



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	1 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

EMITENTE

SYSTRA

EMPREENHIMENTO

PROJETO EXECUTIVO DE DUPLICAÇÃO DA BR-222

TRECHO

ROTATÓRIA BR-155 / PONTE DOM ELISEU

TÍTULO

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE PAVIMENTAÇÃO

ELABORAÇÃO

Engº. Alfredo Queiroz

RESP. TÉCNICO

Engº. Ettore J. Bottura

VERIFICAÇÃO

Engº. Alfredo Queiroz

LIBERAÇÃO

APROVAÇÃO

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DOCUMENTOS RESULTANTES

OBSERVAÇÕES

REVISÃO	DATA	RESP. TÉCNICO	VERIFICAÇÃO	LIBERAÇÃO	APROVAÇÃO
00	10/03/2020				



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	2 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
2	PARÂMETROS DE PROJETO	4
2.1	Estudo de Tráfego	4
2.2	Estudos Geotécnicos	8
2.3	Avaliação Estrutural	14
3	PROJETO DE RESTAURAÇÃO	15
3.1	Segmentos Homogêneos	15
3.2	Restauração do Pavimento Existente	15
3.3	Dimensionamento de Pavimento	17
4	SOLUÇÕES PROPOSTAS	24
	ANEXO A – ARQUIVOS DE SAÍDA DO PROGRAMA ELSYM5	26
	ANEXO B –ENSAIOS GEOTÉCNICOS DAS SONDAGENS A TRADO	30
	ANEXO C – RESUMO DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS DA JAZIDA	92

1 INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objetivo apresentar à Secretaria de Estado de Transportes do Governo do Estado do Pará – SETRAN o projeto executivo de restauração do pavimento existente e implantação de pavimentos novos na duplicação da rodovia BR-222, no trecho compreendido entre a rotatória BR-155 e a Ponte Dom Eliseu.

A Figura 1 a seguir apresenta o mapa de localização do trecho em estudo.

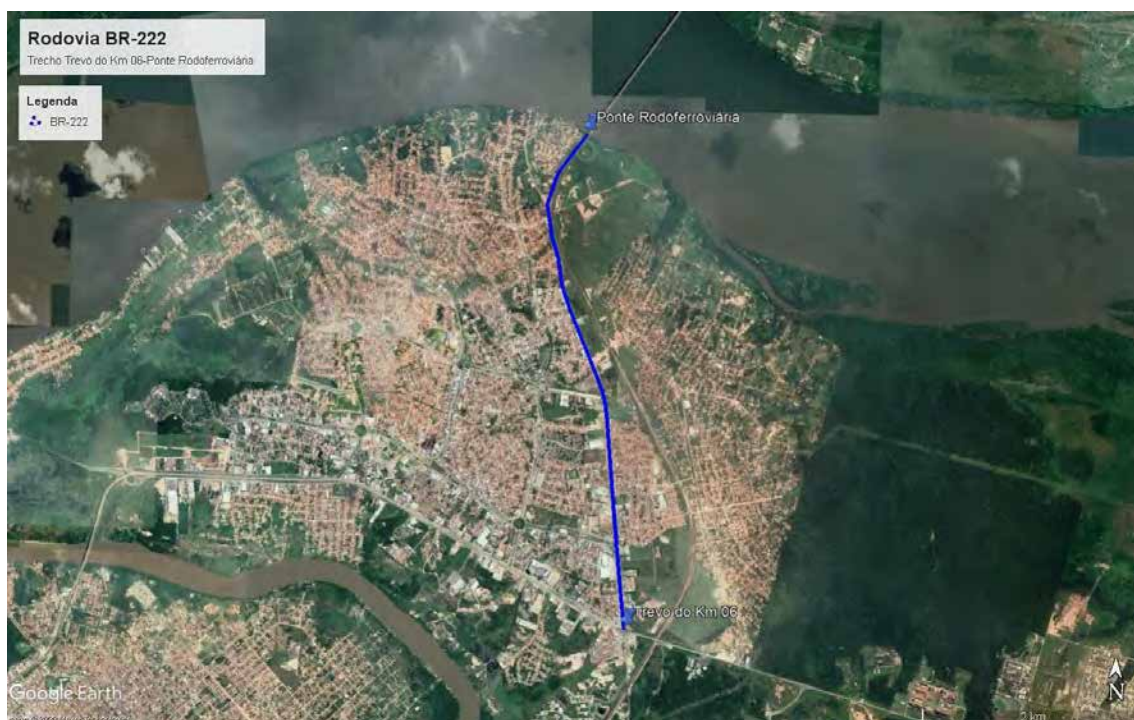


Figura 1– Mapa de Localização do Trecho



2 PARÂMETROS DE PROJETO

2.1 Estudo de Tráfego

A determinação do número N, número de operações do eixo simples padrão de 8,2 tf, se processou com base nos VDMs resultantes e a partir dos Fatores de Carga e Tipos de Eixo, e posteriormente pelos Fatores de Veículos.

Foi realizada uma pesquisa do tráfego existente, constando de contagens manuais realizadas durante 24 horas nos seguintes dias 21, 22, 23 e 24 de janeiro de 2020 no posto localizado na cidade de Marabá, no estado do Pará.

Para a determinação do VDM – Volume Diário Médio, que representa uma média de tráfego durante o ano, foi realizada a expansão dos volumes obtidos em campo aplicando-se os fatores de expansão semanal e mensal. Os fatores de expansão semanal foram embasados no Manual de Estudos de Tráfego do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes do ano de 2006 e o fator de expansão mensal no Boletim Técnico (BT031) da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo. Sendo assim os fatores aplicados para os veículos

Os fatores de expansão semanal para cada tipo de veículo e sentido estudado é apresentado na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Fatores de expansão semanal

Categoria		Sentido Trevo do Km 06	Sentido Ponte Rodoferroviária
		Fex Semanal	Fex Semanal
Caminhões e/ou Ônibus	2C / 2CB (2 Eixos)	4,031	3,889
	3C / 3CB (3 Eixos)	3,922	3,775
	2S2 (4 Eixos)	4,148	3,435
Caminhões Articulados	2C3 (5 Eixos)	3,500	4,314
	3C3 (6 Eixos)	3,876	3,601
	3D4 (7/8 Eixos)	4,123	3,608
	3T6 (9 Eixos)	3,333	3,505
Carros		4,044	4,144
Motos		3,878	3,852

O fator de expansão mensal teve valor igual a 7,8%, tendo como base o mês de janeiro que foi o mês da realização da contagem de tráfego.

O cálculo do Fator de Veículo (FV) dos vários tipos de veículos comerciais foi definido pelos Fatores de Equivalência de Operações (FEO) do eixo simples padrão de 8,2tf. Considerou-se para os veículos carregados, os valores de cargas máximas para cada tipo de eixo, conforme regulamenta o Código de Trânsito Brasileiro e para os veículos vazios, o valor médio correspondente ao peso de “tara” do veículo transmitido ao eixo. A tabela abaixo apresenta as cargas utilizadas por tipo de eixo.



Tabela 2 – Cargas por tipo de eixo

Tipo de Eixo	Carga (tf)	
	Carregado	Vazio
Simplex de roda simples	6	3
Simplex de roda dupla	10	5
Tandem Duplo	17	6
Tandem Triplo	25,5	9

Entre os parâmetros considerados no cálculo estão:

- 80% dos veículos comerciais trafegarão com carga máxima legal;
- 20% trafegarão vazios (sem carga);
- Taxa de Crescimento Anual do tráfego de 3%;
- 14% de excesso de carga por eixo.

A partir da obtenção dos fatores de veículos foram adotadas duas metodologias para o cálculo do número N sendo:

- O dimensionamento do DNER, com base no Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE), em que os fatores de equivalência de carga foram desenvolvidos considerando a deformação máxima de compressão admissível no subleito como o fator de comparação para efeito destrutivo dos eixos reais em relação ao padrão;
- O dimensionamento da AASHTO, onde os fatores de equivalência de carga são baseados na redução da serventia do pavimento, que é um conceito associado ao conforto ao rolamento e defeitos superficiais, medido pelo índice de serventia PSI.

Estão apresentados nas duas tabelas a seguir a projeção de tráfego de veículos comerciais e o cálculo do número N ao longo do período de projeto de 10 anos, respectivamente para o sentido Trevo do Km 06 e Ponte Rodoferroviária da rodovia BR-222.

Com base nos valores obtidos optou-se por uma questão de segurança adotar os resultados de número N mais altos entre os dois pontos calculados. Desta maneira os valores mais altos obtidos, que podem ser verificados nas tabelas a seguir, correspondem ao Sentido Ponte Rodoferroviária, assim para o período de projeto de 10 anos serão os seguintes resultados:

Rodovia BR-222 Trecho Trevo do Km 06 – Ponte Rodoferroviária

$$\text{NUSACE} = 1,29 \times 10^8$$

$$\text{NAASHTO} = 4,78 \times 10^7$$



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	6 de 104
EMITENTE	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

Tabela 3 – Projeção de Tráfego e Determinação do Número N – Sentido Trevo do Km 6

Sentido Trevo do Km 6																
Ano	VDM									VDM Comercial	FV		N		N acumulado	
	Ônibus		Cam. médios e pesados		Caminhões c/semi-reboque (carretas) e reboque			Treminhão			AASHTO	USACE	AASHTO	USACE	AASHTO	USACE
	2C	3CB	2C	3C	2S2	2C3	3C3	3D4	3T6							
	366	136	854	316	463	109	296	296	229	3.065	3,07	9,56				
1	377	140	880	325	477	112	305	305	236	3.157	3,07	9,56	3,54E+06	1,10E+07	3,54E+06	1,10E+07
2	388	144	906	335	491	115	314	314	243	3.250	3,07	9,56	3,64E+06	1,13E+07	7,18E+06	2,24E+07
3	400	148	933	345	506	118	323	323	250	3.346	3,07	9,56	3,75E+06	1,17E+07	1,09E+07	3,40E+07
4	412	152	961	355	521	122	333	333	258	3.447	3,07	9,56	3,86E+06	1,20E+07	1,48E+07	4,61E+07
5	424	157	990	366	537	126	343	343	266	3.552	3,07	9,56	3,98E+06	1,24E+07	1,88E+07	5,85E+07
6	437	162	1.020	377	553	130	353	353	274	3.659	3,07	9,56	4,10E+06	1,28E+07	2,29E+07	7,12E+07
7	450	167	1.051	388	570	134	364	364	282	3.770	3,07	9,56	4,22E+06	1,32E+07	2,71E+07	8,44E+07
8	464	172	1.083	400	587	138	375	375	290	3.884	3,07	9,56	4,35E+06	1,36E+07	3,14E+07	9,79E+07
9	478	177	1.115	412	605	142	386	386	299	4.000	3,07	9,56	4,48E+06	1,40E+07	3,59E+07	1,12E+08
10	492	182	1.148	424	623	146	398	398	308	4.119	3,07	9,56	4,62E+06	1,44E+07	4,05E+07	1,26E+08



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	7 de 104
EMITENTE	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

Tabela 4 – Projeção de Tráfego e Determinação do Número N – Sentido Trevo do Km 6

Sentido Ponte Rodoferroviária																							
Ano	VDM																VDM Comercial	FV		N		N acumulado	
	Ônibus		Cam. médios e pesados		Caminhões c/semi-reboque (carretas) e reboque								Treminhão					AASHTO	USACE	AASHTO	USACE	AASHTO	USACE
	2C	3CB	2C	3C	2S2	2S3	3S2	3I2	2C3	3S3	3I3	3C3	3D4	3Q4	3T6	3M6							
	554	125	1.294	291	448	55	16	7	199	100	23	294	147	3	175	2	3.736	2,97	8,04				
1	571	129	1.333	300	461	57	16	7	205	103	24	303	151	3	180	2	3.848	2,97	8,04	4,17E+06	1,13E+07	4,17E+06	1,13E+07
2	588	133	1.373	309	475	59	16	7	211	106	25	312	156	3	185	2	3.963	2,97	8,04	4,30E+06	1,16E+07	8,47E+06	2,29E+07
3	606	137	1.414	318	489	61	16	7	217	109	26	321	161	3	191	2	4.081	2,97	8,04	4,42E+06	1,20E+07	1,29E+07	3,49E+07
4	624	141	1.456	328	504	63	16	7	224	112	27	331	166	3	197	2	4.204	2,97	8,04	4,56E+06	1,23E+07	1,74E+07	4,72E+07
5	643	145	1.500	338	519	65	16	7	231	115	28	341	171	3	203	2	4.330	2,97	8,04	4,69E+06	1,27E+07	2,21E+07	5,99E+07
6	662	149	1.545	348	535	67	16	7	238	118	29	351	176	3	209	2	4.458	2,97	8,04	4,83E+06	1,31E+07	2,70E+07	7,30E+07
7	682	153	1.591	358	551	69	16	7	245	122	30	362	181	3	215	2	4.590	2,97	8,04	4,98E+06	1,35E+07	3,20E+07	8,65E+07
8	702	158	1.639	369	568	71	16	7	252	126	31	373	186	3	221	2	4.727	2,97	8,04	5,12E+06	1,39E+07	3,71E+07	1,00E+08
9	723	163	1.688	380	585	73	16	7	260	130	32	384	192	3	228	2	4.869	2,97	8,04	5,28E+06	1,43E+07	4,24E+07	1,15E+08
10	745	168	1.739	391	603	75	16	7	268	134	33	396	198	3	235	2	5.016	2,97	8,04	5,44E+06	1,47E+07	4,78E+07	1,29E+08



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	8 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

2.2 Estudos Geotécnicos

As investigações geotécnicas, realizadas ao longo do mês de janeiro de 2020, contemplaram o estudo do subleito, a identificação das estruturas dos pavimentos existentes e a pesquisa de jazida para camadas de base, sub-base e subleito. Os estudos geotécnicos constaram da execução de 5 (cinco) sondagens a trado para identificação táctil-visual, com coleta de amostras deformadas para a execução de ensaios de compactação, análise granulométrica, limite de liquidez, limite de plasticidade e Índice de Suporte Califórnia.

A Tabela 5 apresenta o resumo dos ensaios das sondagens a trado referentes as camadas de base, sub-base e subleito do pavimento existente.

Os Anexos B e C contêm os ensaios geotécnicos das sondagens a trado e o resumo dos ensaios geotécnicos da jazida, respectivamente.



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	9 de 104
EMITENTE	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

Tabela 5 – Resumo dos ensaios de sondagens a trado

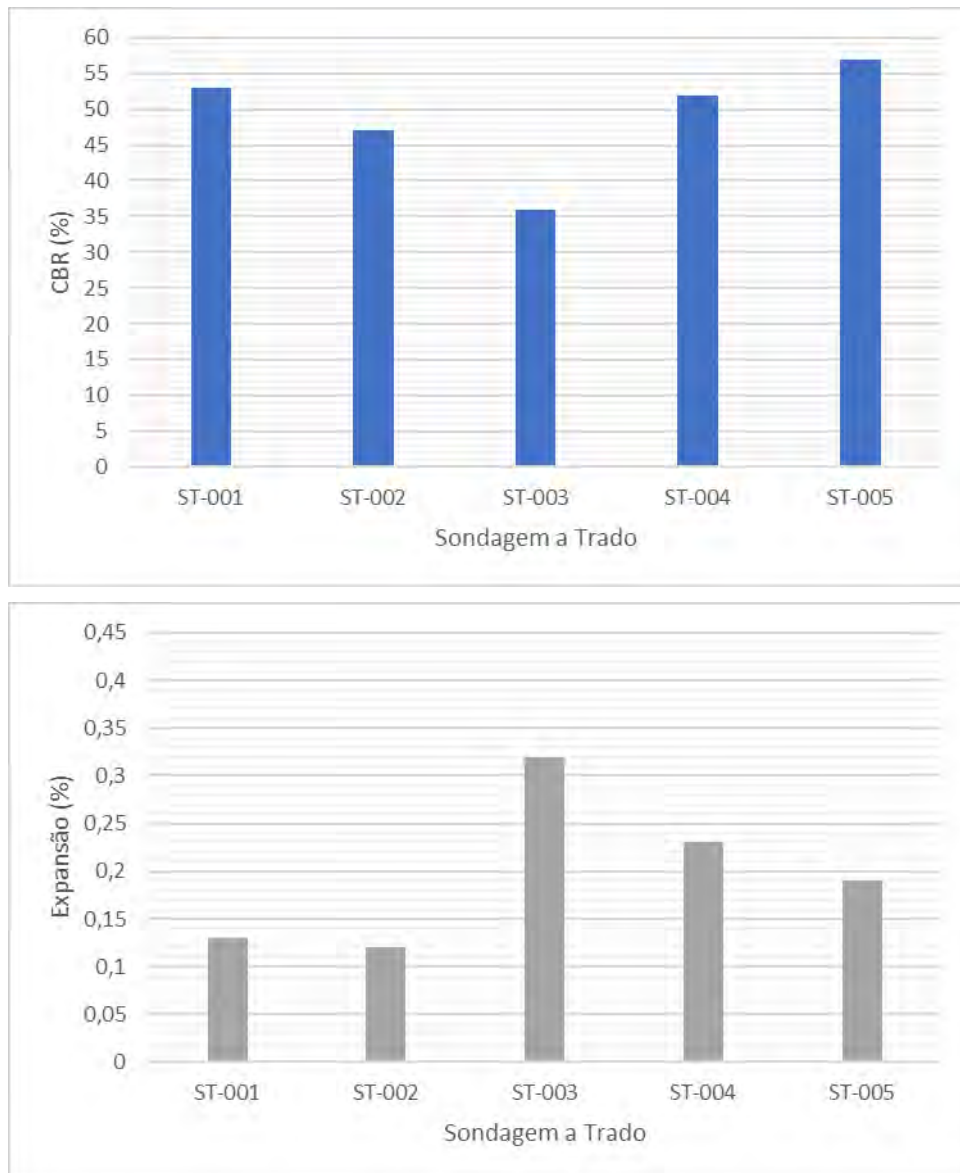
ST N.º	Camada	Profundidade		Profundidade (m)	LOCAL Estaca	hot (%)	Dens. Seca máx (g/cm³)	CBR (%)	Expansão (%)	Energia	Classif. HRB	Granulometria - Passada (%)			LL	LP	IP	Classif. IP	NA
		Início	Fim									#200 (0,075)	#40 (0,42)	#10					
ST-001	Base	0,00	0,20	0,00 à 0,20	2+000	12,08	2,036	53	0,13	Modificada	A-2-6	28,09	39,20	45,32	37,74	24,78	12,96	Medianamente Plástico	-
ST-001	Sub base	0,20	0,40	0,20 à 0,40	2+000	11,10	1,999	32	0,10	Intermediária	A-2-6	24,21	34,66	41,04	38,00	26,12	11,88	Medianamente Plástico	-
ST-001	Subleito	0,40	0,60	0,40 à 0,60	2+000	12,70	1,732	12	0,20	Normal	A-2-6	29,12	43,54	52,53	33,07	20,61	12,46	Medianamente Plástico	-
ST-002	Base	0,00	0,20	0,00 à 0,20	52+000	11,62	2,065	47	0,12	Modificada	A-6	42,18	66,60	77,51	35,07	20,55	14,52	Medianamente Plástico	-
ST-002	Sub base	0,20	0,40	0,20 à 0,40	52+000	11,50	1,922	30	0,14	Intermediária	A-7-6	47,10	67,86	77,40	42,67	28,96	13,71	Medianamente Plástico	-
ST-002	Subleito	0,40	0,60	0,40 à 0,60	52+000	12,40	1,781	11	0,20	Normal	A-7-6	52,90	75,31	86,03	43,47	29,25	14,22	Medianamente Plástico	-
ST-003	Base	0,00	0,20	0,00 à 0,20	101+000	19,60	1,845	36	0,32	Modificada	A-4	66,86	85,25	91,17	NL	-	NP	-	-
ST-003	Sub base	0,20	0,40	0,20 à 0,40	101+000	20,20	1,670	19	0,40	Intermediária	A-4	52,41	57,42	65,55	NL	-	NP	-	-
ST-003	Subleito	0,40	0,60	0,40 à 0,60	101+000	19,30	1,576	19,3	0,40	Normal	A-4	60,15	77,73	85,33	NL	-	NP	-	-
ST-004	Base	0,00	0,20	0,00 à 0,20	153+000	11,30	2,034	52	0,23	Modificada	A-2-6	25,72	44,50	61,50	33,23	21,29	11,94	Medianamente Plástico	-
ST-004	Sub base	0,20	0,40	0,20 à 0,40	153+000	14,10	1,854	30	0,20	Intermediária	A-6	36,70	53,67	70,40	34,76	22,32	12,44	Medianamente Plástico	-
ST-004	Subleito	0,40	0,60	0,40 à 0,60	153+000	19,00	1,730	9	0,30	Normal	A-4	66,52	76,95	84,03	NL	-	NP	-	-
ST-005	Base	0,00	0,20	0,00 à 0,20	206+000	10,60	2,049	57	0,19	Modificada	A-2-6	26,31	45,54	59,96	30,16	19,79	10,37	Medianamente Plástico	-
ST-005	Sub base	0,20	0,40	0,20 à 0,40	206+000	11,20	1,972	36	0,22	Intermediária	A-6	36,21	50,62	61,65	33,32	21,10	12,22	Medianamente Plástico	-
ST-005	Subleito	0,40	0,60	0,40 à 0,60	206+000	11,30	1,720	13	0,20	Normal	A-2-6	32,33	41,43	50,14	32,38	21,27	11,11	Medianamente Plástico	-



CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	10 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

As Figuras 2, 3 e 4 ilustram a variação do CBR e expansão ao longo do trecho em estudo, para as camadas de base, sub-base e subleito respectivamente.

Figura 2 – Variação do CBR e da expansão ao longo do trecho – Base



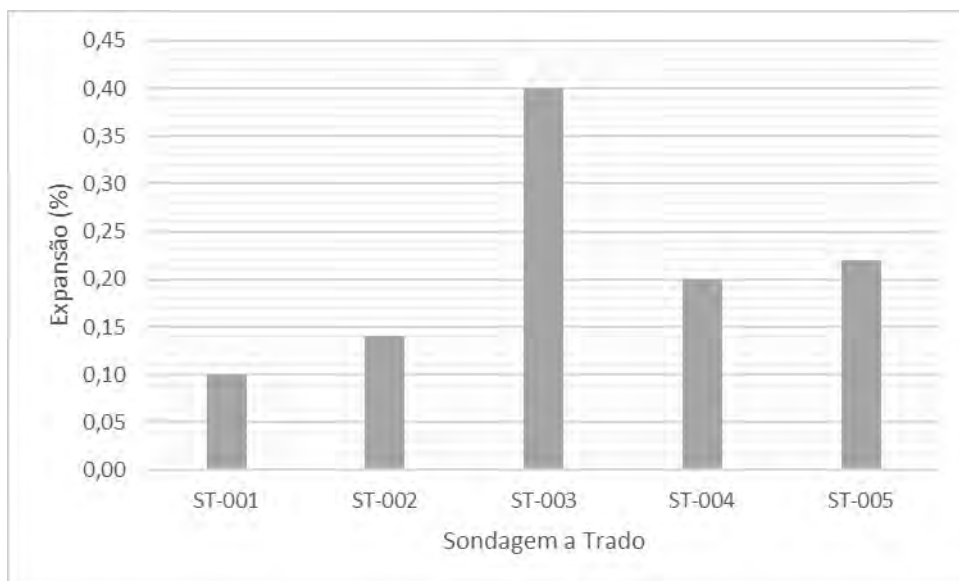
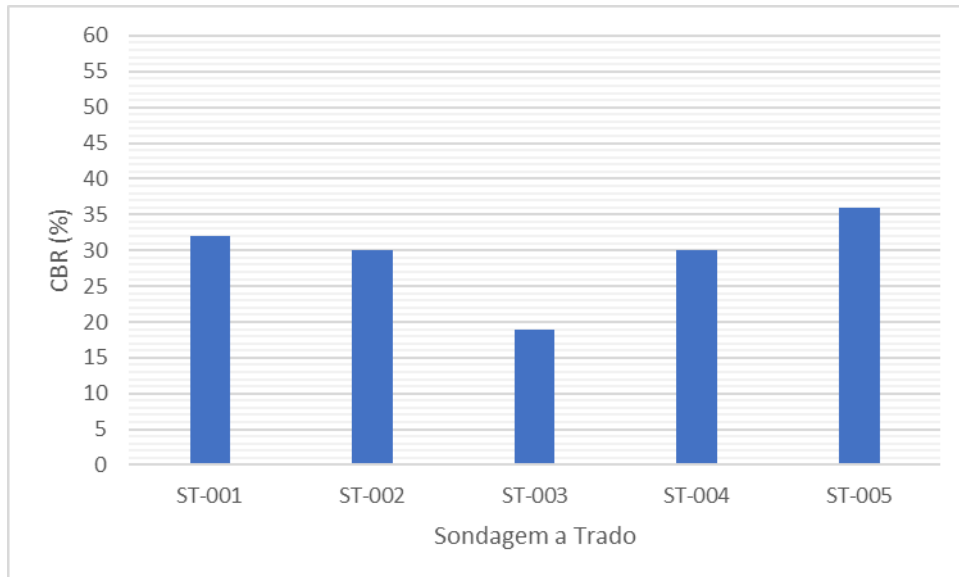


CÓDIGO	MC-SETRAN-01-P09/001	REV.	00
EMIÇÃO	03/2020	FOLHA	11 de 104
EMITENTE	SYSTRA		

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

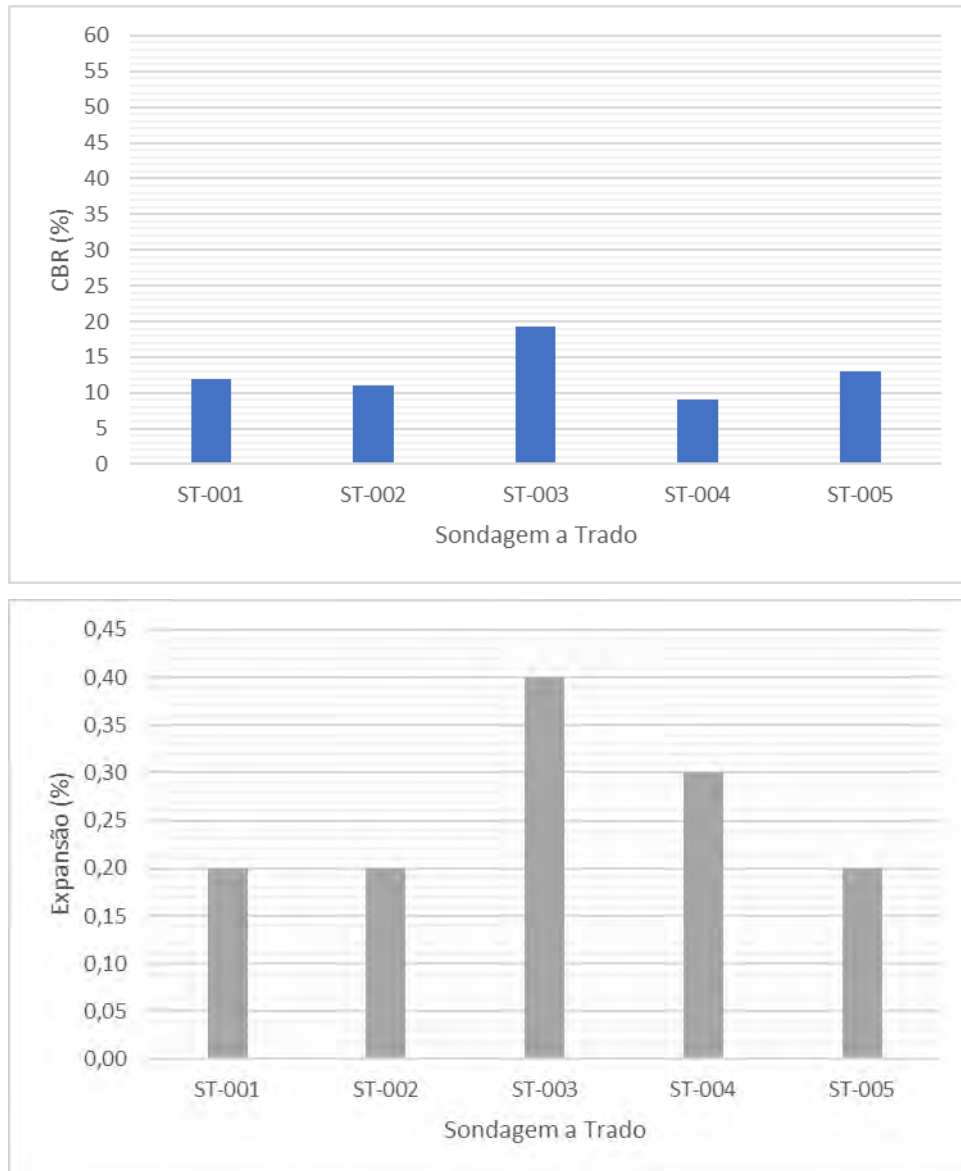
Figura 3 – Variação do CBR e da expansão ao longo do trecho – Sub-base





CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	12 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

Figura 4 – Variação do CBR e da expansão ao longo do trecho - Subleito



O CBR de projeto foi calculado conforme as expressões abaixo:

$$CBR_p = \overline{CBR} - \frac{s \times t_{0,90}}{\sqrt{n}}$$

Onde:

CBRp = CBR de projeto (%)

\overline{CBR} = CBR Médio (%)

s = desvio padrão



CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	13 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

n = número de amostras

$t_{0,90}$ = coeficiente de Student

$$\overline{\text{CBR}} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{CBR}_i}{n} = 12\%$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{CBR}_i - \overline{\text{CBR}})^2}{n-1}} = 1,00$$

$$\text{CBR}_p = \overline{\text{CBR}} - \frac{s \times t_{0,90}}{\sqrt{n}} \rightarrow \text{CBRP} = 10,0\%$$

$$\text{CBR}_{\min} = \overline{\text{CBR}} - \frac{s \times t_{0,90}}{\sqrt{n}} - 0,68 \times s \rightarrow \text{CBR}_{\min} = 10\%$$

Os valores de CBR cuja expansão foi maior ou igual a 2% foram excluídos dos cálculos.

