		
2"	50,8		1893,38	100,0	0,0		
1-1/2"	38,1		1893,38	100,0	0,0		
1"	25,4		1893,38	100,0	0,0		
3/4"	19,1		1893,38	100,0	0,0		
1/2"	12,7		1893,38	100,0	0,0		
3/8"	9,52		1893,38	100,0	0,0		
N.º 4	4,76		1893,38	100,0	0,0		
N.º 10	2,00		1893,38	100,0	0,0		
PENEIRAMENTO FINO							
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)				75,34			
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)				75,28			
Umidade higroscópica (%)				0,08			
PENEIRAS		RETIDO	PASSADO	% PARCIAL	% PARCIAL	% TOTAL	% TOTAL
POL.	mm	(g)	(g)	PASSADA	RETIDA	PASSADA	RETIDA
N.º 40	0,42	0,18	75,10	99,8	0,2	99,8	0,2
N.º 80	0,177	48,60	26,50	35,2	64,6	35,2	64,6
N.º 200	0,074	25,73	0,77	1,0	34,2	1,0	34,2

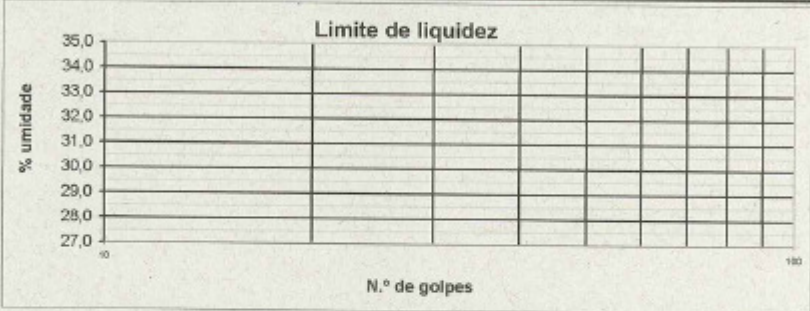
Amostra 03/03 - Determinação da Umidade Higroscópica Método de Ensaio

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA MÉTODO DE ENSAIO NBR - 6457			
cáp. n.º	35	17	41
cáp + solo úmido	71,96	72,79	71,75
cáp + solo seco	71,92	72,76	71,70
tara	18,88	22,21	25,55
Peso da água	0,04	0,03	0,05
peso solo seco	53,04	50,55	46,15
% D'água	0,08	0,06	0,11
Média higroscópica	0,08		



Amostra 03/03 - Limite de Liquidez

LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 122-94			
cáp. n.º			
tara			
cáp + solo úmido			
cáp + solo seco			
Num.de golpes			
Peso D'água			
peso solo seco			
% D'água			



LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 82-94			
N.º DE PONTOS	4	MÉDIA	0,0
cáp. n.º			
tara			
cáp + solo úmido			
cáp + solo seco			
Peso D'água			
peso solo seco			
% D'água			
TOLERANCIA	MAX. 0,00		MIN. 0,00
Limite de liquidez <= a 25% e Índice de plasticidade <= a 6 SE OS LIMITES FOREM ULTRAPASSADOS O E.A. DEVERÁ SER > 30%			
(LL) Limite de liquidez	0	(IP) Índice de plasticidade	0
(LP) Limite de plasticidade	0		