2.3 Avaliação Estrutural

Para a avaliação das características estruturais dos pavimentos, foi utilizada a Viga Benkelman conforme DNER-ME 024/94 e DNER-ME 061/94. O ANEXO B contém as deflexões obtidas em janeiro de 2020. A avaliação estrutural do pavimento foi realizada em conformidade com a norma DNER PRO 11/79 (Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis). Adotou-se um fator de correção sazonal - $F_s = 1,2$.

A Figura 5 apresenta os valores de deflexão obtidos no trecho entre as estacas 0 e 212.

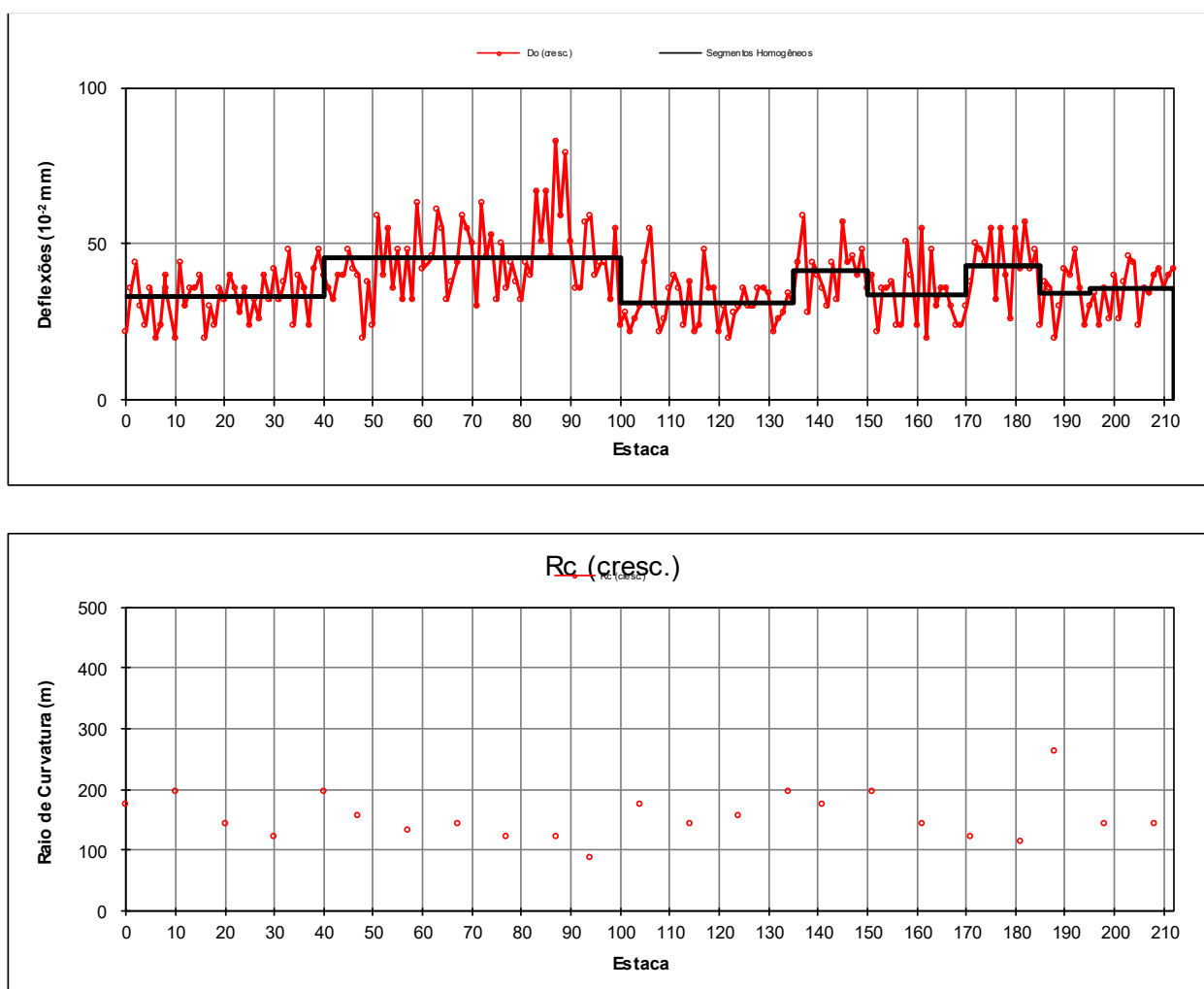


Figura 5 – Deflexões e Raios de Curvatura obtidas ao longo do trecho



3 PROJETO DE RESTAURAÇÃO

3.1 Segmentos Homogêneos

Os segmentos homogêneos foram definidos conforme método das diferenças acumuladas preconizado pela AASHTO (*AASHTO Guide for Design of Pavement Structures - Appendix J*), considerando as deflexões máximas. Os segmentos obtidos foram reavaliados e ajustados em função dos aspectos superficiais e funcionais verificados em campo.

A Tabela 6 apresenta, para cada segmento obtido, a deflexão e raio de curvatura médio (Rc).

Tabela 6 – Segmentação Homogênea

CRESCENTE										
Trecho	Segmentos Homogêneos					Deflexão				
	Estaca Levantamento		Estaca Projeto		Extensão (m)	Média	Desvio	Dc	Rc	
	Início	Fim	Início	Fim					Média	Desvio
1º	0	40	212	172	800	33	8	41	167	34
2º	40	100	172	112	1200	46	13	58	127	24
3º	100	135	112	77	700	30	7	37	168	23
4º	135	150	77	62	300	41	9	50	175	0
5º	150	170	62	42	400	34	10	43	170	38
6º	170	185	42	27	300	43	11	54	117	6
7º	185	195	27	17	200	33	9	42	263	0
8º	195	212	17	0	340	35	7	42	143	0

3.2 Restauração do Pavimento Existente

Para a restauração do pavimento existente, foram estudadas alternativas de reforço estrutural considerando os procedimentos DNER-PRO 011/79 - *Avaliação estrutural de pavimentos flexíveis* e DNER-PRO 269/94 - *Projeto de restauração de pavimentos flexíveis - TECNAPAV*.

Adotou-se um fator de correção sazonal - $F_s = 1,0$ (época de chuvas).

A Tabela 7 apresenta o resumo do dimensionamento do reforço conforme DNER-PRO 011/79 e DNER-PRO 269.

Tabela 7 – Espessuras de reforço dimensionadas pelos diferentes métodos

MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO DE REFORÇO													
Segm.	Estaca Levantamento		Estaca Projeto		Ext. (m)	Dp (0,01mm)	Rc (m)	DNER-PRO 011/79				DNER-PRO 269/94	
	Início	Fim	Início	Fim				Hr (cm)	Sem Fresagem	Com Fresagem			
										F(cm)	R (cm)		
1	0	40	212	172	40	49	167	1	2	0,0	2		
2	40	100	172	112	60	70	127	7	8	0,0	8		
3	100	135	112	77	35	45	168	0	0	0,0	0		
4	135	150	77	62	15	60	175	5	6	0,0	6		
5	150	170	62	42	20	52	170	2	3	0,0	3		
6	170	185	42	27	15	64	117	6	7	0,0	7		
7	185	195	27	17	10	51	263	2	2	0,0	2		
8	195	212	17	0	17	51	143	2	2	0,0	2		



DOCUMENTO TÉCNICO

A solução adotada para a restauração do pavimento existente segue a Tabela 7, com utilização de CBUQ modificado por polímero tendo em vista a ordem de grandeza do número "N". Locais com espessura de recape entre 0 e 3cm, adotou-se a espessura de 3cm como solução. Entre as estacas 35 e 77 (estacas de projeto), não será realizada nenhuma intervenção no pavimento existente.

A estrutura dos reparos localizados é apresentada a seguir.

Camada	Espessura (cm)
Concreto Asfáltico– Faixa B com polímero	10,0
Imprimação Betuminosa Ligante	-
Imprimação Betuminosa Impermeabilizante	-
Base de solo-cimento	20,0
Sub-base estabilizada granulometricamente	20,0

A Tabela 8 apresenta os locais onde serão realizados reparos localizados anteriormente à aplicação do reforço estrutural.

Tabela 8 - Localização dos Reparos Localizados

Reparos Localizados
Estaca de Projeto
106
118

Em decorrência da duplicação do trecho da rodovia, uma das faixas da pista existente necessitará mudança de inclinação da seção transversal. Para tanto foi considerada a espessura média de 4cm de Binder no lado da pista que requer o enchimento.

O próximo item apresenta o dimensionamento do pavimento asfáltico a ser implantado nas pistas e acostamentos.



CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	17 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

3.3 Dimensionamento de Pavimento

3.3.1 Método do DNER

Os pavimentos foram dimensionados conforme método apresentado no *Manual de Pavimentação* – Publicação IPR-719 (DNIT, 2006). O método baseia-se fundamentalmente nas características de suporte do solo de fundação e dos materiais que constituem a estrutura do pavimento, bem como nos parâmetros de tráfego. Atende à limitação de deformações permanentes excessivas e de tensões que possam provocar a ruptura por cisalhamento dos solos da base, sub-base e subleito.

A espessura total necessária é determinada em termos de material granular em função das características geotécnicas do subleito e do nível de tráfego solicitante, parâmetro também utilizado para a determinação da espessura mínima de revestimento asfáltico.

As camadas constituintes do pavimento são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes equações:

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20} \quad (1)$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_S \geq H_n \quad (2)$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_S + h_n \times K_{REF} \geq H_m \quad (3)$$

Onde:

R = espessura do revestimento;

B = espessura da base;

H₂₀ = espessura sobre a sub-base;

h₂₀ = espessura da sub-base;

H_n = espessura sobre o reforço do subleito;

h_n = espessura do reforço do subleito;

H_m = espessura do pavimento;

K_R, K_B, K_S, K_{REF} = coeficientes de equivalência estrutural.

Os seguintes pressupostos básicos deverão ser considerados na implantação de estruturas de pavimentos:

- Deverá haver uma drenagem superficial adequada e o lençol de água subterrâneo deverá estar rebaixado a pelo menos 1,5 m em relação ao greide de terraplenagem;
- Sempre que um segmento apresentar capacidade de suporte inferior ao CBR de



DOCUMENTO TÉCNICO

projeto e/ou expansão superior a 2%, deverá haver substituição de solos em toda a largura da plataforma por solos provenientes de caixas de empréstimos que tenham CBR superior ao preconizado no projeto;

- As camadas constituintes das estruturas de pavimentos deverão ser executadas de acordo com as especificações técnicas do DNIT, sem as quais estes dimensionamentos não terão validade.

Com base no tráfego solicitante ($N_{USACE} = 1,28 \times 10^8$) e nas condições de suporte do subleito ($CBR \geq 10\%$), foi dimensionada a estrutura de pavimento para a pista principal apresentada a seguir:

a) Materiais e Coeficientes de Equivalência Estrutural

Para $N = 1,28 \times 10^8$, o método recomenda revestimento tipo concreto asfáltico com 12,5 cm de espessura. A base solo-cimento deverá ter espessura máxima de 20,0 cm.

Base Solo-cimento com adição de cimento: $K_B = 1,2$

Sub-base existente: $K_{20} = 1,0$

b) Cálculo das Espessuras das Camadas

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20} \rightarrow H_{20} = 29 \text{ cm}$$

$$12,5 \times 2,0 + B \times 1,2 \geq 29 \rightarrow B \geq 3,3 \text{ cm} \rightarrow B = 10 \text{ cm}$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_S \geq H_n - \text{para } CBR_P = 10\% \rightarrow H_n = 48 \text{ cm}$$

$$12,5 \times 2,0 + 10 \times 1,2 + h_{20} \times 1,0 \geq 48 \text{ cm} \rightarrow h_{20} \geq 11 \text{ cm}$$

c) Verificação do Dimensionamento

Camada	Espessura (cm)	Coef. Estrutural K	Espessura x K
CBUQ	12,5	2,0	25,0
Solo-Cimento	10,0	1,2	12,0
Sub-Base Estabilizada granulometricamente	11,0	1,0	15,0
Espessura total em termos de material granular			48,0 cm \geq $H_n = 48$ cm



d) Seção Tipo do Pavimento – Solução 1

Camada	Espessura (cm)
CBUQ	12,5
Solo-Cimento	10,0
Sub-Base Estabilizada granulometricamente	11,0
Subleito (CBR \geq 10% e Expansão \leq 2%)	-

3.3.2 Verificação Mecanicista

Utilizou-se o programa ELSYM5 (*Elastic Layered System*), baseado na teoria da elasticidade linear. Admitiu-se carregamento de eixo-padrão de 8,2 tf. O eixo simples com rodas duplas solicita o pavimento com cargas de 2.050 kgf por roda, espaçadas por 28,8 cm e pressão de enchimento dos pneus de 5,6 kgf/cm².

Limitam-se as tensões e deformações em pontos específicos, particularmente na face inferior do revestimento, onde ocorrem tensões e deformações de tração que provocam trincas por fadiga, e no topo do subleito, onde as tensões e deformações verticais de compressão são associadas ao acúmulo de deformação permanente nas trilhas de roda.

A seguir apresentam-se os modelos de fadiga adotados, conforme IP-DE-P09/001 (DER/SP, 2006):

- **Critério de ruptura por deflexão na superfície**

Para estimar a vida de fadiga do revestimento asfáltico a partir da deflexão no topo da camada de revestimento, foi adotado o modelo preconizado no procedimento DNER-PRO 269/94:

$$\text{Log } D = 3,148 - 0,188 \log N$$

Onde:

D - deflexão na superfície (10⁻² mm);

N - número de solicitações do eixo padrão de 80kN para o período de projeto (metodologia da USACE).

- **Critério de ruptura por fadiga na camada de revestimento asfáltico**

Para estimar a vida de fadiga do revestimento asfáltico, a partir da deformação de tração na fibra inferior da camada asfáltica, utilizou-se do modelo proposto por FHWA (*Federal Highway Administration*, 1976):

$$N = 1,092 \times 10^{-6} \times \epsilon_t^{-3,512}$$



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	20 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

Onde:

N - número de solicitações do eixo padrão de 80kN para o período de projeto (metodologia da AASHTO);

ϵ_t - deformação específica de tração na fibra inferior da camada de revestimento.

- **Critério de ruptura por fadiga na camada cimentada**

Para estimar a vida de fadiga na camada cimentada, a partir da deformação de tração na fibra inferior da camada cimentada, utilizou-se do modelo proposto por Balbo (1993):

$$N = FLC \times 10(17,137 - 19,608 RT)$$

Onde:

FLC = fator de laboratório - campo = 0,05

RT = σ_t / σ_r

σ_t = tensão de tração na flexão (MPa)

σ_r = tensão de ruptura (MPa) = 0,9

N = número de solicitações do eixo padrão de 80kN para o período de projeto.

- **Critério de ruptura no subleito**

Foi adotado o modelo preconizado por *Dormon & Metcalf* (1965), para verificação do número admissível de repetições do eixo padrão em função da deformação específica vertical de compressão no topo do subleito (ϵ_v).

$$N = 6,07 \times 10^{-10} \times \epsilon_v^{-4,762}$$

Onde:

N - número de solicitações do eixo padrão de 80kN para o período de projeto (metodologia da USACE).

ϵ_v - deformação específica vertical de compressão no topo do subleito.

A Tabela 9 a seguir apresenta o modelo estrutural considerado na análise do pavimento da solução 1 com base solo-cimento.



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	21 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

Tabela 9 – Modelo estrutural – Solução 1 com Base Solo-Cimento

Camada	Espessura (cm)	Módulo de Resiliência (kgf/cm ²)	Coefficiente de Poisson
CBUQ	12,5	45.000	0,30
Solo-Cimento	10,0	75.000	0,20
Sub-Base Estabilizada granulometricamente	11,0	3.000	0,45
Subleito (CBR ≥ 10% e Expansão ≤ 2%)	-	1.000	0,40

* Valores de Módulo de Resiliência (25°C) e coeficientes de Poisson considerados na análise.
Para a determinação do módulo de resiliência do solo do subleito, considerou-se a equação abaixo:

$$MR = 10 \times CBR \text{ (MPa)}$$

Os esforços solicitantes obtidos a partir da estrutura analisada foram:



DOCUMENTO TÉCNICO

CAMADA	ESPESSURA	MR (Mpa)	"N" de Projeto	
CAPA	12,5	4500		
BASE	10	7500		
SUB-BASE	11	300	USACE	AASHTO
SUBLEITO	-	100	1,29E+08	4,78E+07

CAMADA DE REVESTIMENTO

Critério de Ruptura Por Deflexão na Superfície (10^{-2} mm)

Resultado
ELSYM

Método	k	n	D _{adm}	D _{solicitante}	Verificação
DNER PRO 269/94	3,148	0,188	41,996	25,74	ok

CAMADA DE REVESTIMENTO

Critério de Ruptura por Fadiga (10^{-4} cm/cm)

Resultado
ELSYM

Método	k	n	ϵt_{adm}	$\epsilon t_{solicitante}$	Verificação
FHWA (Federal Highway Administration, 1976)	1,09E-06	3,512	1,306	0,20	ok

SUBLEITO

Critério de Ruptura no Subleito (10^{-4} cm/cm)

Resultado
ELSYM

Método	k	n	ϵv_{adm}	$\epsilon v_{solicitante}$	Verificação
Dormon & Metcalf (Shell, 1965)	6,069E-10	4,762	2,298	1,882	ok

CAMADA CIMENTADA

Critério de Ruptura na Camada Cimentada (10^{-4} cm/cm)

Resultado
ELSYM

Método	a	b	σ_{adm}	$\sigma_{atuante}$	Verificação
Balbo (1993)	17,137	19,608	3,616	0,030	ok



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	23 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

Verifica-se, através dos resultados obtidos com o programa Elsym5, que os valores admissíveis não são ultrapassados. Portanto, a estrutura de pavimento dimensionada é suficiente para atender ao tráfego previsto para o período de projeto de 10 anos.

O Anexo A contém os arquivos de saída do programa Elsym5 para a estrutura analisada.



4 SOLUÇÕES PROPOSTAS

Para a definição das soluções de restauração, foram consideradas as espessuras de reforço obtidas pelos métodos DNER-PRO 011 e DNER-PRO 269, os valores de Raio de Curvatura (Rc), as Deflexões de Projeto (Dp). Estes parâmetros constam da Tabela 18 apresentada anteriormente.

Para cada segmento homogêneo, considerou-se a maior espessura de reforço entre as obtidas pelos métodos de dimensionamento. O reforço deverá ser executado em CBUQ (faixa C com polímero e faixa B). Entre o pavimento existente e a camada de reforço em CBUQ, deverá ser aplicada uma pintura de ligação.

Para adequar a inclinação da seção transversal com a duplicação do trecho da rodovia, optou-se pela execução de uma camada de Binder com espessura média de 4,0 cm (enchimento) no lado adjacente à pista nova.

A Tabela 10 a seguir apresenta as soluções de restauração propostas.

Tabela 10 – Soluções de restauração

Segm.	Estaca Levantamento		Estaca Projeto		Ext. (m)	Medidas Corretivas
	Início	Fim	Início	Fim		
1	0	40	212	172	0,80	3cm de CBUQ faixa C com polímero
2	40	100	172	112	1,20	4cm de CBUQ faixa B + 4cm de CBUQ faixa C com polímero
3	100	135	112	77	0,70	Sem intervenção
4	135	185	77	27	1,00	4cm de CBUQ faixa B + 3cm de CBUQ faixa C com polímero
5	185	212	27	0	0,54	3cm de CBUQ faixa C com polímero

A estrutura dos reparos localizados é apresentada a seguir.

Camada	Espessura (cm)
Concreto Asfáltico– Faixa B com polímero	5,0
Imprimação Betuminosa Ligante com polímero	-
Concreto Asfáltico – Faixa B com polímero	5,0
Imprimação Betuminosa Ligante com polímero	-
Imprimação Betuminosa Impermeabilizante	-
Base de solo-cimento	20,0
Sub-base estabilizada granulometricamente	20,0

A Tabela 11 apresenta os locais onde serão realizados reparos localizados anteriormente à aplicação do reforço estrutural.



Tabela 11 - Localização dos Reparos Localizados

Reparos Localizados
Estaca de Projeto
106
118

A estrutura do pavimento asfáltico a ser construído na pista, é apresentada a seguir:

Camada	Espessura (cm)
Concreto Asfáltico Modificado por Polímero – Faixa C	4,5
Pintura de Ligação com polímero	-
Concreto Asfáltico Modificado por Polímero – Faixa B	4,0
Pintura de Ligação com polímero	-
Concreto Asfáltico Modificado por Polímero – Faixa B	4,0
Pintura de Ligação com polímero	-
Base de Solo-cimento	18,0
Sub-base estabilizada granulometricamente s/mistura	30,0
Subleito (CBR \geq 10%, expansão $<$ 2%)	-

Sempre que um segmento ou área localizada apresentar suporte do subleito inferior ao valor mínimo adotado de 10%, o material considerado inadequado deverá ser substituído em toda a sua área de ocorrência por solos com características superiores ao preconizado, numa espessura mínima de 60,0 cm.

A execução dos serviços deverá seguir rigorosamente as Especificações Técnicas a seguir discriminadas, sem as quais este dimensionamento não terá validade.

Designação	Especificação
Regularização do Subleito (CBR \geq 10%; Exp. $<$ 2% - E.N.)	DNIT 137/2010-ES
Sub-base de Solo Estabilizado Granulometricamente s/mistura (CBR \geq 30%, expansão \leq 1% - E.I.)	DNIT 139/2010-ES
Base de solo-cimento	DNIT 143/2010-ES
Pintura de Ligação com polímero	DNIT 145/2010-ES
Concreto Asfáltico – Faixa C com polímero	DNIT 031/2006-ES
Concreto Asfáltico – Faixa B (Binder) com polímero	



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	26 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

ANEXO A – ARQUIVOS DE SAÍDA DO PROGRAMA ELSYM5



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	27 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

Solução – Base Solo-Cimento

Camada	Espessura (cm)
CBUQ	12,5
Solo-Cimento	10,0
Sub-Base Estabilizada granulometricamente	11,0
Subleito (CBR \geq 10% e Expansão \leq 2%)	-

1 ELSYM5 3/72 - 3, SISTEMA ELASTICO DE CAMADAS DE UMA A DEZ CARGAS NORMAIS CIRCULARES UNIFORMES IDENTICAS

*** SISTEMA ELASTICO 1 -

CAMADA	MODULO (KGF/CM2)	COEF. ELASTIC. (CM)	POISSON	ESPESSURA (CM)
1	45000.	.300		12.500
2	75000.	.200		10.000
3	3000.	.450		11.000
4	1000.	.400		SEMI-INFINITO

DOIS CARGA(S), CADA CARGA NA SEQUENCIA

VALOR DAS CARGAS..... 2050.00 KGF
PRESSAO DE CONTATO..... 5.60 KGF/CM2
RAIO DE CONTATO..... 10.79 CM

DISPOSICAO

CARGA X(CM) Y(CM)
1 .000 .000
2 28.800 .000

RESULTADOS REQUISITADOS PARA DISP. DE SISTEMAS

PROF.(S) - (CM)
Z= .01 14.99 45.01
PONTO(S) X-Y - (CM)
X= .00 14.40
Y= .00 .00

Z= .01 CAMADA NO. 1
X= .00 14.40
Y= .00 .00

TENSOES NORMAIS
SXX -7.59 -2.77
SYY -8.34 -5.44
SZZ -5.63 -1.10

TENSOES DE CISALHAMENTO
SXY .0000E+00 .0000E+00
SXZ .9698E-03 .0000E+00
SYZ .0000E+00 .0000E+00

TENSOES PRINCIPAIS
PS 1 -5.63 -1.10
PS 2 -7.59 -2.77
PS 3 -8.34 -5.44

TENSAO PRINCIPAL DE CIS.
PSS1 .1357E+01 .2665E+01
PSS2 .9788E+00 .1333E+01
PSS3 .3786E+00 .1332E+01



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	28 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

DESLOCAMENTOS

UX .9217E-03 .0000E+00

UY .0000E+00 .0000E+00

UZ .2574E-01 .2523E-01

DEF.ESPECIFICAS NORMAIS

EXX -.7543E-04 -.2464E-04

EYY -.9730E-04 -.1016E-03

EZZ -.1887E-04 .5239E-04

DEF.ESP.DE CISALHAMENTO

EXY .0000E+00 .0000E+00

EXZ .5604E-07 .0000E+00

EYZ .0000E+00 .0000E+00

DEF.ESP.PRINCIPAIS

PE 1 -.1887E-04 .5239E-04

PE 2 -.7543E-04 -.2464E-04

PE 3 -.9730E-04 -.1016E-03

DEF.ESP.PRINCIP.DE CIS.

PSE1 .7843E-04 .1540E-03

PSE2 .5655E-04 .7703E-04

PSE3 .2188E-04 .7697E-04

Z= 14.99 CAMADA NO. 2

X= .00 14.40

Y= .00 .00

TENSOES NORMAIS

SXX .95 .60

SYX 1.27 1.39

SZZ -1.85 -1.00

TENSOES DE CISALHAMENTO

SXY .0000E+00 .0000E+00

SXZ .5865E+00 .0000E+00

SYZ .0000E+00 .0000E+00

TENSOES PRINCIPAIS

PS 1 1.27 1.39

PS 2 1.07 .60

PS 3 -1.96 -1.00

TENSAO PRINCIPAL DE CIS.

PSS1 .1618E+01 .1195E+01

PSS2 .1028E+00 .3918E+00

PSS3 .1515E+01 .8036E+00

DESLOCAMENTOS

UX -.1562E-03 .0000E+00

UY .0000E+00 .0000E+00

UZ .2498E-01 .2542E-01

DEF.ESPECIFICAS NORMAIS

EXX .1417E-04 .7019E-05

EYY .1935E-04 .1956E-04

EZZ -.3053E-04 -.1870E-04

DEF.ESP.DE CISALHAMENTO

EXY .0000E+00 .0000E+00

EXZ .1877E-04 .0000E+00

EYZ .0000E+00 .0000E+00

DEF.ESP.PRINCIPAIS

PE 1 .1935E-04 .1956E-04

PE 2 .1606E-04 .7019E-05

PE 3 -.3242E-04 -.1870E-04

DEF.ESP.PRINCIP.DE CIS.

PSE1 .5178E-04 .3825E-04

PSE2 .3288E-05 .1254E-04

PSE3 .4849E-04 .2571E-04

Z= 45.01 CAMADA NO. 4

X= .00 14.40

Y= .00 .00

TENSOES NORMAIS

SXX -.03 -.02

SYX -.02 -.02

SZZ -.19 -.20

TENSOES DE CISALHAMENTO



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	29 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SXY .0000E+00 .0000E+00
SXZ .2364E-01 .0000E+00
SYZ .0000E+00 .0000E+00

TENSOES PRINCIPAIS

PS 1 -.02 -.02
PS 2 -.02 -.02
PS 3 -.20 -.20

TENSAO PRINCIPAL DE CIS.

PSS1 .8885E-01 .9366E-01
PSS2 .2505E-02 .2999E-02
PSS3 .8635E-01 .9067E-01

DESLOCAMENTOS

UX -.9149E-03 .0000E+00
UY .0000E+00 .0000E+00
UZ .2097E-01 .2116E-01

DEF.ESPECIFICAS NORMAIS

EXX .5788E-04 .6564E-04
EYY .6951E-04 .7404E-04
EZZ -.1747E-03 -.1882E-03

DEF.ESP.DE CISALHAMENTO

EXY .0000E+00 .0000E+00
EXZ .6618E-04 .0000E+00
EYZ .0000E+00 .0000E+00

DEF.ESP.PRINCIPAIS

PE 1 .6951E-04 .7404E-04
PE 2 .6250E-04 .6564E-04
PE 3 -.1793E-03 -.1882E-03

DEF.ESP.PRINCIP.DE CIS.

PSE1 .2488E-03 .2623E-03
PSE2 .7013E-05 .8397E-05
PSE3 .2418E-03 .2539E-03



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO	MC-SETRAN-01-P09/001	REV.	00
EMIÇÃO	03/2020	FOLHA	30 de 104
EMITENTE	SYSTRA		

ANEXO B – ENSAIOS GEOTÉCNICOS DAS SONDAGENS A TRADO



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO

MC-SETRAN-01-P09/001

REV.

00

EMIÇÃO

03/2020

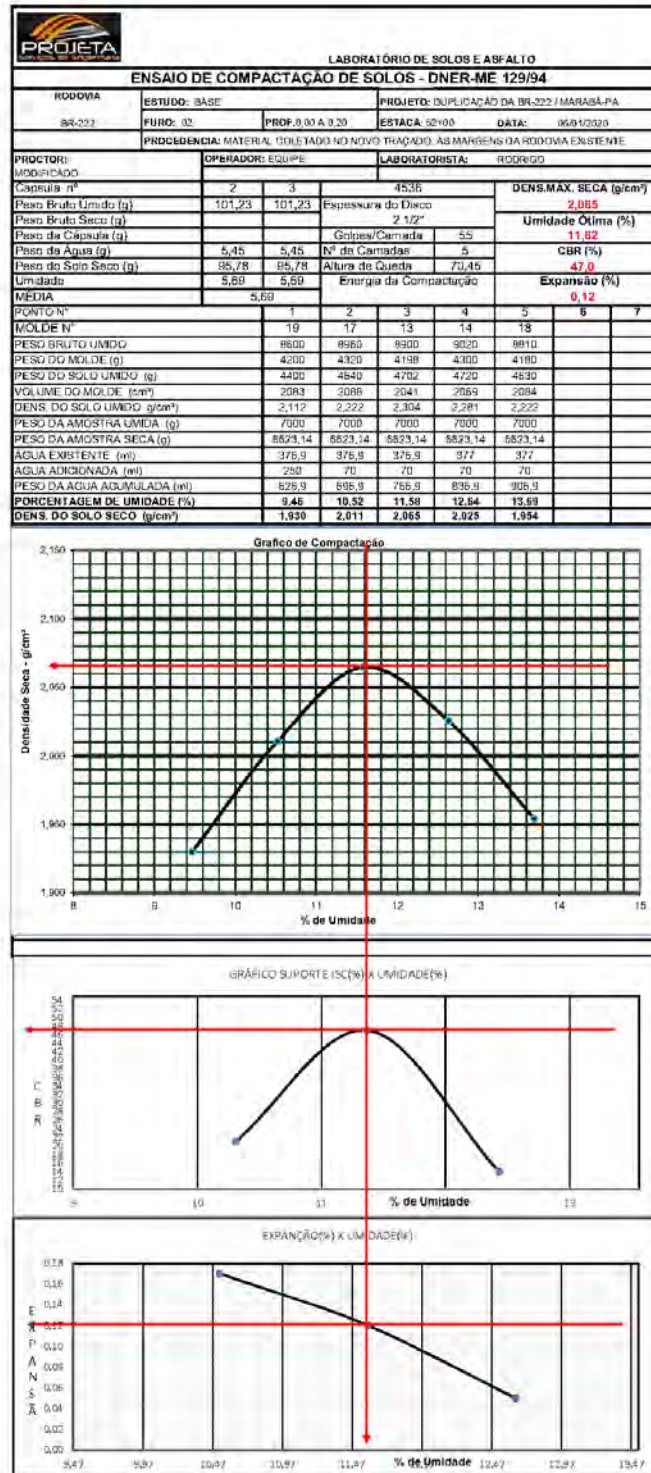
FOLHA

31 de 104

EMITENTE

SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO



LABORATORISTA:
Rodrigo Soares



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	32 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	


 LABORATÓRIO DE SOLOS E ASFALTO ENSAIO DE CBR DE SOLOS - DNER-ME 049/94												
RODOVOIA: BR-222		ESTUDO: BASE FURO: 02		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA PROF. 0,00 A 0,20		ESTACA: 52+00		DATA: 06/01/20				
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE												
PROCTOR: MODIFICADO			OPERADOR: EQUIPE			LABORATORISTA: RODRIGO						
Umidade Higroscópica				Umidade de Moldagem		Molde Nº		13				
Capsula nº	2	3	4	4	Volume do Molde		2041					
Peso Bruto Úmido (g)	101,23	101,23	95,78	95,78	Peso do Molde		4198					
Peso Bruto Seco (g)					Peso da Soquete		4536					
Peso da Cápsula (g)					Espessura do Disco		2 1/2"					
Peso da Água (g)	5,45	5,45	9,94	9,94	Golpes por Camada		55					
Peso do Solo Seco (g)	95,78	95,78	85,84	85,84	Nº de Camadas		5					
Umidade	5,69	5,69	11,58	11,58	Altura de Queda cm		70,45					
MÉDIA		5,69		11,58		% h absorvida na imersão						
DADOS DA COMPACTAÇÃO						CALCULO DA AGUA						
Densidade Máxima (Kg/cm³)		2,065		Peso do Solo Úmido		5035,5						
Umidade Ótima (%)		11,58		Passando na # Nº 4 Seco		4764,4		280,62				
Umidade Higroscópica (%)		5,69		Peso do Pedreg. Retido na # Nº 4		1964,5						
Diferença de Umidade (%)		5,89		Peso do Solo Seco Total		6728,9						
Peso da Amostra Úmida		7000,0		Água a Juntar (ml)		396,32						
Nº do Anel		Constante da Prensa		0,1005		Altura do Corpo de Prova (mm)		114,5				
Ensaio de Penetração						Ensaio de Expansão						
Tempo min.	Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm²				Datas		Leitura Deflec.	Dif. mm
	Pol.	mm	Extens.	Detern.	Corrigida	Padrão	%	Dia	Hora			
0,5	0,025	0,63	100	10,1				06/01/2020	0	1,00	0	
1	0,05	1,27	200	20,10				07/01/2020	24	1,14	0,14	
2	0,1	2,54	330	33,17	33,2	70	47,4	08/01/2020	48	1,14	0,14	
4	0,2	5,08	480	48,24	48,24	105	45,9	09/01/2020	72	1,14	0,14	
6	0,3	7,62	580	58,29		133						
8	0,4	10,16	700	70,35		161						
10	0,5	12,7	760	76,38		182						
Verificação da Moldagem		CBR (%)		47		Expansão (%)		0,12				
Peso Bruto Úmido		8900		Peso do Solo Úmido (Kg/m³)		4702		Densidade Úmida (Kg/m³)		2,304		
Densidade Seca (Kg/m³)		2,065		% em Relação a Dens. Máxima		99,98		Obs:		Absorção (%)		
								9360		9,78		

Gráfico de CBR

LABORATORISTA:
Rodrigo 3200



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	33 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

RODOVIA		ESTUDO: BASE		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA	
BR-222		FURO: 02		DATA: 08/01/2020	
		PROF. 0,00 A 0,20		ESTACA: 52+00	
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE					
PROCTOR:		OPERADOR: EQUIPE		LABORATORISTA: RODRIGO	
MODIFICADO					
LIMITE DE LIQUIDEZ			LIMITE DE PLASTICIDADE		
Capsula Nº	1	2	Limite de Liquidez	35,07	
Nº de Golpes	16	38	Limite de Plasticidade	20,55	
Peso Bruto Umido	21,68	22,42	Índice de Plasticidade	14,52	
Peso Bruto Seco	17,00	18,94	TABELA		
Peso da Capsula	6,31	6,18	Fator 01	0,947	
Peso da Agua	4,68	3,48	Fator 02	1,052	
Peso do Solo Seco	10,69	12,76	Correção Fator 01	41,46	
% de Umidade	43,78	27,27	Correção Fator 02	28,69	
% de Umidade Média			Média Umidade Fator	35,07	

Gráfico de limite de Liquidez

LIMITE DE PLASTICIDADE					
Capsula Nº	1	2	3	4	5
Peso Bruto Umido	5,78	5,83	5,32	5,76	5,80
Peso Bruto Seco	5,40	5,48	5,06	5,44	5,42
Peso da Capsula	3,57	3,82	3,78	3,82	3,77
Peso da Agua	0,38	0,35	0,26	0,32	0,38
Peso do Solo Seco	1,83	1,66	1,28	1,82	1,65
% de Umidade	20,77	21,1	20,31	17,58	23,03
% de Umidade Média	20,55				

CLASSIFICAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO IP	
FRACAMENTE PLÁSTICO $1 < IP < 7$	FALSO
MEDIANAMENTE PLÁSTICO $7 < IP < 15$	MEDIANAMENTE PLÁSTICO
ALTAMENTE PLÁSTICO $IP > 15$	FALSO

LABORATORISTA:
Rodrigo Sasso



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	34 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		%	%	AMOSTRA 01		TOTAL	PARCIAL
Capsula nº		3	5	Recipiente Nº			
Peso Bruto Úmido (g)		103,20	103,20	Peso Bruto Úmido (g)			
Peso Bruto Seco (g)				Peso Úmido (g)		2000,00	200,00
Peso da Cápsula (g)				Peso Retido na # Nº 10		434,1	
Peso da Água (g)		4,60	4,60	Peso Úmido < # nº 10		1565,90	
Peso da Solo Seco (g)		98,60	98,60	Peso Seco < # Nº 10		1496,10	
Umidade		4,67	4,67	Peso da Amostra Seca		1930,20	191,09
MEDIA		4,67				2	3

PENEIRAS		Peso Retido Parcial	Peso Q. Passa Acumul.	% Q. Passa A. Total	CONSTANTES	RESUMO DA GRANULOMETRIA
Pol.	mm				100	Pedregulho 15,83
2	50,8	0,00	1930,20	100,00	$K^1 = \frac{100}{2} = 0,051808$	Areia Grossa 6,66
1 1/2	38,1	0,00	1930,20	100,00	2	Areia Média 10,91
1	25,4	25,80	1904,40	98,66		Areia Fina 24,42
3/4	19,1	9,80	1894,60	98,16	$K^2 = \frac{4}{3} = 0,405631$	Silte+Argila 42,18
1/2	12,7	86,40	1808,20	93,68	3	
3/8	9,5	52,40	1755,80	90,96		
Nº 4	4,8	131,20	1624,60	84,17		
Nº 10	2,0	128,50	1496,10	77,51	FAIXA	AASHITO
Nº 40	0,42	26,90	164,19	66,60		
Nº 200	0,074	60,20	103,99	42,18		

Distribuição Granulométrica

LABORATORISTA:
Rodrigo Sazzo



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO

MC-SETRAN-01-P09/001

REV.

00

EMIÇÃO

03/2020

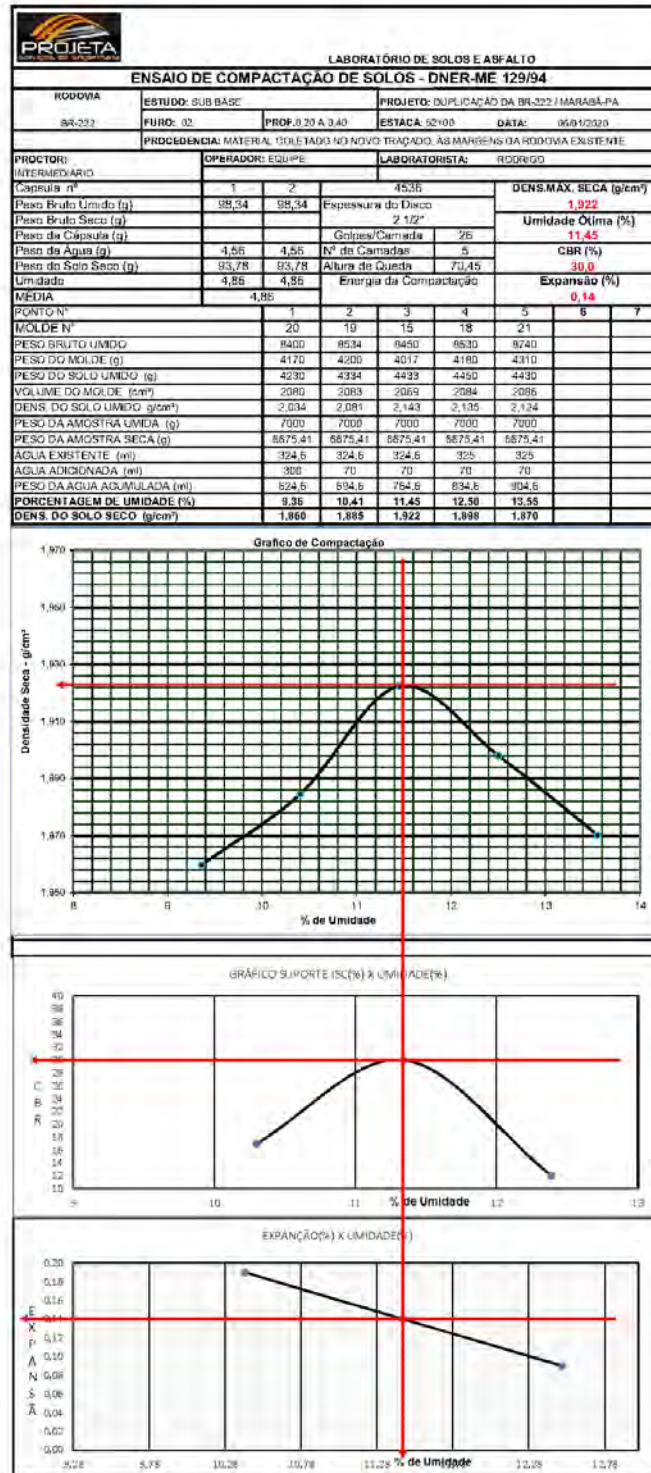
FOLHA

35 de 104

EMITENTE

SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO



LABORATORISTA:
Rodrigo Soares



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	36 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

PROJETA		LABORATÓRIO DE SOLOS E ASFALTO										
ENSAIO DE CBR DE SOLOS - DNER-ME 049/94												
RODOVOIA: BR-222		ESTUDO: SUB BASE FURO: 02		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA PROF. 0,20 A 0,40		ESTACA: 52+00		DATA: 06/01/20				
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE												
PROCTOR: INTERMEDIARIO			OPERADOR: EQUIPE				LABORATORISTA: RODRIGO					
Umidade Higroscópica			Umid. de Moldagem		Molde Nº		15					
Capsula nº	1	2	8	8	Volume do Molde		2069					
Peso Bruto Úmido (g)	98,34	98,34	100,00	100,00	Peso do Molde		4017					
Peso Bruto Seco (g)					Peso da Soquete		4536					
Peso da Cápsula (g)					Espessura do Disco		2 1/2"					
Peso da Água (g)	4,56	4,56	10,27	10,27	Golpes por Camada		55					
Peso do Solo Seco (g)	93,78	93,78	89,73	89,73	Nº de Camadas		5					
Umidade	4,86	4,86	11,45	11,45	Altura de Queda cm		70,45					
MÉDIA	4,86		11,45		% h absorvida na imersão							
DADOS DA COMPACTAÇÃO						CALCULO DA AGUA						
Densidade Máxima (Kg/cm³)		1,922		Peso do Solo Úmido		4713,2						
Umidade Ótima (%)		11,45		Passando na # Nº 4 Seco		4494,6		296,08				
Umidade Higroscópica (%)		4,86		Peso do Pedreg. Retido na # Nº 4		2286,8						
Diferença de Umidade (%)		6,59		Peso do Solo Seco Total		6781,5						
Peso da Amostra Úmida		7000,0		Água a Juntar (ml)		446,73						
Nº do Anel		Constante da Prensa		0,1005		Altura do Corpo de Prova (mm)		114,5				
Ensaio de Penetração						Ensaio de Expansão						
Tempo min.	Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm²				Datas		Leitura Deflec.	Dif. mm
	Pol.	mm	Extens.	Detern.	Corrigida	Padrão	%	Dia	Hora			
0,5	0,025	0,63	50	5,0				06/01/2020	0	1,00	0	
1	0,05	1,27	100	10,05				07/01/2020	24	1,16	0,16	
2	0,1	2,54	200	20,10	20,1	70	28,7	08/01/2020	48	1,16	0,16	
4	0,2	5,08	310	31,16	31,16	105	29,7	09/01/2020	72	1,16	0,16	
6	0,3	7,62	370	37,19		133						
8	0,4	10,16	430	43,22		161						
10	0,5	12,7	500	50,25		182						
Verificação da Moldagem		CBR (%)		30		Expansão (%)		0,14				
Peso Bruto Úmido		8450		Peso do Solo Úmido (Kg/m³)		4433		Densidade Úmida (Kg/m³)		2,143		
Densidade Seca (Kg/m³)		1,923		% em Relação a Dens. Máxima		100,03		Obs:		9360		
										Absorção (%)		
										20,53		

Gráfico de CBR

LABORATORISTA:
Rodrigo 3200



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	37 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

RODOVIA		ESTUDO: SUB BASE		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA	
BR-222		FURO: 02		ESTACA: 52+00 DATA: 08/01/2020	
PROF. 0,20 A 0,40					
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE					
PROCTOR:		OPERADOR: EQUIPE		LABORATORISTA: RODRIGO	
INTERMEDIÁRIO					
LIMITE DE LIQUIDEZ			LIMITE DE PLASTICIDADE		
Capsula Nº	3	4	Limite de Liquidez		42,67
Nº de Golpes	17	39	Limite de Plasticidade		28,96
Peso Bruto Umido	20,39	21,43	Índice de Plasticidade		13,71
Peso Bruto Seco	15,69	17,27	TABELA		
Peso da Capsula	5,87	6,21	Fator 01	0,954	
Peso da Agua	4,7	4,16	Fator 02	1,055	
Peso do Solo Seco	9,82	11,06	Correção Fator 01		45,66
% de Umidade	47,86	37,61	Correção Fator 02		39,68
% de Umidade Média			Média Umidade Fator		42,67

Gráfico de limite de Liquidez

LIMITE DE PLASTICIDADE					
Capsula Nº	6	7	8	9	10
Peso Bruto Umido	5,78	5,83	5,32	5,76	5,80
Peso Bruto Seco	5,32	5,38	5,01	5,39	5,32
Peso da Capsula	3,77	3,82	4,02	3,98	3,65
Peso da Agua	0,46	0,45	0,31	0,37	0,48
Peso do Solo Seco	1,55	1,56	0,99	1,41	1,67
% de Umidade	29,68	28,8	31,31	26,24	28,74
% de Umidade Média					28,96

CLASSIFICAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO IP	
FRACAMENTE PLÁSTICO 1 < IP < 7	FALSO
MEDIANAMENTE PLÁSTICO 7 < IP < 15	MEDIANAMENTE PLÁSTICO
ALTAMENTE PLÁSTICO > 15	FALSO

LABORATORISTA:
Rodrigo Sasso



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	38 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		%	%	AMOSTRA 01		TOTAL	PARCIAL
Capsula nº	9	10		Recipiente Nº			
Peso Bruto Úmido (g)	100,00	100,00		Peso Bruto Úmido (g)			
Peso Bruto Seco (g)				Peso Úmido (g)	2000,00	200,00	
Peso da Cápsula (g)				Peso Retido < # Nº 10	438,45		
Peso da Água (g)	3,86	3,86		Peso Úmido < # nº 10	1561,55		
Peso da Solo Seco (g)	96,14	96,14		Peso Seco < # Nº 10	1501,27		
Umidade	4,01	4,01		Peso da Amostra Seca	1939,72	192,28	
MEDIA	4,01				2	3	

PENEIRAMENTO						
PENEIRAS		Peso Retido Parcial	Peso Q. Passa Acumul.	% Q. Passa A. Total	CONSTANTES	RESUMO DA GRANULOMETRIA
Pol.	mm				100	Pedregulho 16,46
2	50,8	0,00	1939,72	100,00	$K^1 = \frac{100}{2} = 0,051554$	Areia Grossa 6,15
1 1/2	38,1	0,00	1939,72	100,00	2	Areia Média 9,53
1	25,4	0,00	1939,72	100,00		Areia Fina 20,76
3/4	19,1	13,23	1926,49	99,32	$K^2 = \frac{4}{3} = 0,402519$	Silte+Argila 47,10
1/2	12,7	68,48	1858,01	95,79	3	
3/8	9,5	63,28	1794,73	92,53		
Nº 4	4,8	174,23	1620,50	83,54		
Nº 10	2,0	119,23	1501,27	77,40	FAIXA	AASHITO
Nº 40	0,42	23,68	168,60	67,86		
Nº 200	0,074	51,58	117,02	47,10		

Distribuição Granulométrica

LABORATORISTA:
Rodrigo Sazzo



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO

MC-SETRAN-01-P09/001

REV.

00

EMIÇÃO

03/2020

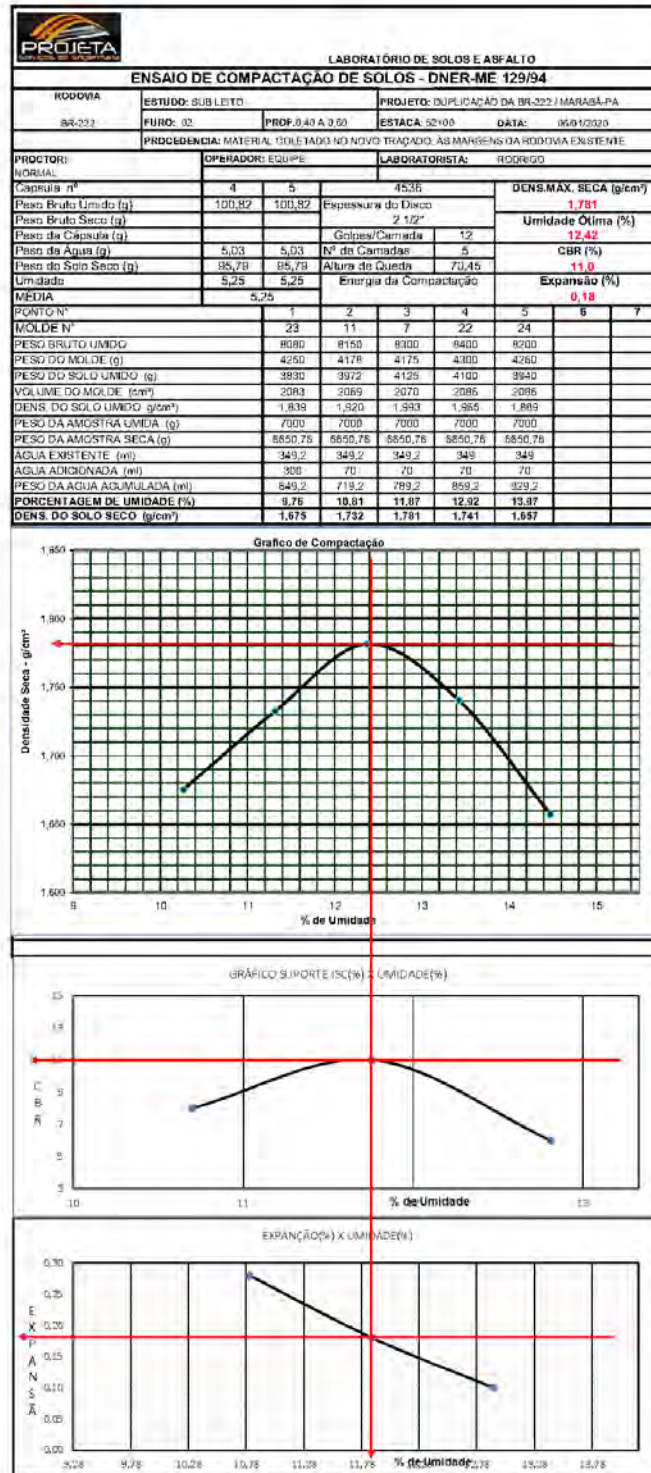
FOLHA

39 de 104

EMITENTE

SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO



LABORATORISTA:
Rodrigo Soares



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	40 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

PROJETA		LABORATÓRIO DE SOLOS E ASFALTO										
ENSAIO DE CBR DE SOLOS - DNER-ME 049/94												
RODOVOIA: BR-222	ESTUDO: SUB LEITO FURO: 02	PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA		PROF. 0,40 A 0,60		ESTACA: 52+00		DATA: 06/01/20				
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE												
PROCTOR: NORMAL			OPERADOR: EQUIPE				LABORATORISTA: RODRIGO					
Umidade Higroscópica			Umid. de Moldagem		Molde Nº			7				
Capsula nº	4	5	6	6	Volume do Molde		2070					
Peso Bruto Úmido (g)	100,82	100,82	103,10	103,10	Peso do Molde		4175					
Peso Bruto Seco (g)					Peso da Soquete		4536					
Peso da Cápsula (g)					Espessura do Disco		2 1/2"					
Peso da Água (g)	5,03	5,03	10,94	10,94	Golpes por Camada		12					
Peso do Solo Seco (g)	95,79	95,79	92,16	92,16	Nº de Camadas		5					
Umidade	5,25	5,25	11,87	11,87	Altura de Queda cm		70,45					
MÉDIA		5,25		11,87		% h absorvida na imersão						
DADOS DA COMPACTAÇÃO						CALCULO DA AGUA						
Densidade Máxima (Kg/cm³)		1,781		Peso do Solo Úmido		5209,3						
Umidade Ótima (%)		11,87		Passando na # Nº 4		Seco		4949,4		327,60		
Umidade Higroscópica (%)		5,25		Peso do Pedreg. Retido na # Nº 4		1790,7						
Diferença de Umidade (%)		6,62		Peso do Solo Seco Total		6740,1						
Peso da Amostra Úmida		7000,0		Água a Juntar (ml)		446,12						
Nº do Anel		Constante da Prensa		0,1005		Altura do Corpo de Prova (mm)		114,5				
Ensaio de Penetração						Ensaio de Expansão						
Tempo min.	Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm²				Datas		Leitura Deflec.	Dif. mm
	Pol.	mm	Extens.	Detern.	Corrigida	Padrão	%	Dia	Hora			
0,5	0,025	0,63	20	2,0				06/01/2020	0	1,00	0	
1	0,05	1,27	50	5,03								
2	0,1	2,54	80	8,04	8,0	70	11,5	07/01/2020	24	1,21	0,21	
4	0,2	5,08	110	11,06	11,06	105	10,5					
6	0,3	7,62	140	14,07		133		08/01/2020	48	1,21	0,21	
8	0,4	10,16	180	18,09		161						
10	0,5	12,7	230	23,115		182		09/01/2020	72	1,21	0,21	
Verificação da Moldagem		CBR (%)		11		Expansão (%)		0,18				
Peso Bruto Úmido		8300										
Peso do Solo Úmido (Kg/m³)		4125										
Densidade Úmida (Kg/m³)		1,993										
Densidade Seca (Kg/m³)		1,781										
% em Relação a Dens. Máxima		100,02										
Obs:		9360		Absorção (%)		25,70						

LABORATORISTA:
Rodrigo 3200



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	41 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

RODOVIA		ESTUDO: SUB LEITO		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA	
BR-222		FURO: 02		ESTACA: 52+00 DATA: 08/01/2020	
PROF: 0,40 A 0,60					
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE					
PROCTOR:		OPERADOR: EQUIPE		LABORATORISTA: RODRIGO	
NORMAL					
LIMITE DE LIQUIDEZ			LIMITE DE PLASTICIDADE		
Capsula Nº	5	6	Limite de Liquidez		43,47
Nº de Golpes	16	36	Limite de Plasticidade		29,25
Peso Bruto Umido	21,33	20,34	Índice de Plasticidade		14,22
Peso Bruto Seco	16,31	16,23	TABELA		
Peso da Capsula	5,92	5,8			
Peso da Agua	5,02	4,11	Fator 02	1,045	
Peso do Solo Seco	10,39	10,43	Correção Fator 01		45,75
% de Umidade	48,32	39,41	Correção Fator 02		41,18
% de Umidade Média			Média Umidade Fator		43,47

Gráfico de limite de Liquidez

LIMITE DE PLASTICIDADE					
Capsula Nº	11	12	13	14	15
Peso Bruto Umido	5,86	5,93	5,88	5,93	5,96
Peso Bruto Seco	5,38	5,48	5,40	5,40	5,49
Peso da Capsula	3,73	3,80	3,75	3,80	3,82
Peso da Agua	0,48	0,45	0,48	0,53	0,47
Peso do Solo Seco	1,65	1,68	1,65	1,60	1,67
% de Umidade	29,09	26,8	29,09	33,13	28,14
% de Umidade Média					29,25

CLASSIFICAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO IP	
FRACAMENTE PLÁSTICO $1 < IP < 7$	FALSO
MEDIANAMENTE PLÁSTICO $7 < IP < 15$	MEDIANAMENTE PLÁSTICO
ALTAMENTE PLÁSTICO $IP > 15$	FALSO

LABORATORISTA:
Rodrigo Sasso



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	42 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		%	%	AMOSTRA 01		TOTAL	PARCIAL
Capsula nº	10	10	10	Recipiente Nº			
Peso Bruto Úmido (g)	102,30	102,30	102,30	Peso Bruto Úmido (g)			
Peso Bruto Seco (g)				Peso Úmido (g)	2000,00	200,00	
Peso da Cápsula (g)				Peso Retido < # Nº 10	268,13		
Peso da Água (g)	4,74	4,74	4,74	Peso Úmido < # nº 10	1731,87		
Peso da Solo Seco (g)	97,56	97,56	97,56	Peso Seco < # Nº 10	1651,62		
Umidade	4,86	4,86	4,86	Peso da Amostra Seca	1919,75	190,73	
MEDIA	4,86				2	3	

PENEIRAS		Peso Retido Parcial	Peso Q. Passa Acumul.	% Q. Passa A. Total	CONSTANTES	RESUMO DA GRANULOMETRIA
Pol.	mm				100	Pedregulho 9,44
2	50,8	0,00	1919,75	100,00	$K^1 = \frac{0,05209}{2}$	Areia Grossa 4,52
1 1/2	38,1	0,00	1919,75	100,00		Areia Média 10,73
1	25,4	0,00	1919,75	100,00		Areia Fina 22,40
3/4	19,1	14,70	1905,05	99,23	$K^2 = \frac{4}{3}$	Silte+Argila 52,90
1/2	12,7	37,34	1887,71	97,29		
3/8	9,5	29,48	1838,23	95,75		
Nº 4	4,8	99,78	1738,45	90,56		
Nº 10	2,0	86,83	1651,62	86,03	FAIXA	AASHITO
Nº 40	0,42	23,78	166,95	75,31		
Nº 200	0,074	49,67	117,28	52,90		

Distribuição Granulométrica

LABORATORISTA:
Rodrigo Sazzo



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES

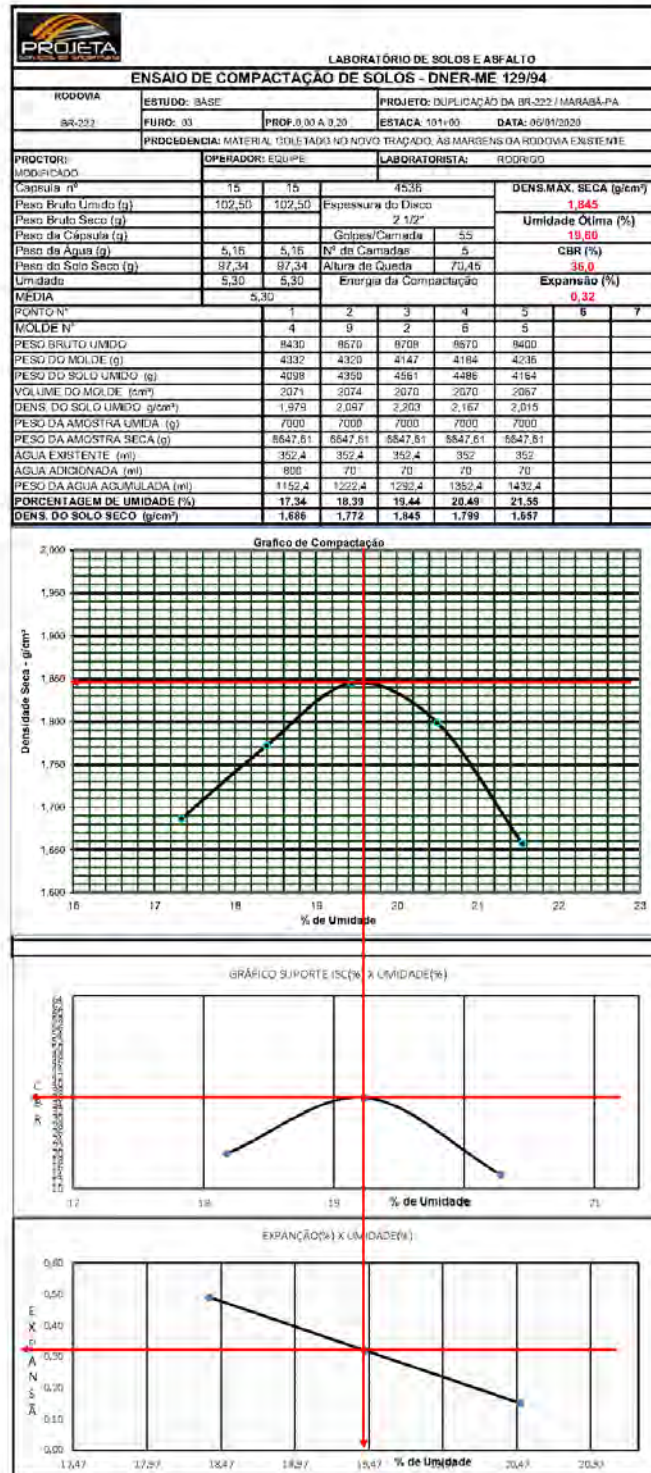


GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	43 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA



LABORATORISTA:
Rodrigo Soares



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	44 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

PROJETA		LABORATÓRIO DE SOLOS E ASFALTO										
ENSAIO DE CBR DE SOLOS - DNER-ME 049/94												
RODOVOIA: BR-222	ESTUDO: BASE FURO: 03	PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA PROF. 0,00 A 0,20 ESTACA: 101+00 DATA: 06/01/2020										
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE												
PROCTOR: MODIFICADO	OPERADOR: EQUIPE			LABORATORISTA: RODRIGO								
Umidade Higroscópica			Umid. de Moldagem		Molde Nº		2					
Capsula nº	15	15	5	5	Volume do Molde		2070					
Peso Bruto Úmido (g)	102,50	102,50	98,79	98,79	Peso do Molde		4147					
Peso Bruto Seco (g)					Peso da Soquete		4536					
Peso da Cápsula (g)					Espessura do Disco		2 1/2"					
Peso da Água (g)	5,16	5,16	16,08	16,08	Golpes por Camada		55					
Peso do Solo Seco (g)	97,34	97,34	82,71	82,71	Nº de Camadas		5					
Umidade	5,30	5,30	19,44	19,44	Altura de Queda cm		70,45					
MÉDIA	5,30		19,44		% h absorvida na imersão							
DADOS DA COMPACTAÇÃO				CALCULO DA ÁGUA								
Densidade Máxima (Kg/cm³)	1,845		Peso do Solo		Umido		5303,0					
Umidade Ótima (%)	19,44		Passando na # Nº 4		Seco		5036,0					
Umidade Higroscópica (%)	5,30		Peso do Pedreg. Retido na # Nº 4				1697,0					
Diferença de Umidade (%)	14,14		Peso do Solo Seco Total				6733,0					
Peso da Amostra Úmida	7000,0		Água a Juntar (ml)				951,98					
Nº do Anel	Constante da Prensa		0,1005		Altura do Corpo de Prova (mm)		114,5					
Ensaio de Penetração				Ensaio de Expansão								
Tempo min.	Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm²			Datas		Leitura Deflec.	Dif. mm	
	Pol.	mm	Extens.	Determ.	Corrigida	Padrão	%	Dia	Hora			
0,5	0,025	0,63	80	8,0				06/01/2020	0	1,00	0	
1	0,05	1,27	150	15,08								
2	0,1	2,54	250	25,13	25,1	70	35,9	07/01/2020	24	1,37	0,37	
4	0,2	5,08	360	36,18	36,18	105	34,5					
6	0,3	7,62	480	48,24		133		08/01/2020	48	1,37	0,37	
8	0,4	10,16	550	55,28		161						
10	0,5	12,7	610	61,305		182		09/01/2020	72	1,37	0,37	
Verificação da Moldagem	CBR (%)		36		Expansão (%)		0,32					
Peso Bruto Úmido	8708											
Peso do Solo Úmido (Kg/m³)	4561											
Densidade Úmida (Kg/m³)	2,203											
Densidade Seca (Kg/m³)	1,845											
% em Relação a Dens. Máxima	99,99											
Obs:								9360		Absorção (%)		14,30

Gráfico de CBR

LABORATORISTA:
Rodrigo 3200



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	45 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

RODOVIA		ESTUDO: BASE		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA	
BR-222		FURO: 07		ESTACA: 101+00 DATA: 09/01/20	
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE					
PROCTOR:		OPERADOR: EQUIPE		LABORATORISTA: RODRIGO	
MODIFICADO					
LIMITE DE LIQUIDEZ			LIMITE DE PLASTICIDADE		
Capsula Nº			Limite de Liquidez		
Nº de Golpes			Limite de Plasticidade		
Peso Bruto Umido			Índice de Plasticidade		
Peso Bruto Seco			TABELA		
Peso da Capsula					
Peso da Agua			Fator 01		
Peso do Solo Seco			Fator 02		
% de Umidade			Correção Fator 01		
% de Umidade Média			Correção Fator 02		
			Média Umidade Fator		
Gráfico de limite de Liquidez					
OBS: MATERIAL ALTAMENTE SILTOSO					
LIMITE DE PLASTICIDADE					
Capsula Nº					
Peso Bruto Umido					
Peso Bruto Seco					
Peso da Capsula					
Peso da Agua					NP
Peso do Solo Seco					
% de Umidade					
% de Umidade Média					
CLASSIFICAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO IP					
FRACAMENTE PLÁSTICO 1 < IP < 7			FALSO		h = (n / 25)
MEDIANAMENTE PLÁSTICO 7 < IP < 15			FALSO		
ALTAMENTE PLÁSTICO > 15			FALSO		

LABORATORISTA:
Rodrigo Sasso



DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		%	%	AMOSTRA 01		TOTAL	PARCIAL
Capsula nº		16	16	Recipiente Nº			
Peso Bruto Úmido (g)		98,68	98,68	Peso Bruto Úmido (g)			
Peso Bruto Seco (g)				Peso Úmido (g)		2000,00	200,00
Peso da Cápsula (g)				Peso Retido < # Nº 10		169,02	
Peso da Água (g)		4,65	4,65	Peso Úmido < # nº 10		1830,98	
Peso da Solo Seco (g)		94,03	94,03	Peso Seco < # Nº 10		1744,70	
Umidade		4,95	4,95	Peso da Amostra Seca		1913,72	190,58
MEDIA		4,95				2	3

PENEIRAS		Peso Retido Parcial	Peso Q. Passa Acumul.	% Q. Passa A. Total	CONSTANTES	RESUMO DA GRANULOMETRIA
Pol.	mm				100	Pedregulho 7,24
2	50,8	0,00	1913,72	100,00	$K^1 = \frac{100}{2} = 0,052254$	Areia Grossa 1,59
1 1/2	38,1	0,00	1913,72	100,00	2	Areia Média 5,92
1	25,4	43,81	1869,91	97,71		Areia Fina 18,38
3/4	19,1	0,00	1869,91	97,71	$K^2 = \frac{4}{3} = 0,478382$	Silte+Argila 66,86
1/2	12,7	55,81	1814,10	94,79	4	
3/8	9,5	12,66	1801,44	94,13	3	
Nº 4	4,8	26,32	1775,12	92,76		
Nº 10	2,0	30,42	1744,70	91,17	FAIXA	AASHITO
Nº 40	0,42	12,38	178,20	85,25		
Nº 200	0,074	38,43	139,77	66,86		

Distribuição Granulométrica

LABORATORISTA:
Rodrigo Sazzo



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO

MC-SETRAN-01-P09/001

REV.

00

EMIÇÃO

03/2020

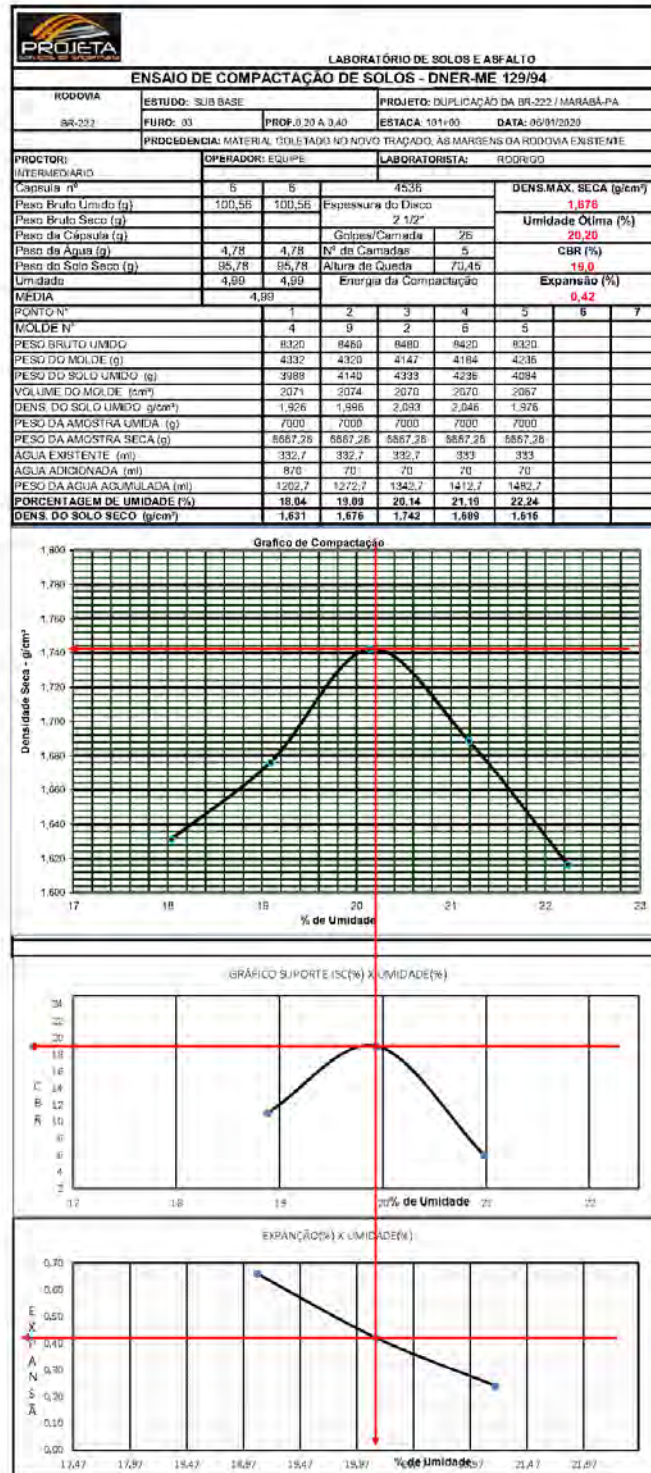
FOLHA

47 de 104

EMITENTE

SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO



LABORATORISTA:
Rodrigo Soares



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES


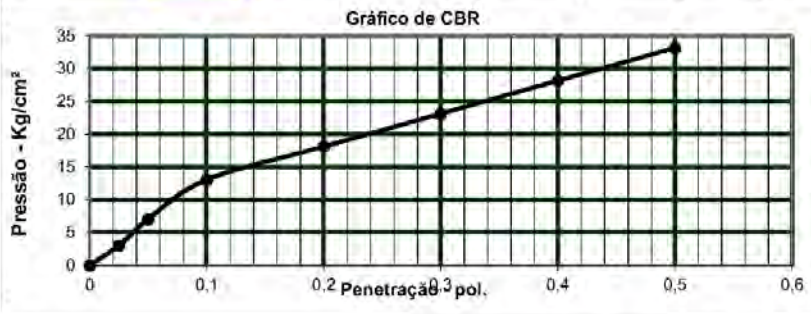


GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	48 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

 LABORATÓRIO DE SOLOS E ASFALTO ENSAIO DE CBR DE SOLOS - DNER-ME 049/94											
RODOVOA:		ESTUDO: SUB BASE		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA							
BR-222		FURO: 03		PROF. 0,20 A 0,40		ESTACA: 101+00		DATA: 06/01/2020			
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE											
PROCTOR:			OPERADOR: EQUIPE			LABORATORISTA: RODRIGO					
INTERMEDIARIO											
Umidade Higroscópica				Umid. de Moldagem		Molde Nº		2			
Capsula nº	6	6	13	13	Volume do Molde		2070				
Peso Bruto Úmido (g)	100,56	100,56	98,79	98,79	Peso do Molde		4147				
Peso Bruto Seco (g)					Peso da Soquete		4536				
Peso da Cápsula (g)					Espessura do Disco		2 1/2"				
Peso da Água (g)	4,78	4,78	16,55	16,55	Golpes por Camada		26				
Peso do Solo Seco (g)	95,78	95,78	82,24	82,24	Nº de Camadas		5				
Umidade	4,99	4,99	20,12	20,12	Altura de Queda cm		70,45				
MÉDIA	4,99		20,12		% h absorvida na imersão						
DADOS DA COMPACTAÇÃO						CALCULO DA ÁGUA					
Densidade Máxima (Kg/cm³)		1,742		Peso do Solo Úmido		4332,9					
Umidade Ótima (%)		20,14		Passando na # Nº 4 Seco		4126,9		625,20			
Umidade Higroscópica (%)		4,99		Peso do Pedreg. Retido na # Nº 4		2667,1					
Diferença de Umidade (%)		15,15		Peso do Solo Seco Total		6794,0					
Peso da Amostra Úmida		7000,0		Água a Juntar (ml)		1029,26					
Nº do Anel		Constante da Prensa		0,1005		Altura do Corpo de Prova (mm)		114,5			
Ensaio de Penetração						Ensaio de Expansão					
Tempo min.	Penetração		Leitura Exens.	Pressão - Kg/cm²				Datas		Leitura Deflec.	Dif. mm
	Pol.	mm		Determ.	Corrigida	Padrão	%	Dia	Hora		
0,5	0,025	0,63	30	3,0				06/01/2020	0	1,00	0
1	0,05	1,27	70	7,04				07/01/2020	24	1,48	0,48
2	0,1	2,54	130	13,07	13,1	70	18,7	08/01/2020	48	1,48	0,48
4	0,2	5,08	180	18,09	18,09	105	17,2	09/01/2020	72	1,48	0,48
6	0,3	7,62	230	23,12		133					
8	0,4	10,16	280	28,14		161					
10	0,5	12,7	330	33,165		182					
Verificação da Moldagem		CBR (%)		19		Expansão (%)		0,42			
Peso Bruto Úmido		8480									
Peso do Solo Úmido (Kg/m³)		4333									
Densidade Úmida (Kg/m³)		2,093									
Densidade Seca (Kg/m³)		1,743									
% em Relação a Dens. Máxima		100,03									
						<p align="center">Gráfico de CBR</p> 					
Obs:						9360		Absorção (%)			
								20,31			

LABORATORISTA:
Rodrigo 3200



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	49 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

PROJETA		LABORATÓRIO DE SOLOS E ASFALTO			
LIMITES DE CONSISTENCIA					
RODOVIA	ESTUDO: SUB BASE	PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA			
BR-222	FURO: 03	PROF. 0,20 A 0,40	ESTACA: 101+00	DATA: 09/01/20	
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE					
PROCTOR:	OPERADOR: EQUIPE	LABORATORISTA: RODRIGO			
INTERMEDIÁRIO					
LIMITE DE LIQUIDEZ			LIMITE DE PLASTICIDADE		
Capsula Nº			Limite de Liquidez		
Nº de Golpes			Limite de Plasticidade		
Peso Bruto Umido			Índice de Plasticidade		
Peso Bruto Seco			TABELA		
Peso da Capsula					
Peso da Agua			Fator 01		
Peso do Solo Seco			Fator 02		
% de Umidade			Correção Fator 01		
% de Umidade Média			Correção Fator 02		
			Média Umidade Fator		
<p style="text-align: center;">Gráfico de limite de Liquidez</p>					
OBS: MATERIAL ALTAMENTE SILTOSO					
LIMITE DE PLASTICIDADE					
Capsula Nº					
Peso Bruto Umido					
Peso Bruto Seco					
Peso da Capsula					
Peso da Agua					NP
Peso do Solo Seco					
% de Umidade					
% de Umidade Média					
CLASSIFICAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO IP					
FRACAMENTE PLÁSTICO 1 < IP < 7			FALSO		h = (n / 25)
MEDIANAMENTE PLÁSTICO 7 < IP < 15			FALSO		
ALTAMENTE PLÁSTICO > 15			FALSO		

LABORATORISTA:
Rodrigo Sasso



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	50 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		%	%	AMOSTRA 01		TOTAL	PARCIAL
Capsula nº	6	6		Recipiente Nº			
Peso Bruto Úmido (g)	100,00	100,00		Peso Bruto Úmido (g)			
Peso Bruto Seco (g)				Peso Úmido (g)	2000,00	200,00	
Peso da Cápsula (g)				Peso Retido < # Nº 10	706,07		
Peso da Água (g)	4,87	4,87		Peso Úmido < # nº 10	1293,93		
Peso da Solo Seco (g)	95,13	95,13		Peso Seco < # Nº 10	1230,92		
Umidade	5,12	5,12		Peso da Amostra Seca	1936,99	190,26	
MEDIA		5,12			2	3	

PENEIRAS		Peso Retido Parcial	Peso Q. Passa Acumul.	% Q. Passa A. Total	CONSTANTES	RESUMO DA GRANULOMETRIA
Pol.	mm				100	Pedregulho 27,89
2	50,8	0,00	1936,99	100,00	$K^1 = \frac{100}{2} = 0,051627$	Areia Grossa 8,56
1 1/2	38,1	0,00	1936,99	100,00	2	Areia Média 6,13
1	25,4	51,55	1885,44	97,34		Areia Fina 5,01
3/4	19,1	69,32	1816,12	93,76	$K^2 = \frac{4}{3} = 0,334006$	Silte+Argila 52,41
1/2	12,7	130,12	1686,00	87,04	3	
3/8	9,5	89,94	1596,06	82,40		
Nº 4	4,8	199,33	1396,73	72,11		
Nº 10	2,0	165,81	1230,92	63,55	FAIXA	AASHITO
Nº 40	0,42	18,34	171,92	57,42		
Nº 200	0,074	15,01	156,91	52,41		

Distribuição Granulométrica

LABORATORISTA:
Rodrigo Sazzo



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	51 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

LABORATÓRIO DE SOLOS E ASFALTO

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO DE SOLOS - DNER-ME 129/94

RODOVA	ESTUDO: SUB LITO	PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-322 / MARABÁ-PA
BR-322	FURO: 03	PROF. 0,40 A 0,60
		ESTACA: 101+00
		DATA: 09/01/2020
PRÉCEDENCIA: MATERIAL TOLE TADO NO NOVO TRAPADO, AS MARGENS DA RODOVA EXISTENTE		
PROCTOR:	OPERADOR: EQUIPE	LABORATORISTA: RODRIGO
NORMAL		

Capsula nº	2	2	45,36	DENS.MAX. SECA (g/cm³)	1,576
Peso Bruto Umido (g)	102,35	102,35	Espessura do Disco	2 1/2"	Umidade Ótima (%)
Peso Bruto Seco (g)			Golpes/Camada	12	19,30
Peso da Capsula (g)			Nº de Camadas	5	CBR (%)
Peso da Água (g)	4,47	4,47	Altura da Queda	70,45	11,0
Peso do Solo Seco (g)	97,88	97,88	Energia da Compactação		Expansão (%)
Umidade	4,57	4,57			0,36

MEDIA	4,57						
PONTO N°	1	2	3	4	5	6	7
MOLDE N°	1	2	3	4	5	6	7
PESO BRUTO UMIDO	7730	7840	8080	8180	7800		
PESO DO MOLDE (g)	4152	4147	4178	4332	4235		
PESO DO SOLO UMIDO (g)	3578	3693	3902	3848	3564		
VOLUME DO MOLDE (cm³)	2069	2070	2069	2071	2067		
DENS. DO SOLO UMIDO (g/cm³)	1,729	1,784	1,876	1,858	1,773		
PESO DA AMOSTRA UMIDA (g)	7000	7000	7000	7000	7000		
PESO DA AMOSTRA SECA (g)	6694,28	6694,28	6694,28	6694,28	6694,28		
ÁGUA EXISTENTE (w)	305,7	305,7	305,7	305,7	305,7		
ÁGUA ADICIONADA (w)	838	70	70	70	70		
PESO DA ÁGUA ADICIONADA (w)	1138,7	1205,7	1275,7	1345,7	1415,7		
PORCENTAGEM DE UMIDADE (%)	16,87	18,81	19,86	20,18	21,15		
DENS. DO SOLO SECO (g/cm³)	1,479	1,512	1,576	1,547	1,463		

Gráfico de Compactação

GRÁFICO SUPORTE (CBR) X UMIDADE (%)

EXPANSÃO (e) X UMIDADE (%)

LABORATORISTA:
Rodrigo Soares



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	52 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

PROJETA		LABORATÓRIO DE SOLOS E ASFALTO										
ENSAIO DE CBR DE SOLOS - DNER-ME 049/94												
RODOVOIA: BR-222	ESTUDO: SUB LEITO FURO: 03	PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA PROF. 0,40 A 0,60 ESTACA: 101+00 DATA: 09/01/2020										
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE												
PROCTOR: NORMAL	OPERADOR: EQUIPE			LABORATORISTA: RODRIGO								
Umidade Higroscópica			Umid. de Moldagem		Molde Nº		3					
Capsula nº	2	2	5	5	Volume do Molde		2069					
Peso Bruto Úmido (g)	102,35	102,35	98,79	98,79	Peso do Molde		4178					
Peso Bruto Seco (g)					Peso da Soquete		4536					
Peso da Cápsula (g)					Espessura do Disco		2 1/2"					
Peso da Água (g)	4,47	4,47	15,81	15,81	Golpes por Camada		12					
Peso do Solo Seco (g)	97,88	97,88	82,98	82,98	Nº de Camadas		5					
Umidade	4,57	4,57	19,05	19,05	Altura de Queda cm		70,45					
MÉDIA	4,57		19,05		% h absorvida na imersão							
DADOS DA COMPACTAÇÃO				CALCULO DA ÁGUA								
Densidade Máxima (Kg/cm³)	1,576		Peso do Solo Umido		4782,8							
Umidade Ótima (%)	19,06		Passando na # Nº 4		Seco		662,90					
Umidade Higroscópica (%)	4,57		Peso do Pedreg. Retido na # Nº 4		2217,2							
Diferença de Umidade (%)	14,49		Peso do Solo Seco Total		6791,1							
Peso da Amostra Úmida	7000,0		Água a Juntar (ml)		984,25							
Nº do Anel	Constante da Prensa		0,1005		Altura do Corpo de Prova (mm)		114,5					
Ensaio de Penetração				Ensaio de Expansão								
Tempo min.	Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm²			Datas		Leitura Deflec.	Dif. mm	
	Pol.	mm	Extens.	Determ.	Corrigida	Padrão	%	Dia	Hora			
0,5	0,025	0,63	14	1,4				09/01/2020	0	1,00	0	
1	0,05	1,27	36	3,62								
2	0,1	2,54	70	7,04	7,0	70	10,1	10/01/2020	24	1,48	0,41	
4	0,2	5,08	119	11,96	11,96	105	11,4					
6	0,3	7,62	142	14,27		133		11/01/2020	48	1,48	0,41	
8	0,4	10,16	158	15,88		161						
10	0,5	12,7	178	17,889		182		12/01/2020	72	1,48	0,41	
Verificação da Moldagem	CBR (%)		11		Expansão (%)		0,36					
Peso Bruto Úmido	8060											
Peso do Solo Úmido (Kg/m³)	3882											
Densidade Úmida (Kg/m³)	1,876											
Densidade Seca (Kg/m³)	1,576											
% em Relação a Dens. Máxima	100,00											
Obs:								9360		Absorção (%)		33,49

Gráfico de CBR

LABORATORISTA:
Rodrigo 3200



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	53 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

RODOVIA		ESTUDO: SUB LEITO		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA	
BR-222		FURO: 03		ESTACA: 101+00 DATA: 10/01/20	
PROF. 0,40 A 0,60					
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE					
PROCTOR:		OPERADOR: EQUIPE		LABORATORISTA: RODRIGO	
NORMAL					
LIMITE DE LIQUIDEZ			LIMITE DE PLASTICIDADE		
Capsula Nº			Limite de Liquidez		
Nº de Golpes			Limite de Plasticidade		
Peso Bruto Umido			Índice de Plasticidade		
Peso Bruto Seco			TABELA		
Peso da Capsula			Fator 01		
Peso da Agua			Fator 02		
Peso do Solo Seco					
% de Umidade			Correção Fator 01		
% de Umidade Média			Correção Fator 02		
			Média Umidade Fator		
Gráfico de limite de Liquidez					
OBS: MATERIAL ALTAMENTE SILTOSO					
LIMITE DE PLASTICIDADE					
Capsula Nº					
Peso Bruto Umido					
Peso Bruto Seco					
Peso da Capsula					
Peso da Agua				NP	
Peso do Solo Seco					
% de Umidade					
% de Umidade Média					
CLASSIFICAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO IP					
FRACAMENTE PLÁSTICO 1 < IP < 7			FALSO		h = (n / 25)
MEDIANAMENTE PLÁSTICO 7 < IP < 15			FALSO		
ALTAMENTE PLÁSTICO > 15			FALSO		

LABORATORISTA:
Rodrigo Sasso



DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		%	%	AMOSTRA 01		TOTAL	PARCIAL
Capsula nº	7	7		Recipiente Nº			
Peso Bruto Úmido (g)	99,36	99,36		Peso Bruto Úmido (g)			
Peso Bruto Seco (g)				Peso Úmido (g)	2000,00	200,00	
Peso da Cápsula (g)				Peso Retido < # Nº 10	281,25		
Peso da Água (g)	4,80	4,80		Peso Úmido < # nº 10	1718,75		
Peso da Solo Seco (g)	94,56	94,56		Peso Seco < # Nº 10	1635,72		
Umidade	5,08	5,08		Peso da Amostra Seca	1916,97	190,34	
MEDIA		5,08			2	3	

PENEIRAS		Peso Retido Parcial	Peso Q. Passa Acumul.	% Q. Passa A. Total	CONSTANTES	RESUMO DA GRANULOMETRIA
Pol.	mm				100	Pedregulho 10,86
2	50,8	0,00	1916,97	100,00	$K^1 = \frac{100}{2} = 0,052166$	Areia Grossa 3,81
1 1/2	38,1	0,00	1916,97	100,00	2	Areia Média 7,59
1	25,4	49,32	1867,65	97,43		Areia Fina 17,58
3/4	19,1	0,00	1867,65	97,43	$K^2 = \frac{4}{3} = 0,448299$	Silte+Argila 60,15
1/2	12,7	47,34	1820,31	94,96	3	
3/8	9,5	24,63	1795,68	93,67		
Nº 4	4,8	86,86	1708,82	89,14		
Nº 10	2,0	73,10	1635,72	85,33	FAIXA	AASHITO
Nº 40	0,42	16,94	173,40	77,73		
Nº 200	0,074	39,22	134,18	60,15		

Distribuição Granulométrica

LABORATORISTA:
Rodrigo Sazzo



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO

MC-SETRAN-01-P09/001

REV.

00

EMIÇÃO

03/2020

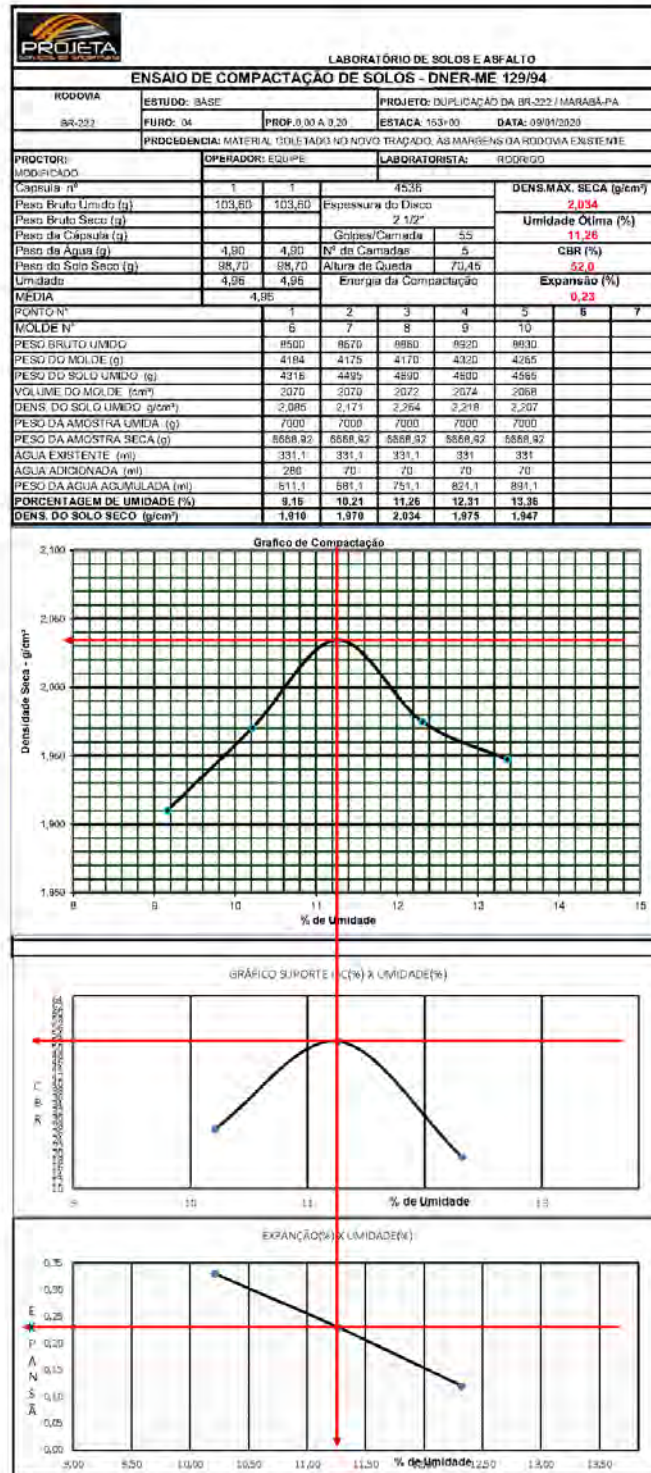
FOLHA

55 de 104

EMITENTE

SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO



LABORATORISTA:
Rodrigo Soares



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES


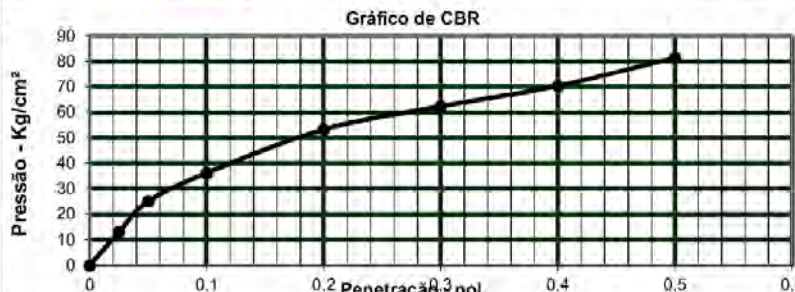


GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	56 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

 LABORATÓRIO DE SOLOS E ASFALTO ENSAIO DE CBR DE SOLOS - DNER-ME 049/94													
RODOVOIA: BR-222		ESTUDO: BASE FURO: 04		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA PROF. 0,00 A 0,20		ESTACA: 153+00		DATA: 09/01/2020					
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE													
PROCTOR: MODIFICADO			OPERADOR: EQUIPE			LABORATORISTA: RODRIGO							
Umidade Higroscópica				Umid. de Moldagem		Molde Nº		8					
Capsula nº	1	1	7	7	Volume do Molde		2072						
Peso Bruto Úmido (g)	103,60	103,60	100,23	100,23	Peso do Molde		4170						
Peso Bruto Seco (g)					Peso da Soquete		4536						
Peso da Cápsula (g)					Espessura do Disco		2 1/2"						
Peso da Água (g)	4,90	4,90	10,14	10,14	Golpes por Camada		55						
Peso do Solo Seco (g)	98,70	98,70	90,09	90,09	Nº de Camadas		5						
Umidade	4,96	4,96	11,26	11,26	Altura de Queda cm		70,45						
MÉDIA	4,96		11,26		% h absorvida na imersão								
DADOS DA COMPACTAÇÃO						CALCULO DA ÁGUA							
Densidade Máxima (Kg/cm³)		2,034		Peso do Solo Úmido		4977,5							
Umidade Ótima (%)		11,26		Passando na # Nº 4		Seco		4742,1		298,54			
Umidade Higroscópica (%)		4,96		Peso do Pedreg. Retido na # Nº 4		2022,5							
Diferença de Umidade (%)		6,30		Peso do Solo Seco Total		6764,6							
Peso da Amostra Úmida		7000,0		Água a Juntar (ml)		425,86							
Nº do Anel		Constante da Prensa		0,1005		Altura do Corpo de Prova (mm)		114,5					
Ensaio de Penetração						Ensaio de Expansão							
Tempo min.	Penetração		Leitura Exens.	Pressão - Kg/cm²				Datas		Leitura Deflec.	Dif. mm		
	Pol.	mm		Determ.	Corrigida	Padrão	%	Dia	Hora				
0,5	0,025	0,63	130	13,1				09/01/2020	0	1,00	0		
1	0,05	1,27	250	25,13									
2	0,1	2,54	360	36,18	36,2	70	51,7	10/01/2020	24	1,26	0,26		
4	0,2	5,08	530	53,27	53,27	105	50,7						
6	0,3	7,62	620	62,31		133		11/01/2020	48	1,26	0,26		
8	0,4	10,16	700	70,35		161							
10	0,5	12,7	810	81,405		182		12/01/2020	72	1,26	0,26		
Verificação da Moldagem		CBR (%)		52		Expansão (%)		0,23					
Peso Bruto Úmido		8860											
Peso do Solo Úmido (Kg/m³)		4690											
Densidade Úmida (Kg/m³)		2,264											
Densidade Seca (Kg/m³)		2,035											
% em Relação a Dens. Máxima		100,03											
										Obs:		Absorção (%)	
										9360		10,66	

LABORATORISTA:
Rodrigo 3200



RODOVIA		ESTUDO: BASE		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA	
BR-222		FURO: 04		ESTACA: 153+00 DATA: 10/01/20	
PROF. 0,00 A 0,20					
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE					
PROCTOR:		OPERADOR: EQUIPE		LABORATORISTA: RODRIGO	
MODIFICADO					
LIMITE DE LIQUIDEZ			LIMITE DE PLASTICIDADE		
Capsula Nº	9	10	Limite de Liquidez		33,23
Nº de Golpes	17	38	Limite de Plasticidade		21,29
Peso Bruto Umido	22,32	20,45	Índice de Plasticidade		11,94
Peso Bruto Seco	17,99	17,40	TABELA		
Peso da Capsula	6,88	6,44			
Peso da Agua	4,33	3,05	Fator 02	1,052	
Peso do Solo Seco	11,11	10,96	Correção Fator 01		37,18
% de Umidade	38,97	27,83	Correção Fator 02		29,28
% de Umidade Média			Média Umidade Fator		33,23

Gráfico de limite de Liquidez

LIMITE DE PLASTICIDADE					
Capsula Nº	31	32	33	34	35
Peso Bruto Umido	6,76	6,58	6,34	6,87	6,30
Peso Bruto Seco	6,27	6,03	5,98	6,36	5,84
Peso da Capsula	3,98	3,87	3,76	3,95	3,77
Peso da Agua	0,49	0,55	0,36	0,51	0,46
Peso do Solo Seco	2,29	2,16	2,22	2,41	2,07
% de Umidade	21,40	25,5	16,22	21,16	22,22
% de Umidade Média					21,29

CLASSIFICAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO IP		
FRACAMENTE PLÁSTICO 1 < IP < 7	FALSO	h = (n / 25)
MEDIANAMENTE PLÁSTICO 7 < IP < 15	MEDIANAMENTE PLÁSTICO	
ALTAMENTE PLÁSTICO > 15	FALSO	

LABORATORISTA:
Rodrigo Sasso



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	58 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		%	%	AMOSTRA 01		TOTAL	PARCIAL
Capsula nº	1	1	1	Recipiente Nº			
Peso Bruto Úmido (g)	100,34	100,34	100,34	Peso Bruto Úmido (g)			
Peso Bruto Seco (g)				Peso Úmido (g)	2000,00	200,00	
Peso da Cápsula (g)				Peso Retido < # Nº 10	747,59		
Peso da Água (g)	4,67	4,67	4,67	Peso Úmido < # nº 10	1252,41		
Peso da Solo Seco (g)	95,67	95,67	95,67	Peso Seco < # Nº 10	1194,12		
Umidade	4,88	4,88	4,88	Peso da Amostra Seca	1941,71	190,69	
MEDIA		4,88	4,88		2	3	

PENEIRAS		Peso Retido Parcial	Peso Q. Passa Acumul.	% Q. Passa A. Total	CONSTANTES	RESUMO DA GRANULOMETRIA
Pol.	mm				100	Pedregulho 28,62
2	50,8	0,00	1941,71	100,00	$K^1 = \frac{100}{2} = 0,051501$	Areia Grossa 9,89
1 1/2	38,1	0,00	1941,71	100,00	2	Areia Média 17,10
1	25,4	77,43	1864,28	96,01	$K^2 = \frac{100}{4} = 0,322502$	Areia Fina 18,68
3/4	19,1	25,97	1838,31	94,67	4	Silte+Argila 25,72
1/2	12,7	146,52	1691,79	87,13	3	
3/8	9,5	93,98	1597,81	82,29		
Nº 4	4,8	211,75	1386,06	71,38		
Nº 10	2,0	191,94	1194,12	61,50	FAIXA	AASHITO
Nº 40	0,42	53,02	137,67	44,40		
Nº 200	0,074	57,93	79,74	25,72		

Distribuição Granulométrica

LABORATORISTA:
Rodrigo Sazzo



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES

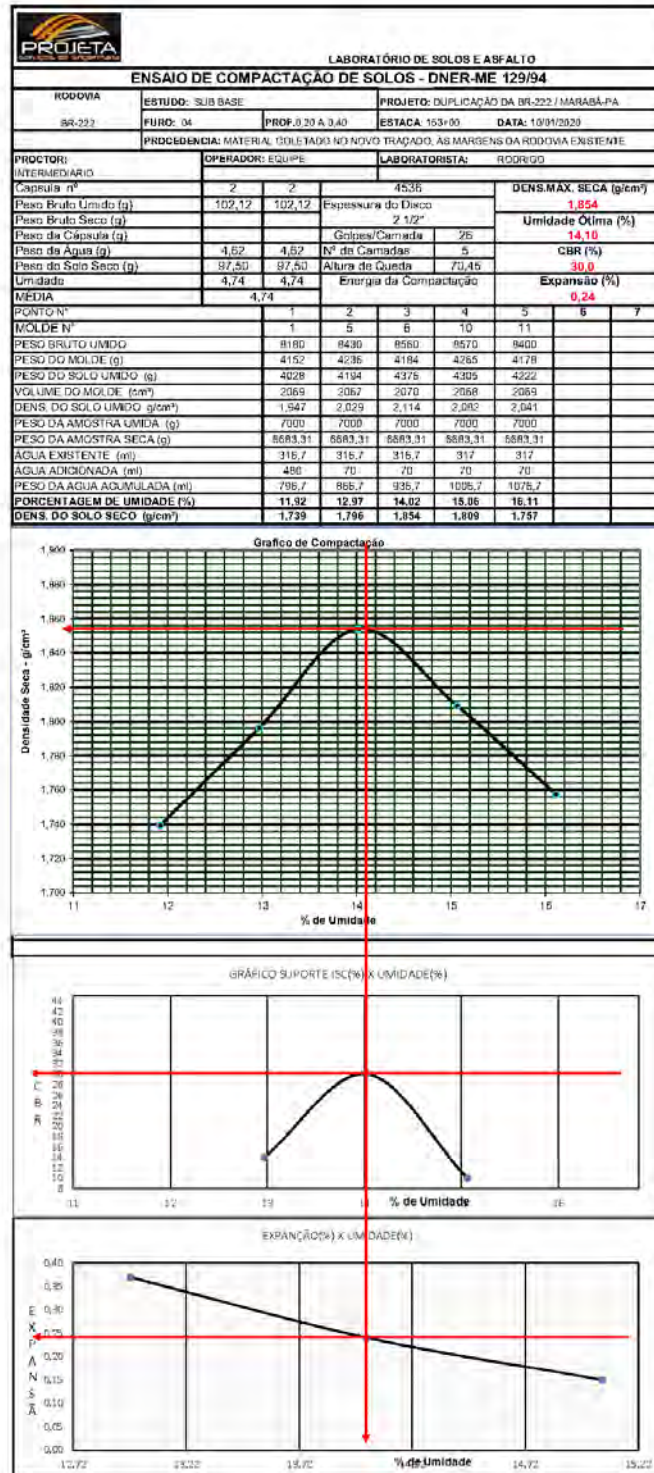


GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	59 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA



LABORATORISTA:
Rodrigo Soares



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	60 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA



 LABORATÓRIO DE SOLOS E ASFALTO ENSAIO DE CBR DE SOLOS - DNER-ME 049/94												
RODOVOIA: BR-222		ESTUDO: SUB BASE FURO: 04		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA PROF. 0,20 A 0,40		ESTACA: 153+00		DATA: 10/01/2020				
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE												
PROCTOR: INTERMEDIARIO			OPERADOR: EQUIPE			LABORATORISTA: RODRIGO						
Umidade Higroscópica				Umid. de Moldagem		Molde Nº		6				
Capsula nº	2	2	5	5	Volume do Molde		2070					
Peso Bruto Úmido (g)	102,12	102,12	98,97	98,97	Peso do Molde		4184					
Peso Bruto Seco (g)					Peso da Soquete		4536					
Peso da Cápsula (g)					Espessura do Disco		2 1/2"					
Peso da Água (g)	4,62	4,62	12,17	12,17	Golpes por Camada		26					
Peso do Solo Seco (g)	97,50	97,50	86,80	86,80	Nº de Camadas		5					
Umidade	4,74	4,74	14,02	14,02	Altura de Queda cm		70,45					
MÉDIA	4,74		14,02		% h absorvida na imersão							
DADOS DA COMPACTAÇÃO						CALCULO DA ÁGUA						
Densidade Máxima (Kg/cm³)		1,854		Peso do Solo Úmido		4640,1		411,19				
Umidade Ótima (%)		14,02		Passando na # Nº 4 Seco		4430,2						
Umidade Higroscópica (%)		4,74		Peso do Pedreg. Retido na # Nº 4		2359,9						
Diferença de Umidade (%)		9,28		Peso do Solo Seco Total		6790,1						
Peso da Amostra Úmida		7000,0		Água a Juntar (ml)		630,22						
Nº do Anel	Constante da Prensa		0,1005		Altura do Corpo de Prova (mm)		114,5					
Ensaio de Penetração						Ensaio de Expansão						
Tempo min.	Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm²				Datas		Leitura Deflec. mm	Dif. mm
	Pol.	mm	Extens.	Determ.	Corrigida	Padrão	%	Dia	Hora			
0,5	0,025	0,63	60	6,0				10/01/2020	0	1,00	0	
1	0,05	1,27	110	11,06				11/01/2020	24	1,28	0,28	
2	0,1	2,54	200	20,10	20,1	70	28,7	12/01/2020	48	1,28	0,28	
4	0,2	5,08	310	31,16	31,16	105	29,7	13/01/2020	72	1,28	0,28	
6	0,3	7,62	360	36,18		133						
8	0,4	10,16	410	41,21		161						
10	0,5	12,7	460	46,23		182						
Verificação da Moldagem		CBR (%)		30		Expansão (%)		0,24				
Peso Bruto Úmido		8560		Peso do Solo Úmido (Kg/m³)		4376		Densidade Úmida (Kg/m³)		2,114		
Densidade Seca (Kg/m³)		1,854		% em Relação a Dens. Máxima		100,00		Absorção (%)		18,28		
Obs:		9360										

Gráfico de CBR



LABORATORISTA:
Rodrigo 3200



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	61 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

RODOVIA		ESTUDO: SUB BASE		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA	
BR-222		FURO: 04		ESTACA: 153+00 DATA: 13/01/20	
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE					
PROCTOR:		OPERADOR: EQUIPE		LABORATORISTA: RODRIGO	
INTERMEDIÁRIO					
LIMITE DE LIQUIDEZ			LIMITE DE PLASTICIDADE		
Capsula Nº	11	12	Limite de Liquidez		34,76
Nº de Golpes	17	38	Limite de Plasticidade		22,32
Peso Bruto Umido	23,34	22,67	Índice de Plasticidade		12,44
Peso Bruto Seco	18,60	19,12	TABELA		
Peso da Capsula	7,02	6,86	Fator 01	0,954	
Peso da Agua	4,74	3,55	Fator 02	1,052	
Peso do Solo Seco	11,58	12,26			
% de Umidade	40,93	28,96	Correção Fator 01	39,05	
% de Umidade Média			Correção Fator 02	30,46	
			Média Umidade Fator	34,76	
Gráfico de limite de Liquidez					
LIMITE DE PLASTICIDADE					
Capsula Nº	36	37	38	39	40
Peso Bruto Umido	6,48	6,33	6,38	6,58	6,40
Peso Bruto Seco	6,03	5,90	5,99	6,12	5,88
Peso da Capsula	4,03	3,97	3,92	4,05	3,86
Peso da Agua	0,45	0,43	0,39	0,46	0,52
Peso do Solo Seco	2,00	1,93	2,07	2,07	2,02
% de Umidade	22,50	22,3	18,84	22,22	25,74
% de Umidade Média					22,32
CLASSIFICAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO IP					
FRACAMENTE PLÁSTICO $1 < IP < 7$		FALSO		h = (n / 25)	
MEDIANAMENTE PLÁSTICO $7 < IP < 15$		MEDIANAMENTE PLÁSTICO			
ALTAMENTE PLÁSTICO > 15		FALSO			

LABORATORISTA:
Rodrigo Sasso



DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		%	%	AMOSTRA 01		TOTAL	PARCIAL
Capsula nº	1	1	1	Recipiente Nº			
Peso Bruto Úmido (g)	102,20	102,20	102,20	Peso Bruto Úmido (g)			
Peso Bruto Seco (g)				Peso Úmido (g)	2000,00	200,00	
Peso da Cápsula (g)				Peso Retido < # Nº 10	568,82		
Peso da Água (g)	5,60	5,60	5,60	Peso Úmido < # nº 10	1431,18		
Peso da Solo Seco (g)	96,60	96,60	96,60	Peso Seco < # Nº 10	1352,76		
Umidade	5,80	5,80	5,80	Peso da Amostra Seca	1921,58	189,04	
MEDIA		5,80			2	3	

PENEIRAS		Peso Retido Parcial	Peso Q. Passa Acumul.	% Q. Passa A. Total	CONSTANTES	RESUMO DA GRANULOMETRIA
Pol.	mm				100	Pedregulho 21,44
2	50,8	0,00	1921,58	100,00	$K^1 = \frac{100}{2} = 0,052041$	Areia Grossa 8,16
1 1/2	38,1	0,00	1921,58	100,00	2	Areia Média 16,73
1	25,4	131,82	1789,76	93,14		Areia Fina 16,97
3/4	19,1	19,52	1770,24	92,12	$K^2 = \frac{100}{4} = 0,372397$	Silte+Argila 36,70
1/2	12,7	33,92	1736,32	90,36	4	
3/8	9,5	63,61	1672,71	87,05	3	
Nº 4	4,8	163,17	1509,54	78,56		
Nº 10	2,0	156,78	1352,76	70,40	FAIXA	AASHITO
Nº 40	0,42	44,92	144,12	53,67		
Nº 200	0,074	45,56	98,56	36,70		

Distribuição Granulométrica

LABORATORISTA:
Rodrigo Sazzo



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	64 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

RODOVOIA:		ESTUDO:	PROJETO:											
BR-222		SUB LEITO	DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA											
		FURO: 04	PROF. 0,40 A 0,60	ESTACA: 153+00 DATA: 10/01/2020										
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE														
PROCTOR:		OPERADOR: EQUIPE		LABORATORISTA: RODRIGO										
NORMAL														
Umidade Higroscópica			Umid. de Moldagem	Molde Nº										
				11										
Capsula nº	9	9	13	13										
Peso Bruto Úmido (g)	93,80	93,80	101,32	101,32										
Peso Bruto Seco (g)														
Peso da Cápsula (g)														
Peso da Água (g)	4,47	4,47	16,25	16,25										
Peso do Solo Seco (g)	89,33	89,33	85,07	85,07										
Umidade	5,00	5,00	19,10	19,10										
MÉDIA	5,00		19,10											
DADOS DA COMPACTAÇÃO			CALCULO DA ÁGUA											
Densidade Máxima (Kg/cm³)	1,730		Peso do Solo Úmido	5150,0										
Umidade Ótima (%)	19,10		Passando na # Nº 4 Seco	4904,6										
Umidade Higroscópica (%)	5,00		Peso do Pedreg. Retido na # Nº 4	1850,0										
Diferença de Umidade (%)	14,10		Peso do Solo Seco Total	6754,6										
Peso da Amostra Úmida	7000,0		Água a Juntar (ml)	952,13										
Nº do Anel	Constante da Prensa	0,1005	Altura do Corpo de Prova (mm)	114,5										
Ensaio de Penetração				Ensaio de Expansão										
Tempo min.	Penetração		Leitura			Pressão - Kg/cm²			Datas		Leitura		Dif.	
	Pol.	mm	Extens.	Determ.	Corrigida	Padrão	%	Dia	Hora	Deflec.	mm			
0,5	0,025	0,63	16	1,6				10/01/2020	0	1,00	0			
1	0,05	1,27	40	4,02										
2	0,1	2,54	64	6,43	6,4	70	9,2	11/01/2020	24	1,30	0,30			
4	0,2	5,08	94	9,45	9,45	105	9,0							
6	0,3	7,62	110	11,06		133		12/01/2020	48	1,30	0,30			
8	0,4	10,16	130	13,07		161								
10	0,5	12,7	154	15,477		182		13/01/2020	72	1,30	0,30			
Verificação da Moldagem		CBR (%)		9		Expansão (%)		0,26						
Peso Bruto Úmido		8440												
Peso do Solo Úmido (Kg/m³)		4262												
Densidade Úmida (Kg/m³)		2,060												
Densidade Seca (Kg/m³)		1,730												
% em Relação a Dens. Máxima		99,97												
Obs:										9360		Absorção (%)		21,59

Gráfico de CBR

LABORATORISTA:
Rodrigo 3200



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSION	FOLHA
03/2020	65 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

RODOVIA		ESTUDO: SUB LEITO		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA	
BR-222		FURO: 04		ESTACA: 153+00 DATA: 13/01/2020	
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE					
PROCTOR:		OPERADOR: EQUIPE		LABORATORISTA: RODRIGO	
NORMAL					
LIMITE DE LIQUIDEZ			LIMITE DE PLASTICIDADE		
Capsula Nº			Limite de Liquidez		
Nº de Golpes			Limite de Plasticidade		
Peso Bruto Umido			Índice de Plasticidade		
Peso Bruto Seco			TABELA		
Peso da Capsula			Fator 01		
Peso da Agua			Fator 02		
Peso do Solo Seco					
% de Umidade			Correção Fator 01		
% de Umidade Média			Correção Fator 02		
			Média Umidade Fator		
Gráfico de limite de Liquidez					
OBS: MATERIAL ALTAMENTE SILTOSO					
LIMITE DE PLASTICIDADE					
Capsula Nº					
Peso Bruto Umido					
Peso Bruto Seco					
Peso da Capsula					
Peso da Agua				NP	
Peso do Solo Seco					
% de Umidade					
% de Umidade Média					
CLASSIFICAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO IP					
FRACAMENTE PLÁSTICO 1 < IP < 7			FALSO		h = (n / 25)
MEDIANAMENTE PLÁSTICO 7 < IP < 15			FALSO		
ALTAMENTE PLÁSTICO > 15			FALSO		

LABORATORISTA:
Rodrigo Sasso



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	66 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		%	%	AMOSTRA 01		TOTAL	PARCIAL
Capsula nº		10	10	Recipiente Nº			
Peso Bruto Úmido (g)		100,50	100,50	Peso Bruto Úmido (g)			
Peso Bruto Seco (g)				Peso Úmido (g)	2000,00	200,00	
Peso da Cápsula (g)				Peso Retido < # Nº 10	302,86		
Peso da Água (g)		6,13	6,13	Peso Úmido < # nº 10	1697,14		
Peso da Solo Seco (g)		94,37	94,37	Peso Seco < # Nº 10	1593,62		
Umidade		6,50	6,50	Peso da Amostra Seca	1896,48	187,80	
MEDIA		6,50			2	3	

PENEIRAMENTO		Peso Retido Parcial	Peso Q. Passa Acumul.	% Q. Passa A. Total	CONSTANTES	RESUMO DA GRANULOMETRIA
Pol.	mm				100	Pedregulho 12,62
2	50,8	0,00	1896,48	100,00	$K^1 = \frac{2}{100} = 0,052729$	Areia Grossa 3,35
1 1/2	38,1	0,00	1896,48	100,00	2	Areia Média 7,08
1	25,4	44,42	1852,06	97,66		Areia Fina 10,43
3/4	19,1	31,51	1820,55	96,00	$K^2 = \frac{4}{100} = 0,447444$	Silte+Argila 66,52
1/2	12,7	24,54	1796,01	94,70	4	
3/8	9,5	43,12	1752,89	92,43	3	
Nº 4	4,8	95,83	1657,06	87,38		
Nº 10	2,0	63,44	1593,62	84,03	FAIXA	AASHITO
Nº 40	0,42	15,82	171,98	76,95		
Nº 200	0,074	23,32	148,66	66,52		

Distribuição Granulométrica

LABORATORISTA:
Rodrigo Sazzo



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES

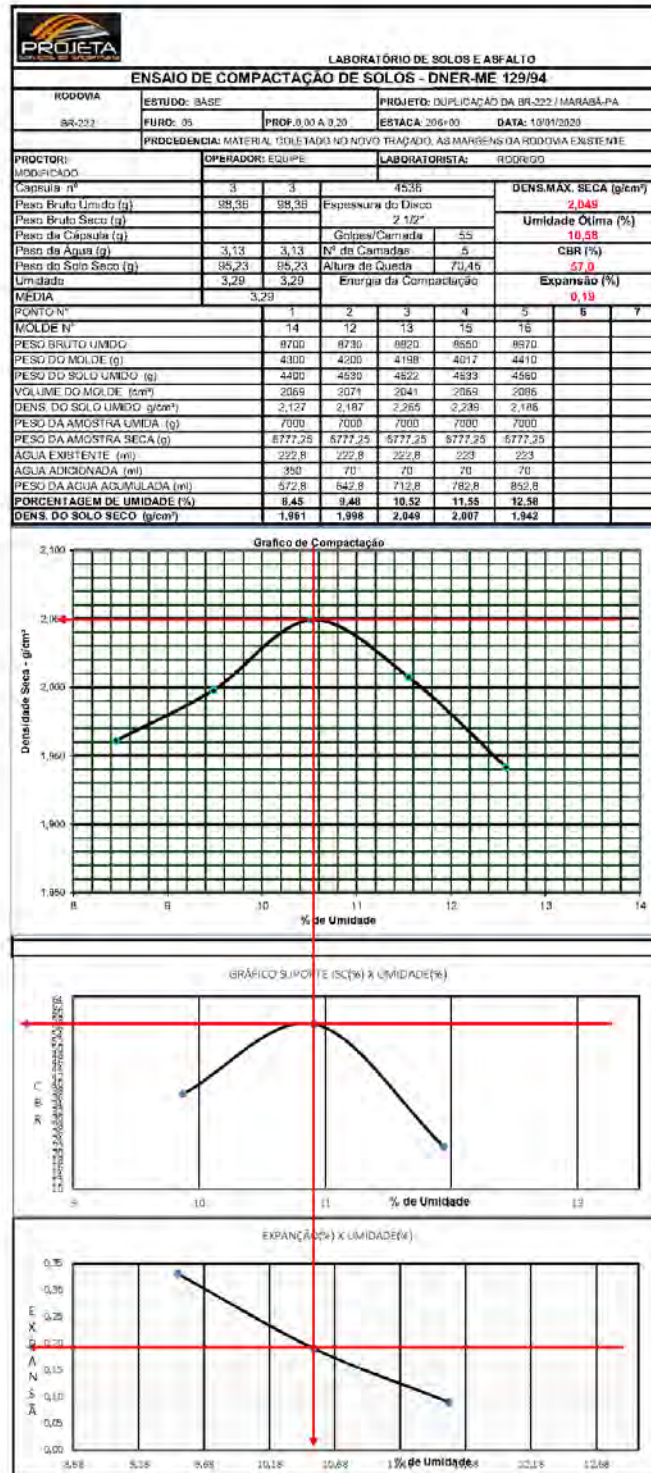


GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	67 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA



LABORATORISTA:
Rodrigo Soares



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	68 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

PROJETA		LABORATÓRIO DE SOLOS E ASFALTO												
ENSAIO DE CBR DE SOLOS - DNER-ME 049/94														
RODOVOIA: BR-222	ESTUDO: BASE FURO: 05	PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA PROF. 0,00 A 0,20 ESTACA: 206+00 DATA: 10/01/2020												
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE														
PROCTOR: MODIFICADO	OPERADOR: EQUIPE			LABORATORISTA: RODRIGO										
Umidade Higroscópica			Umid. de Moldagem		Molde Nº		13							
Capsula nº	3	3	16	16	Volume do Molde		2041							
Peso Bruto Úmido (g)	98,36	98,36	99,36	99,36	Peso do Molde		4198							
Peso Bruto Seco (g)					Peso da Soquete		4536							
Peso da Cápsula (g)					Espessura do Disco		2 1/2"							
Peso da Água (g)	3,13	3,13	9,46	9,46	Golpes por Camada		55							
Peso do Solo Seco (g)	95,23	95,23	89,90	89,90	Nº de Camadas		5							
Umidade	3,29	3,29	10,52	10,52	Altura de Queda cm		70,45							
MÉDIA	3,29		10,52		% h absorvida na imersão									
DADOS DA COMPACTAÇÃO				CALCULO DA ÁGUA										
Densidade Máxima (Kg/cm³)	2,049		Peso do Solo Úmido		3755,7									
Umidade Ótima (%)	10,52		Passando na # Nº 4		Seco		263,02							
Umidade Higroscópica (%)	3,29		Peso do Pedreg. Retido na # Nº 4		3244,3									
Diferença de Umidade (%)	7,23		Peso do Solo Seco Total		6880,5									
Peso da Amostra Úmida	7000,0		Água a Juntar (ml)		497,68									
Nº do Anel	Constante da Prensa		0,1005		Altura do Corpo de Prova (mm)		114,5							
Ensaio de Penetração				Ensaio de Expansão										
Tempo min.	Penetração		Leitura				Pressão - Kg/cm²		Datas		Leitura		Dif.	
	Pol.	mm	Extens.	Determ.	Corrigida	Padrão	%	Dia	Hora	Deflec.	mm			
0,5	0,025	0,63	160	16,1				10/01/2020	0	1,00	0			
1	0,05	1,27	290	29,15										
2	0,1	2,54	400	40,20	40,2	70	57,4	11/01/2020	24	1,22	0,22			
4	0,2	5,08	590	59,30	59,30	105	56,5							
6	0,3	7,62	680	68,34		133		12/01/2020	48	1,22	0,22			
8	0,4	10,16	758	76,18		161								
10	0,5	12,7	850	85,425		182		13/01/2020	72	1,22	0,22			
Verificação da Moldagem	CBR (%)		57		Expansão (%)		0,19							
Peso Bruto Úmido	8820													
Peso do Solo Úmido (Kg/m³)	4622													
Densidade Úmida (Kg/m³)	2,265													
Densidade Seca (Kg/m³)	2,049													
% em Relação a Dens. Máxima	100,00													
Obs:										9360		Absorção (%)		11,68

Gráfico de CBR

LABORATORISTA:
Rodrigo 3200



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	69 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

RODOVIA		ESTUDO: BASE		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA		
BR-222		FURO: 05		PROF. 0,00 A 0,20		
				ESTACA: 206+00		
				DATA: 13/01/2020		
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE						
PROCTOR:		OPERADOR: EQUIPE		LABORATORISTA: RODRIGO		
MODIFICADO						
LIMITE DE LIQUIDEZ			LIMITE DE PLASTICIDADE			
Capsula Nº	15	16	Limite de Liquidez		30,16	
Nº de Golpes	16	37	Limite de Plasticidade		19,79	
Peso Bruto Umido	21,68	22,65	Índice de Plasticidade		10,37	
Peso Bruto Seco	17,50	19,64	TABELA			
Peso da Capsula	6,43	6,78	Fator 01		0,947	
Peso da Agua	4,18	3,01	Fator 02		1,049	
Peso do Solo Seco	11,07	12,86				
% de Umidade	37,76	23,41	Correção Fator 01		35,76	
% de Umidade Média			Correção Fator 02		24,55	
			Média Umidade Fator		30,16	
Gráfico de limite de Liquidez						
LIMITE DE PLASTICIDADE						
Capsula Nº	41	42	43	44	45	
Peso Bruto Umido	6,85	7,02	6,98	6,90	6,88	
Peso Bruto Seco	6,34	6,52	6,58	6,39	6,30	
Peso da Capsula	3,68	4,00	3,97	3,88	3,91	
Peso da Agua	0,51	0,50	0,40	0,51	0,58	
Peso do Solo Seco	2,66	2,52	2,61	2,51	2,39	
% de Umidade	19,17	19,8	15,33	20,32	24,27	
% de Umidade Média					19,79	
CLASSIFICAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO IP						
FRACAMENTE PLÁSTICO $1 < IP < 7$		FALSO				h = (n / 25)
MEDIANAMENTE PLÁSTICO $7 < IP < 15$		MEDIANAMENTE PLÁSTICO				
ALTAMENTE PLÁSTICO > 15		FALSO				

LABORATORISTA:
Rodrigo Sasso



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	70 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		%	%	AMOSTRA 01		TOTAL	PARCIAL
Capsula nº		20	20	Recipiente Nº			
Peso Bruto Úmido (g)		98,78	98,78	Peso Bruto Úmido (g)			
Peso Bruto Seco (g)				Peso Úmido (g)	2000,00	200,00	
Peso da Cápsula (g)				Peso Retido < # Nº 10	783,25		
Peso da Água (g)		3,55	3,55	Peso Úmido < # nº 10	1216,75		
Peso da Solo Seco (g)		95,23	95,23	Peso Seco < # Nº 10	1173,02		
Umidade		3,73	3,73	Peso da Amostra Seca	1956,27	192,81	
MEDIA		3,73			2	3	

PENEIRAMENTO		Peso Retido Parcial	Peso Q. Passa Acumul.	% Q. Passa A. Total	CONSTANTES	RESUMO DA GRANULOMETRIA
Pol.	mm				100	Pedregulho 29,01
2	50,8	0,00	1956,27	100,00	$K^1 = \frac{100}{2} = 0,051118$	Areia Grossa 11,03
1 1/2	38,1	0,00	1956,27	100,00	2	Areia Média 14,42
1	25,4	122,10	1834,17	93,76		Areia Fina 19,23
3/4	19,1	57,83	1776,34	90,80	$K^2 = \frac{100}{4} = 0,310987$	Silte+Argila 26,31
1/2	12,7	112,11	1664,23	85,07	4	
3/8	9,5	63,47	1600,76	81,83	3	
Nº 4	4,8	212,02	1388,74	70,99		
Nº 10	2,0	215,72	1173,02	59,96	FAIXA	AASHITO
Nº 40	0,42	46,36	146,45	45,54		
Nº 200	0,074	61,84	84,61	26,31		

Distribuição Granulométrica

LABORATORISTA:
Rodrigo Sazzo



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES

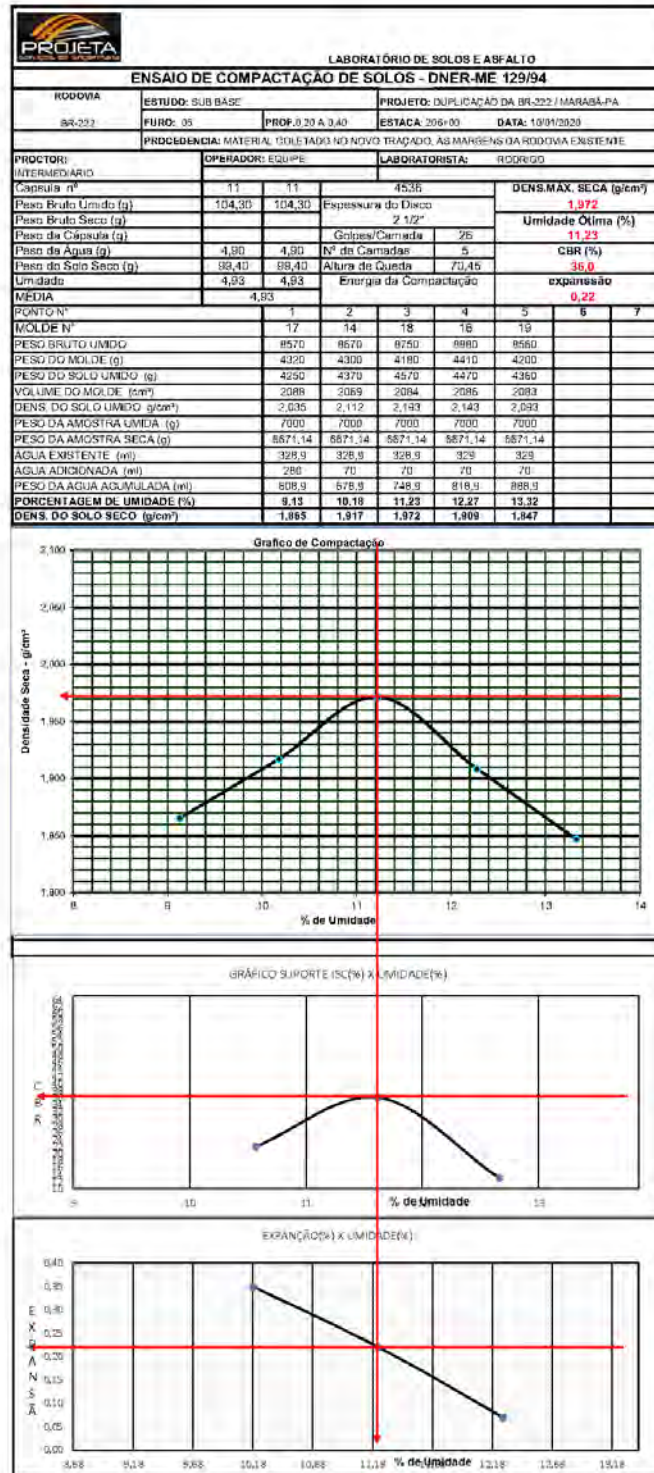


GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	71 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA



LABORATORISTA:
Rodrigo Soares



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	72 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	


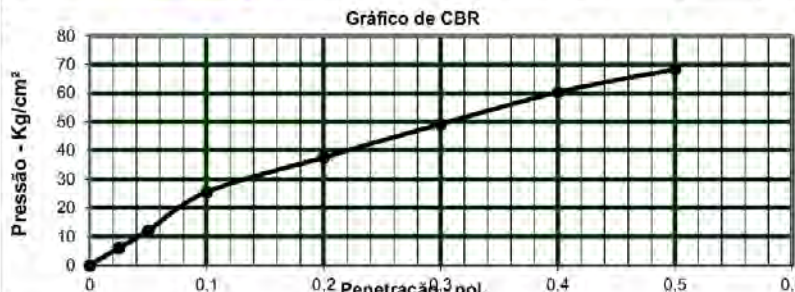
 LABORATÓRIO DE SOLOS E ASFALTO ENSAIO DE CBR DE SOLOS - DNER-ME 049/94											
RODOVOIA:		ESTUDO: SUB BASE			PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA						
BR-222		FURO: 05			PROF. 0,20 A 0,40		ESTACA: 206+00		DATA: 10/01/2020		
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE											
PROCTOR:				OPERADOR: EQUIPE				LABORATORISTA: RODRIGO			
INTERMEDIARIO											
Umidade Higroscópica						Umid. de Moldagem		Molde Nº		18	
Capsula nº	11	11	21	21	Volume do Molde		2084				
Peso Bruto Úmido (g)	104,30	104,30	102,67	102,67	Peso do Molde		4180				
Peso Bruto Seco (g)					Peso da Soquete		4536				
Peso da Cápsula (g)					Espessura do Disco		2 1/2"				
Peso da Água (g)	4,90	4,90	10,36	10,36	Golpes por Camada		26				
Peso do Solo Seco (g)	99,40	99,40	92,31	92,31	Nº de Camadas		5				
Umidade	4,93	4,93	11,22	11,22	Altura de Queda cm		70,45				
MÉDIA	4,93		11,22		% h absorvida na imersão						
DADOS DA COMPACTAÇÃO						CALCULO DA ÁGUA					
Densidade Máxima (Kg/cm³)			1,972			Peso do Solo Úmido		3962,5			
Umidade Ótima (%)			11,23			Passando na # Nº 4 Seco		3776,3		237,93	
Umidade Higroscópica (%)			4,93			Peso do Pedreg. Retido na # Nº 4		3037,5			
Diferença de Umidade (%)			6,30			Peso do Solo Seco Total		6813,8			
Peso da Amostra Úmida			7000,0			Água a Juntar (ml)		429,30			
Nº do Anel		Constante da Prensa		0,1005		Altura do Corpo de Prova (mm)		114,5			
Ensaio de Penetração						Ensaio de Expansão					
Tempo min.	Penetração		Leitura Exens.	Pressão - Kg/cm²				Datas		Leitura Deflec.	Dif. mm
	Pol.	mm		Determ.	Corrigida	Padrão	%	Dia	Hora		
0,5	0,025	0,63	60	6,0				10/01/2020	0	1,00	0
1	0,05	1,27	120	12,06				11/01/2020	24	1,25	0,25
2	0,1	2,54	254	25,53	25,5	70	36,5	12/01/2020	48	1,25	0,25
4	0,2	5,08	374	37,59	37,59	105	35,8	13/01/2020	72	1,25	0,25
6	0,3	7,62	490	49,25		133					
8	0,4	10,16	600	60,30		161					
10	0,5	12,7	680	68,34		182					
Verificação da Moldagem		CBR (%)		36		Expansão (%)		0,22			
Peso Bruto Úmido		8750		Peso do Solo Úmido (Kg/m³)		4570		Densidade Úmida (Kg/m³)		2,193	
Densidade Seca (Kg/m³)		1,972		% em Relação a Dens. Máxima		99,98		Absorção (%)		13,35	
Obs:		9360									

Gráfico de CBR



LABORATORISTA:
Rodrigo 3200



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	73 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

RODOVIA		ESTUDO: SUB BASE		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA	
BR-222		FURO: 05		ESTACA: 206+00 DATA: 13/01/2020	
PROF: 0,20 A 0,40					
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE					
PROCTOR:		OPERADOR: EQUIPE		LABORATORISTA: RODRIGO	
INTERMEDIÁRIO					
LIMITE DE LIQUIDEZ			LIMITE DE PLASTICIDADE		
Capsula Nº	17	18	Limite de Liquidez		33,32
Nº de Golpes	18	38	Limite de Plasticidade		21,10
Peso Bruto Umido	22,43	21,67	Índice de Plasticidade		12,22
Peso Bruto Seco	18,30	18,33	TABELA		
Peso da Capsula	7,35	6,77	Fator 01	0,961	
Peso da Agua	4,13	3,34	Fator 02	1,052	
Peso do Solo Seco	10,95	11,56			
% de Umidade	37,72	28,89	Correção Fator 01	36,25	
% de Umidade Média			Correção Fator 02	30,40	
			Média Umidade Fator	33,32	

Gráfico de limite de Liquidez

LIMITE DE PLASTICIDADE					
Capsula Nº	46	47	48	49	50
Peso Bruto Umido	7,03	6,86	7,11	6,94	7,00
Peso Bruto Seco	6,41	6,31	6,56	6,48	6,47
Peso da Capsula	3,88	3,65	4,03	3,81	3,99
Peso da Agua	0,62	0,55	0,55	0,46	0,53
Peso do Solo Seco	2,53	2,66	2,53	2,67	2,48
% de Umidade	24,51	20,7	21,74	17,23	21,37
% de Umidade Média	21,10				

CLASSIFICAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO IP	
FRACAMENTE PLÁSTICO $1 < IP < 7$	FALSO
MEDIANAMENTE PLÁSTICO $7 < IP < 15$	MEDIANAMENTE PLÁSTICO
ALTAMENTE PLÁSTICO > 15	FALSO

LABORATORISTA:
Rodrigo Sasso



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	74 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		%	%	AMOSTRA 01		TOTAL	PARCIAL
Capsula nº		15	15	Recipiente Nº			
Peso Bruto Úmido (g)		103,12	103,12	Peso Bruto Úmido (g)			
Peso Bruto Seco (g)				Peso Úmido (g)		2000,00	200,00
Peso da Cápsula (g)				Peso Retido < # Nº 10		746,3	
Peso da Água (g)		4,45	4,45	Peso Úmido < # nº 10		1253,70	
Peso da Solo Seco (g)		98,67	98,67	Peso Seco < # Nº 10		1199,60	
Umidade		4,51	4,51	Peso da Amostra Seca		1945,90	191,37
MEDIA		4,51				2	3

PENEIRAMENTO						
PENEIRAS		Peso Retido Parcial	Peso Q. Passa Acumul.	% Q. Passa A. Total	CONSTANTES	RESUMO DA GRANULOMETRIA
Pol.	mm				100	Pedregulho 30,86
2	50,8	0,00	1945,90	100,00	$K^1 = \frac{100}{2} = 0,05139$	Areia Grossa 7,50
1 1/2	38,1	0,00	1945,90	100,00	2	Areia Média 11,03
1	25,4	108,43	1837,47	94,43		Areia Fina 14,41
3/4	19,1	45,32	1792,15	92,10	$K^2 = \frac{4}{3} = 0,322139$	Silte+Argila 36,21
1/2	12,7	134,23	1657,92	85,20	3	
3/8	9,5	83,91	1574,01	80,89		
Nº 4	4,8	228,54	1345,47	69,14		
Nº 10	2,0	145,87	1199,60	61,65	FAIXA	AASHITO
Nº 40	0,42	34,23	157,14	50,62		
Nº 200	0,074	44,74	112,40	36,21		

Distribuição Granulométrica

LABORATORISTA:
Rodrigo Sazzo



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES

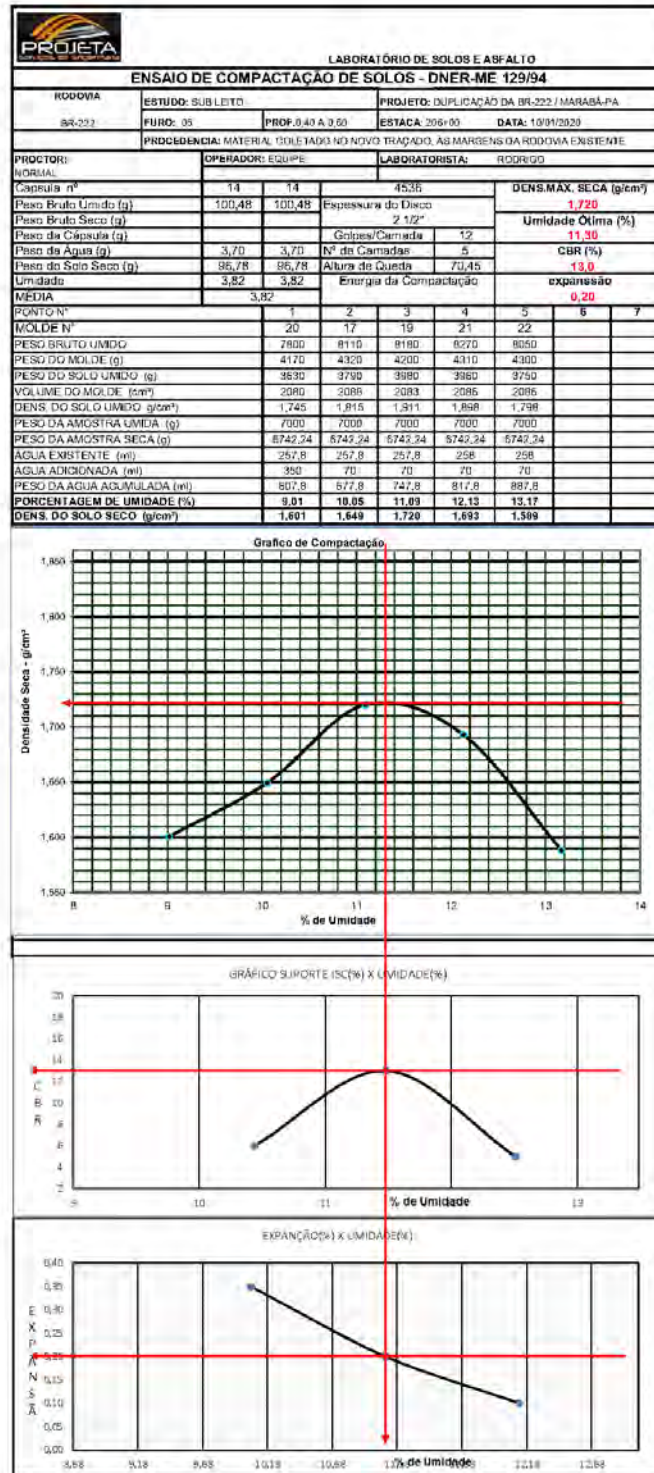


GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	75 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA



LABORATORISTA:
Rodrigo Soares




SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES

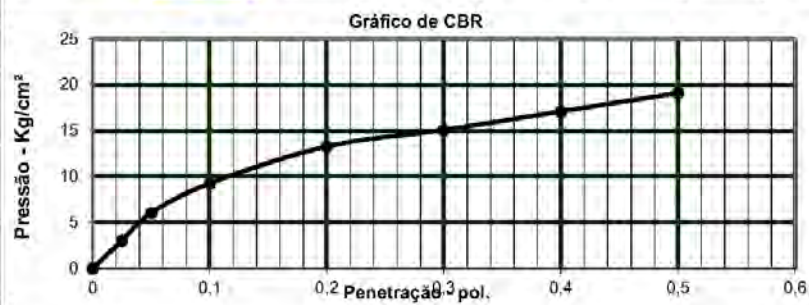


GOVERNO DO
PARÁ

DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	76 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

 LABORATÓRIO DE SOLOS E ASFALTO ENSAIO DE CBR DE SOLOS - DNER-ME 049/94												
RODOVOIA:		ESTUDO: SUB LEITO		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA								
BR-222		FURO: 05		PROF. 0,40 A 0,60		ESTACA: 206+00		DATA: 10/01/2020				
PROCEDÊNCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE												
PROCTOR:			OPERADOR: EQUIPE				LABORATORISTA: RODRIGO					
NORMAL												
Umidade Higroscópica						Umid. de Moldagem		Molde Nº		19		
Capsula nº	14	14	30	30	Volume do Molde		2083					
Peso Bruto Úmido (g)	100,48	100,48	98,78	98,78	Peso do Molde		4200					
Peso Bruto Seco (g)					Peso da Soquete		4536					
Peso da Cápsula (g)					Espessura do Disco		2 1/2"					
Peso da Água (g)	3,70	3,70	9,86	9,86	Golpes por Camada		12					
Peso do Solo Seco (g)	96,78	96,78	88,92	88,92	Nº de Camadas		5					
Umidade	3,82	3,82	11,09	11,09	Altura de Queda cm		70,45					
MÉDIA	3,82		11,09		% h absorvida na imersão							
DADOS DA COMPACTAÇÃO						CÁLCULO DA ÁGUA						
Densidade Máxima (Kg/cm³)		1,720		Peso do Solo Úmido		4199,1						
Umidade Ótima (%)		11,09		Passando na # Nº 4 Seco		4044,5		293,91				
Umidade Higroscópica (%)		3,82		Peso do Pedreg. Retido na # Nº 4		2800,9						
Diferença de Umidade (%)		7,27		Peso do Solo Seco Total		6845,4						
Peso da Amostra Úmida		7000,0		Água a Juntar (ml)		497,45						
Nº do Anel		Constante da Prensa		0,1005		Altura do Corpo de Prova (mm)		114,5				
Ensaio de Penetração						Ensaio de Expansão						
Tempo min.	Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm²				Datas		Leitura Deflec.	Dif. mm
	Pol.	mm	Extens.	Determ.	Corrigida	Padrão	%	Dia	Hora			
0,5	0,025	0,63	30	3,0				10/01/2020	0	1,00	0	
1	0,05	1,27	60	6,03				11/01/2020	24	1,23	0,23	
2	0,1	2,54	92	9,25	9,2	70	13,2	12/01/2020	48	1,23	0,23	
4	0,2	5,08	132	13,27	13,27	105	12,6	13/01/2020	72	1,23	0,23	
6	0,3	7,62	150	15,08		133						
8	0,4	10,16	170	17,09		161						
10	0,5	12,7	190	19,095		182						
Verificação da Moldagem		CBR (%)		13		Expansão (%)		0,20				
Peso Bruto Úmido 8180		Peso do Solo Úmido (Kg/m³) 3980		Densidade Úmida (Kg/m³) 1,911		Densidade Seca (Kg/m³) 1,720		% em Relação a Dens. Máxima 100,00		Absorção (%) 29,65		
Obs:		9360										



LABORATORISTA:
Rodrigo Silva



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	77 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

RODOVIA		ESTUDO: SUB LEITO		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA	
BR-222		FURO: 05		ESTACA: 206+00 DATA: 13/01/2020	
PROF. 0,40 A 0,60					
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE					
PROCTOR:		OPERADOR: EQUIPE		LABORATORISTA: RODRIGO	
NORMAL					
LIMITE DE LIQUIDEZ			LIMITE DE PLASTICIDADE		
Capsula Nº	20	21	Limite de Liquidez		32,38
Nº de Golpes	17	40	Limite de Plasticidade		21,27
Peso Bruto Umido	23,21	22,43	Índice de Plasticidade		11,11
Peso Bruto Seco	18,82	18,99	TABELA		
Peso da Capsula	6,98	6,59	Fator 01	0,954	
Peso da Agua	4,39	3,44	Fator 02	1,059	
Peso do Solo Seco	11,84	12,4	Correção Fator 01		35,37
% de Umidade	37,08	27,74	Correção Fator 02		29,38
% de Umidade Média			Média Umidade Fator		32,38

Gráfico de limite de Liquidez

LIMITE DE PLASTICIDADE					
Capsula Nº	51	52	53	54	55
Peso Bruto Umido	7,11	6,97	7,16	6,87	6,79
Peso Bruto Seco	6,52	6,43	6,71	6,36	6,26
Peso da Capsula	4,11	3,93	4,08	3,94	3,86
Peso da Agua	0,59	0,54	0,45	0,51	0,53
Peso do Solo Seco	2,41	2,50	2,63	2,42	2,40
% de Umidade	24,48	21,6	17,11	21,07	22,08
% de Umidade Média					21,27

CLASSIFICAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO IP		
FRACAMENTE PLÁSTICO $1 < IP < 7$	FALSO	h = (n / 25)
MEDIANAMENTE PLÁSTICO $7 < IP < 15$	MEDIANAMENTE PLÁSTICO	
ALTAMENTE PLÁSTICO $IP > 15$	FALSO	

LABORATORISTA:
Rodrigo Sasso



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	78 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		%	%	AMOSTRA 01		TOTAL	PARCIAL
Capsula nº		12	12	Recipiente Nº			
Peso Bruto Úmido (g)		100,91	100,91	Peso Bruto Úmido (g)			
Peso Bruto Seco (g)				Peso Úmido (g)	2000,00	200,00	
Peso da Cápsula (g)				Peso Retido < # Nº 10	976,78		
Peso da Água (g)		4,04	4,04	Peso Úmido < # nº 10	1023,22		
Peso da Solo Seco (g)		96,87	96,87	Peso Seco < # Nº 10	982,25		
Umidade		4,17	4,17	Peso da Amostra Seca	1959,03	191,99	
MEDIA		4,17			2	3	

PENEIRAMENTO						
PENEIRAS		Peso Retido Parcial	Peso Q. Passa Acumul.	% Q. Passa A. Total	CONSTANTES	RESUMO DA GRANULOMETRIA
Pol.	mm				100	Pedregulho 36,99
2	50,8	0,00	1959,03	100,00	$K^1 = \frac{2}{0,051046}$	Areia Grossa 12,87
1 1/2	38,1	0,00	1959,03	100,00	2	Areia Média 8,71
1	25,4	104,12	1854,91	94,69		Areia Fina 9,20
3/4	19,1	58,23	1796,68	91,71	$K^2 = \frac{4}{0,261154}$	Silte+Argila 32,23
1/2	12,7	135,32	1661,36	84,81	4	
3/8	9,5	83,38	1577,98	80,55	3	
Nº 4	4,8	343,51	1234,47	63,01		
Nº 10	2,0	252,22	982,25	50,14	FAIXA	AASHITO
Nº 40	0,42	33,37	158,62	8,04		
Nº 200	0,074	35,21	123,41	6,30		

Distribuição Granulométrica

LABORATORISTA:
Rodrigo Sazzo



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES

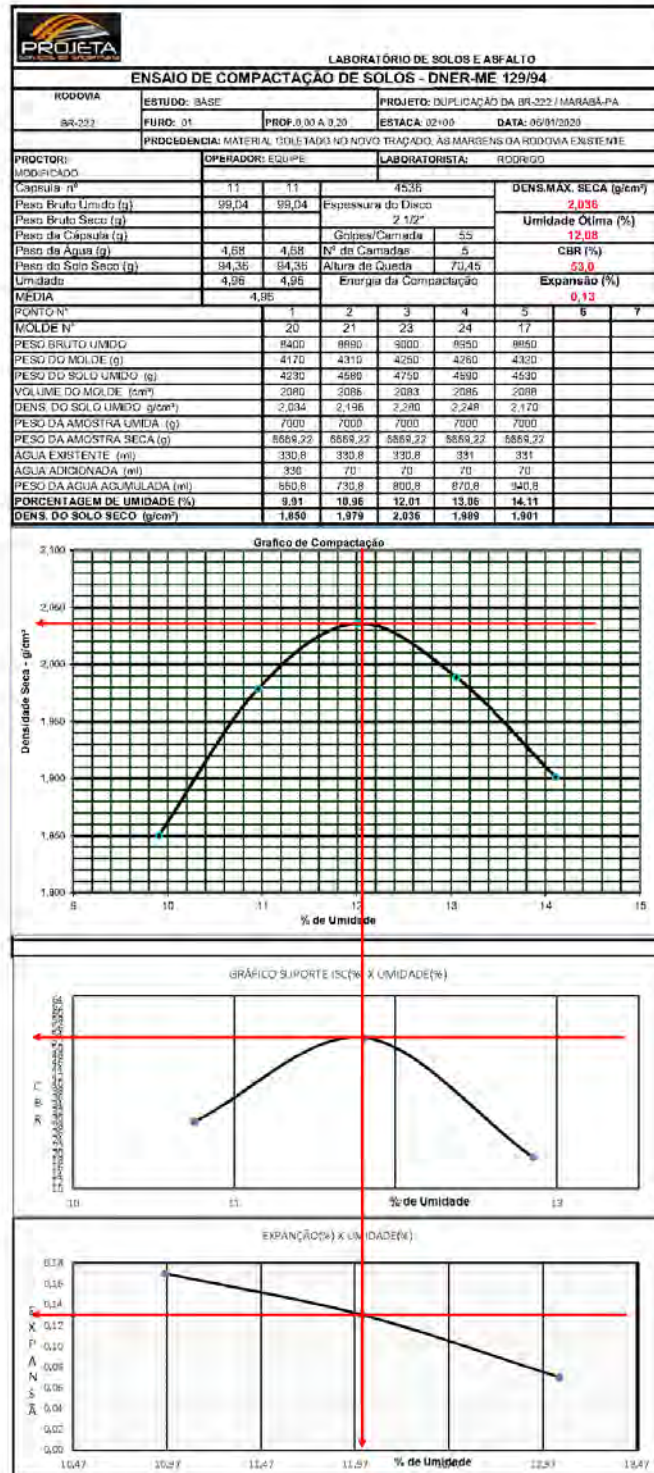


GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	79 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA



LABORATORISTA:
Rodrigo Soares



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	80 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA


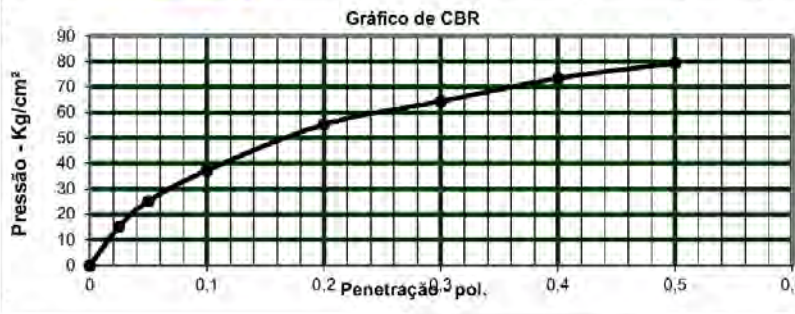
 LABORATÓRIO DE SOLOS E ASFALTO ENSAIO DE CBR DE SOLOS - DNER-ME 049/94												
RODOVOA:		ESTUDO: BASE		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA								
BR-222		FURO: 01		PROF. 0,00 A 0,20		ESTACA: 02+00		DATA: 06/01/2020				
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE												
PROCTOR:			OPERADOR: EQUIPE				LABORATORISTA: RODRIGO					
MODIFICADO												
Umidade Higroscópica						Umid. de Moldagem		Molde Nº		23		
Capsula nº	11	11	1	1	Volume do Molde		2083					
Peso Bruto Úmido (g)	99,04	99,04	100,00	100,00	Peso do Molde		4250					
Peso Bruto Seco (g)					Peso da Soquete		4536					
Peso da Cápsula (g)					Espessura do Disco		2 1/2"					
Peso da Água (g)	4,68	4,68	10,72	10,72	Golpes por Camada		55					
Peso do Solo Seco (g)	94,36	94,36	89,28	89,28	Nº de Camadas		5					
Umidade	4,96	4,96	12,01	12,01	Altura de Queda cm		70,45					
MÉDIA	4,96		12,01		% h absorvida na imersão							
DADOS DA COMPACTAÇÃO						CALCULO DA ÁGUA						
Densidade Máxima (Kg/cm³)		2,036		Peso do Solo Úmido		3784,0						
Umidade Ótima (%)		12,01		Passando na # Nº 4		Seco		3605,2		254,17		
Umidade Higroscópica (%)		4,96		Peso do Pedreg. Retido na # Nº 4		3216,0						
Diferença de Umidade (%)		7,05		Peso do Solo Seco Total		6821,2						
Peso da Amostra Úmida		7000,0		Água a Juntar (ml)		480,91						
Nº do Anel		Constante da Prensa		0,1005		Altura do Corpo de Prova (mm)		114,5				
Ensaio de Penetração						Ensaio de Expansão						
Tempo min.	Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm²				Datas		Leitura Deflec.	Dif. mm
	Pol.	mm	Extens.	Determ.	Corrigida	Padrão	%	Dia	Hora			
0,5	0,025	0,63	150	15,1				06/01/2020	0	1,00	0	
1	0,05	1,27	250	25,13								
2	0,1	2,54	370	37,19	37,2	70	53,1	07/01/2020	24	1,15	0,15	
4	0,2	5,08	550	55,28	55,28	105	52,6					
6	0,3	7,62	640	64,32		133		08/01/2020	48	1,15	0,15	
8	0,4	10,16	730	73,37		161						
10	0,5	12,7	790	79,395		182		09/01/2020	72	1,15	0,15	
Verificação da Moldagem		CBR (%)		53		Expansão (%)		0,13				
Peso Bruto Úmido 9000		Peso do Solo Úmido (Kg/m³) 4750		Densidade Úmida (Kg/m³) 2,280		Densidade Seca (Kg/m³) 2,036		% em Relação a Dens. Máxima 100,00		Absorção (%) 7,58		
		Obs:		9360								

Gráfico de CBR



LABORATORISTA:
Rodrigo 3200



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	81 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

RODOVIA		ESTUDO: BASE		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA	
BR-222		FURO: 07		PROF. 0,00 A 0,20	
				ESTAACA: 02+00	
				DATA: 07/01/20	
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE					
PROCTOR:		OPERADOR: EQUIPE		LABORATORISTA: RODRIGO	
MODIFICADO					
LIMITE DE LIQUIDEZ			LIMITE DE PLASTICIDADE		
Capsula Nº	7	8	Limite de Liquidez		37,74
Nº de Golpes	18	40	Limite de Plasticidade		24,78
Peso Bruto Umido	22,12	24,51	Índice de Plasticidade		12,96
Peso Bruto Seco	17,21	20,12	TABELA		
Peso da Capsula	5,86	6,41	Fator 01		0,961
Peso da Agua	4,91	4,39	Fator 02		1,059
Peso do Solo Seco	11,35	13,71	Correção Fator 01		41,57
% de Umidade	43,26	32,02	Correção Fator 02		33,91
% de Umidade Média			Média Umidade Fator		37,74

Gráfico de limite de Liquidez

LIMITE DE PLASTICIDADE					
Capsula Nº	16	17	18	19	20
Peso Bruto Umido	5,97	5,84	5,91	5,88	6,00
Peso Bruto Seco	5,56	5,43	5,56	5,47	5,56
Peso da Capsula	3,92	3,83	3,90	3,82	3,95
Peso da Agua	0,41	0,41	0,35	0,41	0,44
Peso do Solo Seco	1,64	1,60	1,66	1,65	1,61
% de Umidade	25,00	25,6	21,08	24,85	27,33
% de Umidade Média					24,78

CLASSIFICAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO IP	
FRACAMENTE PLÁSTICO $1 < IP < 7$	FALSO
MEDIANAMENTE PLÁSTICO $7 < IP < 15$	MEDIANAMENTE PLÁSTICO
ALTAMENTE PLÁSTICO $IP > 15$	FALSO

LABORATORISTA:
Rodrigo Sasso



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	82 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		%	%	AMOSTRA 01		TOTAL	PARCIAL
Capsula nº		6	6	Recipiente Nº			
Peso Bruto Úmido (g)		98,99	98,99	Peso Bruto Úmido (g)			
Peso Bruto Seco (g)				Peso Úmido (g)		2000,00	200,00
Peso da Cápsula (g)				Peso Retido < # Nº 10		1070,89	
Peso da Água (g)		4,44	4,44	Peso Úmido < # nº 10		929,11	
Peso da Solo Seco (g)		94,55	94,55	Peso Seco < # Nº 10		887,44	
Umidade		4,70	4,70	Peso da Amostra Seca		1958,33	191,03
MEDIA		4,70				2	3

PENEIRAS		Peso Retido Parcial	Peso Q. Passa Acumul.	% Q. Passa A. Total	CONSTANTES	RESUMO DA GRANULOMETRIA
Pol.	mm				100	Pedregulho 41,23
2	50,8	0,00	1958,33	100,00	$K^1 = \frac{0,051064}{2}$	Areia Grossa 13,45
1 1/2	38,1	0,00	1958,33	100,00		Areia Média 6,12
1	25,4	136,61	1821,72	93,02		Areia Fina 11,11
3/4	19,1	57,99	1763,73	90,06	$K^2 = \frac{4}{3}$	Silte+Argila 28,09
1/2	12,7	121,23	1642,50	83,87		
3/8	9,5	126,86	1515,64	77,39		
Nº 4	4,8	364,76	1150,88	58,77		
Nº 10	2,0	263,44	887,44	45,32	FAIXA	AASHITO
Nº 40	0,42	25,78	165,25	39,20		
Nº 200	0,074	46,83	118,42	28,09		

Distribuição Granulométrica

LABORATORISTA:
Rodrigo Sazzo



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES

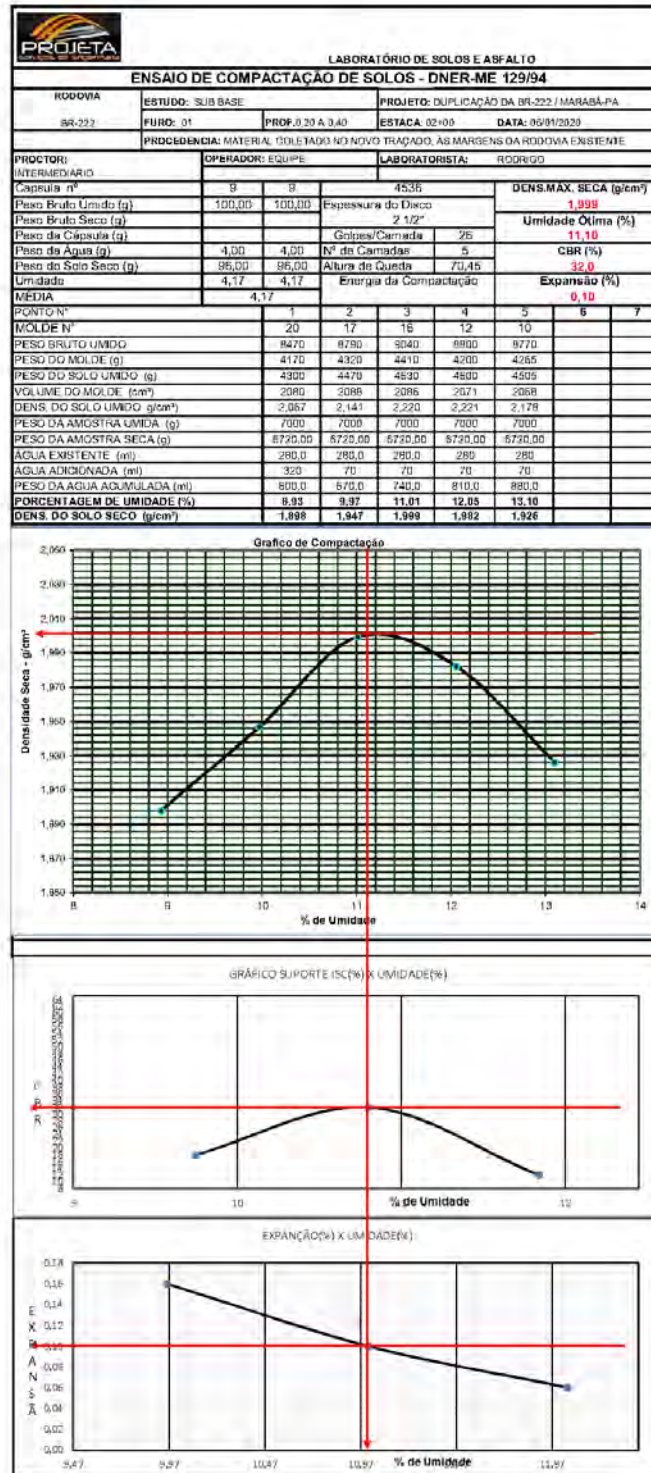


GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	83 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA



LABORATORISTA:
Rodrigo Soares



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	84 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

RODOVOIA:		ESTUDO: SUB BASE		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA							
BR-222		FURO: 01		PROF. 0,20 A 0,40		ESTACA: 02+00 DATA: 06/01/2020					
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE											
PROCTOR:		OPERADOR: EQUIPE			LABORATORISTA: RODRIGO						
INTERMEDIÁRIO											
Umidade Higroscópica				Umidade de Moldagem		Molde Nº					
				12		16					
Capsula nº	9	9	12	12	Volume do Molde		2086				
Peso Bruto Úmido (g)	100,00	100,00	103,12	103,12	Peso do Molde		4410				
Peso Bruto Seco (g)					Peso da Soquete		4536				
Peso da Cápsula (g)					Espessura do Disco		2 1/2"				
Peso da Água (g)	4,00	4,00	10,23	10,23	Golpes por Camada		26				
Peso do Solo Seco (g)	96,00	96,00	92,89	92,89	Nº de Camadas		5				
Umidade	4,17	4,17	11,01	11,01	Altura de Queda cm		70,45				
MÉDIA	4,17		11,01		% h absorvida na imersão						
DADOS DA COMPACTAÇÃO				CALCULO DA ÁGUA							
Densidade Máxima (Kg/cm³)		1,999		Peso do Solo Umido		3919,8					
Umidade Ótima (%)		11,01		Passando na # Nº 4		Seco					
Umidade Higroscópica (%)		4,17		Peso do Pedreg. Retido na # Nº 4		3080,2					
Diferença de Umidade (%)		6,84		Peso do Solo Seco Total		6843,2					
Peso da Amostra Úmida		7000,0		Água a Juntar (ml)		468,30					
Nº do Anel		Constante da Prensa		0,1005		Altura do Corpo de Prova (mm)					
						114,5					
Ensaio de Penetração				Ensaio de Expansão							
Tempo min.	Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm²			Datas		Leitura Deflec.	Dif. mm
	Pol.	mm	Extens.	Determ.	Corrigida	Padrão	%	Dia	Hora		
0,5	0,025	0,63	80	8,0				06/01/2020	0	1,00	0
1	0,05	1,27	150	15,08				07/01/2020	24	1,12	0,12
2	0,1	2,54	220	22,11	22,1	70	31,6	08/01/2020	48	1,12	0,12
4	0,2	5,08	300	30,15	30,15	105	28,7	09/01/2020	72	1,12	0,12
6	0,3	7,62	390	39,20		133					
8	0,4	10,16	450	45,23		161					
10	0,5	12,7	540	54,27		182					
Verificação da Moldagem		CBR (%)		32		Expansão (%)		0,10			
Peso Bruto Úmido		9040		Peso do Solo Umido (Kg/m³)		4630		Densidade Úmida (Kg/m³)		2,220	
Densidade Seca (Kg/m³)		1,999		% em Relação a Dens. Máxima		100,02		Absorção (%)		6,91	
Obs:		9360									

Gráfico de CBR

LABORATORISTA:
Rodrigo 3200



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	85 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

RODOVIA		ESTUDO: SUB BASE		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA	
BR-222		FURO: 07		PROF. 0,20 A 0,40	
				ESTAACA: 02+00 DATA: 07/01/20	
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE					
PROCTOR:		OPERADOR: EQUIPE		LABORATORISTA: RODRIGO	
INTERMEDIÁRIO					
LIMITE DE LIQUIDEZ			LIMITE DE PLASTICIDADE		
Capsula Nº	9	10	Limite de Liquidez		38,00
Nº de Golpes	17	39	Limite de Plasticidade		26,12
Peso Bruto Umido	21,36	22,06	Índice de Plasticidade		11,87
Peso Bruto Seco	16,89	18,00	TABELA		
Peso da Capsula	6,37	5,92	Fator 01	0,954	
Peso da Agua	4,47	4,06	Fator 02	1,055	
Peso do Solo Seco	10,52	12,08	Correção Fator 01		40,54
% de Umidade	42,49	33,61	Correção Fator 02		35,46
% de Umidade Média			Média Umidade Fator		38,00

Gráfico de limite de Liquidez

LIMITE DE PLASTICIDADE					
Capsula Nº	21	22	23	24	25
Peso Bruto Umido	5,80	6,11	5,94	5,77	5,92
Peso Bruto Seco	5,36	5,68	5,58	5,37	5,46
Peso da Capsula	3,68	4,04	3,96	3,86	3,90
Peso da Agua	0,44	0,43	0,36	0,40	0,46
Peso do Solo Seco	1,68	1,64	1,62	1,51	1,56
% de Umidade	26,19	26,2	22,22	26,49	29,49
% de Umidade Média					26,12

CLASSIFICAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO IP	
FRACAMENTE PLÁSTICO 1 < IP < 7	FALSO
MEDIANAMENTE PLÁSTICO 7 < IP < 15	MEDIANAMENTE PLÁSTICO
ALTAMENTE PLÁSTICO > 15	FALSO

LABORATORISTA:
Rodrigo Sasso



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO

MC-SETRAN-01-P09/001

REV.

00

EMIÇÃO

03/2020

FOLHA

86 de 104

EMITENTE

SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

PENEIRAS		Peso Retido Parcial	Peso Q. Passa Acumul.	% Q. Passa A. Total	CONSTANTES	RESUMO DA GRANULOMETRIA
Pol.	mm				100	Pedregulho 51,74
2	50,8	0,00	1960,12	100,00	$K^1 = \frac{2}{100} = 0,051017$	Areia Grossa 7,22
1 1/2	38,1	0,00	1960,12	100,00	$K^2 = \frac{4}{100} = 0,215362$	Areia Média 6,38
1	25,4	326,00	1634,12	83,37		Areia Fina 10,44
3/4	19,1	32,11	1602,01	81,73		Silte+Argila 24,21
1/2	12,7	212,75	1389,26	70,88		
3/8	9,5	101,78	1287,48	65,68		
Nº 4	4,8	341,52	945,96	48,26		
Nº 10	2,0	141,57	804,39	41,04	FAIXA AASHITO	
Nº 40	0,42	29,63	160,92	8,16		
Nº 200	0,074	48,49	112,43	5,68		

Distribuição Granulométrica

LABORATORISTA:
Rodrigo Sazzo



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO

MC-SETRAN-01-P09/001

REV.

00

EMIÇÃO

03/2020

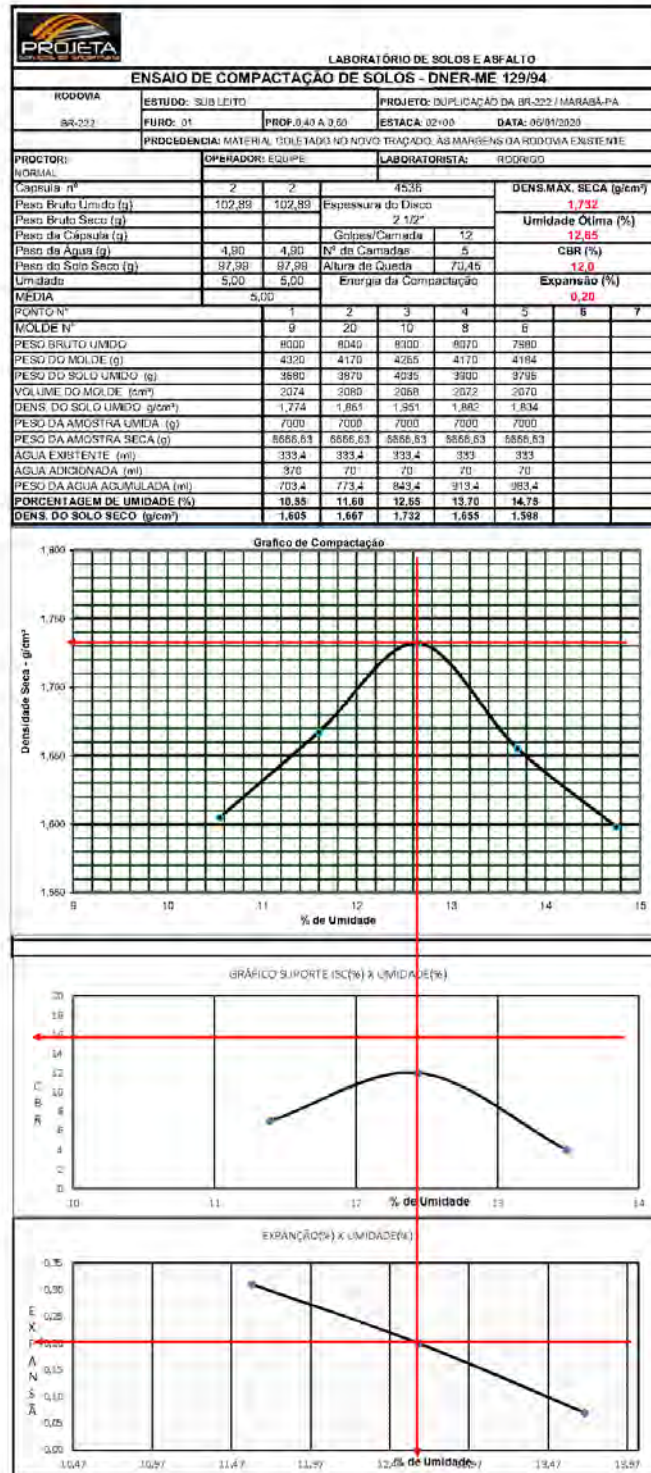
FOLHA

87 de 104

EMITENTE

SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO



LABORATORISTA:
Rodrigo Soares



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	88 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

PROJETA		LABORATÓRIO DE SOLOS E ASFALTO										
ENSAIO DE CBR DE SOLOS - DNER-ME 049/94												
RODOVOIA:		ESTUDO: SUB LEITO		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA								
BR-222		FURO: 01		PROF. 0,40 A 0,60		ESTACA: 02+00		DATA: 06/01/2020				
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE												
PROCTOR:			OPERADOR: EQUIPE				LABORATORISTA: RODRIGO					
NORMAL												
Umidade Higroscópica			Umid. de Moldagem		Molde Nº			10				
Capsula nº	2	2	15	15	Volume do Molde			2068				
Peso Bruto Úmido (g)	102,89	102,89	100,00	100,00	Peso do Molde			4265				
Peso Bruto Seco (g)					Peso da Soquete			4536				
Peso da Cápsula (g)					Espessura do Disco			2 1/2"				
Peso da Água (g)	4,90	4,90	11,23	11,23	Golpes por Camada			12				
Peso do Solo Seco (g)	97,99	97,99	88,77	88,77	Nº de Camadas			5				
Umidade	5,00	5,00	12,65	12,65	Altura de Queda cm			70,45				
MÉDIA	5,00		12,65		% h absorvida na imersão							
DADOS DA COMPACTAÇÃO						CALCULO DA ÁGUA						
Densidade Máxima (Kg/cm³)			1,732		Peso do Solo Úmido			4158,7				
Umidade Ótima (%)			12,65		Passando na # Nº 4 Seco			3960,7				
Umidade Higroscópica (%)			5,00		Peso do Pedreg. Retido na # Nº 4			2841,3				
Diferença de Umidade (%)			7,65		Peso do Solo Seco Total			6801,9				
Peso da Amostra Úmida			7000,0		Água a Juntar (ml)			520,31				
Nº do Anel		Constante da Prensa		0,1005		Altura do Corpo de Prova (mm)		114,5				
Ensaio de Penetração						Ensaio de Expansão						
Tempo min.	Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm²				Datas		Leitura Deflec.	Dif. mm
	Pol.	mm	Extens.	Determ.	Corrigida	Padrão	%	Dia	Hora			
0,5	0,025	0,63	26	2,6				06/01/2020	0	1,00	0	
1	0,05	1,27	50	5,03				07/01/2020	24	1,23	0,23	
2	0,1	2,54	82	8,24	8,2	70	11,8	08/01/2020	48	1,23	0,23	
4	0,2	5,08	128	12,86	12,86	105	12,3	09/01/2020	72	1,23	0,23	
6	0,3	7,62	154	15,48		133						
8	0,4	10,16	180	18,09		161						
10	0,5	12,7	200	20,1		182						
Verificação da Moldagem		CBR (%)		12		Expansão (%)		0,20				
Peso Bruto Úmido 8300												
Peso do Solo Úmido (Kg/m³) 4035												
Densidade Úmida (Kg/m³) 1,951												
Densidade Seca (Kg/m³) 1,732												
% em Relação a Dens. Máxima 100,00												
Gráfico de CBR										Absorção (%)		
<p>Gráfico de CBR: O gráfico mostra a relação entre a penetração em polegadas (eixo X) e a pressão em Kg/cm² (eixo Y). A curva indica que à medida que a penetração aumenta, a pressão necessária para atingir essa penetração também aumenta. Os pontos plotados são: (0,025, 2,6), (0,05, 5,03), (0,1, 8,24), (0,2, 12,86), (0,3, 15,48), (0,4, 18,09), (0,5, 20,1).</p>										9360		
Obs:										26,27		

LABORATORISTA:
Rodrigo Silva



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	89 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

RODOVIA		ESTUDO: SUB LEITO		PROJETO: DUPLICAÇÃO DA BR-222 / MARABÁ-PA	
BR-222		FURO: 07		ESTAACA: 02+00 DATA: 07/01/20	
PROF: 0,40 A 0,60					
PROCEDENCIA: MATERIAL COLETADO NO NOVO TRAÇADO, ÀS MARGENS DA RODOVIA EXISTENTE					
PROCTOR:		OPERADOR: EQUIPE		LABORATORISTA: RODRIGO	
NORMAL					
LIMITE DE LIQUIDEZ			LIMITE DE PLASTICIDADE		
Capsula Nº	9	0	Limite de Liquidez		33,07
Nº de Golpes	17	38	Limite de Plasticidade		20,61
Peso Bruto Umido	21,87	22,54	Índice de Plasticidade		12,46
Peso Bruto Seco	17,45	19,00	TABELA		
Peso da Capsula	6,21	5,99	Fator 01	0,954	
Peso da Agua	4,42	3,54	Fator 02	1,052	
Peso do Solo Seco	11,24	13,01			
% de Umidade	39,32	27,21	Correção Fator 01	37,51	
% de Umidade Média			Correção Fator 02	28,62	
			Média Umidade Fator	33,07	
<p style="text-align: center;">Gráfico de limite de Liquidez</p>					
LIMITE DE PLASTICIDADE					
Capsula Nº	26	27	28	29	30
Peso Bruto Umido	6,12	6,22	6,34	6,25	6,30
Peso Bruto Seco	5,70	5,82	5,99	5,84	5,84
Peso da Capsula	3,67	3,86	3,94	3,88	3,92
Peso da Agua	0,42	0,40	0,35	0,41	0,46
Peso do Solo Seco	2,03	1,96	2,05	1,96	1,92
% de Umidade	20,89	20,4	17,07	20,92	23,96
% de Umidade Média					20,61
CLASSIFICAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO IP					
FRACAMENTE PLÁSTICO $1 < IP < 7$			FALSO		h = (n / 25)
MEDIANAMENTE PLÁSTICO $7 < IP < 15$			MEDIANAMENTE PLÁSTICO		
ALTAMENTE PLÁSTICO $IP > 15$			FALSO		

LABORATORISTA:
Rodrigo Sasso



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSÃO	FOLHA
03/2020	90 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		%	%	AMOSTRA 01		TOTAL	PARCIAL
Capsula nº	9	9		Recipiente Nº			
Peso Bruto Úmido (g)	101,23	101,23		Peso Bruto Úmido (g)			
Peso Bruto Seco (g)				Peso Úmido (g)	2000,00	200,00	
Peso da Cápsula (g)				Peso Retido < # Nº 10	921,34		
Peso da Água (g)	5,56	5,56		Peso Úmido < # nº 10	1078,66		
Peso da Solo Seco (g)	95,67	95,67		Peso Seco < # Nº 10	1019,42		
Umidade	5,81	5,81		Peso da Amostra Seca	1940,76	189,02	
MEDIA		5,81			2	3	

PENEIRAMENTO		Peso Retido Parcial	Peso Q. Passa Acumul.	% Q. Passa A. Total	CONSTANTES	RESUMO DA GRANULOMETRIA
Pol.	mm				100	Pedregulho 36,05
2	50,8	0,00	1940,76	100,00	$K^1 = \frac{100}{2} = 0,051526$	Areia Grossa 11,43
1 1/2	38,1	0,00	1940,76	100,00	2	Areia Média 8,99
1	25,4	88,67	1852,09	95,43		Areia Fina 14,42
3/4	19,1	65,32	1786,77	92,07	$K^2 = \frac{4}{3} = 0,277897$	Silte+Argila 29,12
1/2	12,7	110,23	1676,54	86,39	3	
3/8	9,5	138,96	1537,58	79,23		
Nº 4	4,8	296,38	1241,20	63,95		
Nº 10	2,0	221,78	1019,42	4 52,53	FAIXA	AASHITO
Nº 40	0,42	32,34	156,68	43,54		
Nº 200	0,074	51,88	104,80	29,12		

Distribuição Granulométrica

LABORATORISTA:
Rodrigo Sazzo



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO	MC-SETRAN-01-P09/001	REV.	00
EMIÇÃO	03/2020	FOLHA	91 de 104
EMITENTE	SYSTRA		



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO	MC-SETRAN-01-P09/001	REV.	00
EMIÇÃO	03/2020	FOLHA	92 de 104
EMITENTE	SYSTRA		

ANEXO C – RESUMO DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS DA JAZIDA



DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

JAZIDA-LOIRÃO BASE IN NATURA												
Registro N°												
FURO		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
Posição												
Profundidade (cm)	DE	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
	A	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	
Granulometria	Peneiramento - % Passando	2"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		1"	87,19	88,40	83,23	88,40	82,50	80,40	88,90	89,20	83,40	85,60
		3/4"	71,12	77,20	75,34	74,80	77,40	73,90	79,30	72,30	73,90	69,90
		1/2"	58,32	54,70	56,32	55,60	58,30	62,80	59,40	60,20	58,90	62,10
		3/8"	48,51	43,60	45,32	48,90	51,30	48,20	49,20	50,40	52,30	51,90
		4	37,11	39,20	35,87	38,40	36,90	35,90	39,40	37,60	39,10	36,00
		10	30,62	32,60	31,23	31,20	29,90	32,10	30,80	31,20	29,80	30,40
		40	27,88	28,80	28,80	29,30	26,40	28,30	29,10	27,90	30,10	29,00
		N° 200	23,79	25,60	27,30	27,05	24,30	25,70	27,30	28,40	26,40	27,00
Faixa do DNER		FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	
L.L		28,28	29,7	30,4	27,8	28,7	29,3	28,6	29,8	27,9	26,9	
I.P		9,63	9,6	11,2	9,27	10,7	11,2	10,7	10,8	25,7	23,8	
E.A												
I.G		2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	
Classif. H.R.B		A-2-4	A-2-4	A-2-6	A-2-4	A-2-6	A-2-6	A-2-6	A-2-6	A-2-6	A-2-6	
AASHO 12 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
AASHO 25 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
AASHO 56 Golpes	DENS. MÁXIMA	1910	1894	1890	1946	1938	1918	1903	1910	1915	1907	
	UMID. ÓTIMA	15,6	16,4	16,3	16,3	15,8	16,4	15,8	16,3	16,0	15,7	
	I.S.C	86	84	84	84	85	83	86	85	83	83	
	Expansão	0,24	0,20	0,20	0,21	0,26	0,27	0,22	0,25	0,26	0,25	
Dados de Campo	Pe "In Situ"(g/dm³)											
	UMID. Nat. (%)											
	Grau de Comp. (%)											
Observações:												
JAZIDA: LOIRÃO ESTUDO: BASE IN NATURA						RESUMO DE ENSAIOS JAZIDA-LOIRÃO BASE IN NATURA						



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	94 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

JAZIDA-LOIRÃO BASE IN NATURA												
Registro Nº												
FURO		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Posição		D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	
Profundidade (cm)	DE	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
	A	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	
Granulometria	Peneiramento - % Passando	2"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		1"	86,40	87,40	85,20	88,40	89,30	81,30	90,40	83,20	81,90	83,40
		3/4"	73,80	75,70	74,20	74,10	77,20	78,90	72,10	75,80	77,40	72,60
		1/2"	56,90	57,30	52,80	54,80	55,40	58,90	57,30	54,80	56,00	52,80
		3/8"	46,80	47,80	42,50	47,90	45,70	46,80	44,20	47,90	45,20	48,90
		4	36,20	35,40	33,80	37,50	38,20	35,40	36,80	34,60	36,20	37,00
		10	31,80	32,60	31,90	32,70	31,70	30,90	32,10	32,80	31,40	30,70
		40	28,90	26,80	27,80	28,40	29,20	27,80	28,80	29,40	29,10	28,60
		Nº 200	25,30	26,40	27,10	24,80	27,50	28,10	24,40	24,30	25,00	23,60
		Faixa do DNER		FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
L.L		29,4	30,4	31,2	29,4	28,5	30,3	28,9	30,4	28,9	30,2	
I.P		11,1	11,53	10,51	9,89	11,15	10,64	9,13	9,98	10,91	10,37	
E.A												
I.G		2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	
Classif. H.R.B		A-2-6	A-2-6	A-2-6	A-2-4	A-2-6	A-2-6	A-2-4	A-2-4	A-2-6	A-2-4	
AASHO 12 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
AASHO 26 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
AASHO 56 Golpes	DENS. MÁXIMA	1897	1903	1998	1933	1899	1988	1892	1920	1940	1896	
	UMID. ÓTIMA	15,4	15,3	1934,0	16,2	16,3	15,8	16,0	15,7	16,8	15,8	
	I.S.C	84	82	83	85	83	85	83	84	81	83	
	Expansão	0,22	0,21	0,19	0,22	0,23	0,26	0,21	0,23	0,26	0,19	
Dados de Campo	Pe "In Situ"(g/dm³)											
	UMID. Nat. (%)											
	Grau de Comp. (%)											
Observações:												
JAZIDA: LOIRÃO ESTUDO: BASE INNATURA						RESUMO DE ENSAIOS JAZIDA-LOIRÃO BASE IN NATURA						



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	95 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

Camada		JAZIDA-LOIRÃO BASE IN NATURA										
Registro N°												
FURO		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Posição		D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	
Profundidade (cm)	DE	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
	A	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	
Granulometria	Peneiramento - % Passando	2"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		1"	88,30	83,70	86,40	87,50	88,40	85,90	83,70	88,71	83,2	84,2
		3/4"	76,90	77,40	73,40	77,80	75,30	78,20	76,90	73,61	74,8	76
		1/2"	53,70	54,30	55,70	56,40	55,20	57,80	52,80	61,68	55,8	58,2
		3/8"	43,80	45,30	42,70	46,30	42,70	45,20	43,70	52,74	42,70	46,80
		N° 4	38,20	39,40	37,40	38,50	36,60	38,60	37,40	42,12	36,20	32,40
		N° 10	32,90	33,20	31,50	33,60	31,70	34,20	31,40	35,82	33,10	32,40
		N° 40	28,80	29,30	27,40	29,40	28,00	28,40	28,50	32,35	29,00	29,30
		N° 200	27,30	26,30	24,80	25,50	26,30	27,20	26,30	27,02	27,30	26,70
Faixa do DNER		FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	
L.L		30,4	29,6	30,2	28,7	30,4	31,2	30,1	29,33	28,6	29,8	
I.P		11,2	10,3	10,8	9,8	10,4	11,3	10,4	10,06	9,6	10,3	
E.A												
I.G		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Classif. H.R.B		A-2-6	A-2-4	A-2-6	A-2-4	A-2-4	A-2-6	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4	
AASHO 12 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
AASHO 25 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
AASHO 56 Golpes	DENS. MÁXIMA	1910	1921	1911	1898	1923	1930	1908	1993	1909	1893	
	UMID. ÓTIMA	16,3	15,7	15,8	16,3	15,8	15,6	16,2	16,2	15,8	16,4	
	I.S.C	84	85	86	84	87	85	84	84	85,00	86,00	
	Expansão	0,20	0,21	0,19	0,23	0,24	0,26	0,26	0,26	0,21	0,25	
Dados da Campo	Pe "In Situ"(g/dm ³)											
	UMID. Nat. (%)											
	Grau de Comp. (%)											
Observações:												
JAZIDA: LOIRÃO ESTUDO: BASE IN NATURA						RESUMO DE ENSAIOS JAZIDA LOIRÃO BASE IN NATURA						



JAZIDA-LOIRÃO BASE IN NATURA												
Registro N°												
FURO		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
Posição												
Profundidade (cm)	DE	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
	A	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	
Granulometria	Peneiramento - % Passando	2"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		1"	87,19	89,40	84,60	87,60	84,30	85,60	87,20	86,40	88,30	89,20
		3/4"	71,12	73,20	74,60	73,50	77,40	72,40	73,60	75,20	76,20	73,80
		1/2"	58,32	56,80	57,43	56,78	59,34	57,35	58,23	56,89	57,43	58,28
		3/8"	48,51	47,34	46,37	48,78	49,21	47,32	48,48	47,74	46,56	49,34
		4	37,11	38,48	39,43	36,76	38,37	39,26	37,48	36,48	37,28	38,46
		10	30,62	29,78	32,23	30,78	31,78	32,46	32,28	30,67	29,47	30,24
		40	27,88	26,34	29,32	28,34	27,23	26,78	29,46	28,67	27,36	27,43
		N° 200	23,79	25,32	26,67	25,67	24,68	23,57	26,58	26,43	25,67	24,87
Faixa do DNER		FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	
L L		28,28	29,45	30,21	29,34	28,34	27,84	29,46	28,69	28,48	27,88	
I.P		9,63	10,32	10,11	9,88	9,46	9,36	10,25	10,34	9,78	9,56	
E.A												
I.G		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Classif. H.R.B		A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4	
AASHO 12 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
AASHO 25 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
AASHO 56 Golpes	DENS. MÁXIMA	1846	1924	1931	1927	1911	1878	1890	1968	1943	1926	
	UMID. ÓTIMA	16,3	15,3	15,6	15,7	16,2	16,8	16,8	15,3	15,6	16,0	
	I.S.C	83	86	83	83	84	86	83	85	83	85	
	Expansão	0,26	0,23	0,22	0,22	0,21	0,21	0,26	0,22	0,24	0,22	
Dados de Campo	Pe "In Situ"(g/dm ³)											
	UMID. Nat. (%)											
	Grau de Comp. (%)											
Observações:												
JAZIDA: LOIRÃO ESTUDO: BASE IN NATURA						RESUMO DE ENSAIOS JAZIDA-LOIRÃO BASE IN NATURA						



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	97 de 104
EMITENTE	
SYSTRA	

DOCUMENTO TÉCNICO


SYSTRA

		JAZIDA-LOIRÃO BASE IN NATURA										
Registro Nº												
FURO		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
Posição		D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	
Profundidade (cm)	DE	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
	A	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	
Granulometria	Peneiramento - % Passando	2"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		1"	88,43	89,56	84,45	86,23	87,65	84,35	84,38	86,78	88,43	86,32
		3/4"	73,80	76,34	71,58	75,87	73,48	74,69	77,43	74,28	74,32	75,48
		1/2"	53,28	56,38	55,23	57,48	56,34	53,78	54,32	55,28	53,27	55,00
		3/8"	46,80	44,32	43,56	48,67	44,87	46,67	45,37	48,32	47,21	48,56
		4	36,20	34,54	36,48	38,67	35,28	37,58	38,43	37,48	35,88	36,95
		10	31,80	32,45	33,27	32,67	33,21	33,42	34,21	32,43	30,48	31,79
		40	28,90	27,88	29,43	28,45	29,43	30,28	30,21	28,87	27,43	29,35
		Nº 200	25,30	25,43	27,32	26,32	27,13	27,78	28,43	26,58	25,48	27,34
		Faixa do DNER		FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
L.L		29,4	30,21	28,34	28,43	29,46	28,43	27,89	27,43	29,45	28,54	
I.P		11,1	10,32	11,21	10,43	10,32	11,35	11,43	10,34	10,76	11,34	
E.A												
I.G		2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	
Classif. H.R.B		A-2-6	A-2-4	A-2-6	A-2-4	A-2-4	A-2-6	A-2-6	A-2-4	A-2-6	A-2-6	
AASHO 12 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
AASHO 26 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
AASHO 56 Golpes	DENS. MÁXIMA	1934	1954	1898	1948	1880	1942	1897	1921	1932	1940	
	UMID. ÓTIMA	15,4	15,4	16,8	15,8	17,0	15,9	16,4	15,8	16,0	16,2	
	I.S.C	84	83	85	82	81	84	86	86	84	87	
	Expansão	0,22	0,23	0,25	0,31	0,25	0,27	0,32	0,28	0,28	0,27	
Dados de Campo	Pe "In Situ"(g/dm³)											
	UMID. Nat. (%)											
	Grau de Comp. (%)											
Observações:												
JAZIDA: LOIRÃO ESTUDO: BASE INNATURA						RESUMO DE ENSAIOS JAZIDA-LOIRÃO BASE IN NATURA						



DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

Camada		JAZIDA-LOIRÃO BASE IN NATURA									
Registro Nº											
FURO		51	52	53	54	55	56			24	
Posição		D	E	D	E	D	E				
Profundidade (cm)	DE	15	15	15	15	15	15				
	A	140	140	140	140	140	140			10	
Granulometria	Peneiramento - % Passando	2"	100	100	100	100	100	100			
		1"	86,48	83,68	84,55	85,38	86,38	84,87			
		3/4"	71,20	72,34	78,48	77,48	74,67	78,21			
		1/2"	58,63	55,47	58,34	53,43	52,56	57,48			
		3/8"	48,71	44,67	43,27	46,85	49,57	43,78			
		Nº 4	36,90	37,45	38,32	36,67	36,12	36,48			
		Nº 10	31,20	33,24	32,58	31,46	30,32	32,67			
		Nº 40	28,49	29,87	29,12	29,34	28,45	28,78			
		Nº 200	26,54	26,78	26,43	27,43	26,27	25,78			
Faixa do DNER		FF	FF	FF	FF	FF	FF				
L.L		28,24	29,4	30,31	28,65	27,68	28,32				
I.P		9,65	10,23	11,34	11,43	25,76	24,47				
E.A											
I.G		2	2	2	2	2	2				
Classif. H.R.B		A-2-4	A-2-4	A-2-6	A-2-6	A-2-6	A-2-6				
AASHO 12 Golpes	DENS. MÁXIMA										
	UMID. ÓTIMA										
	I.S.C										
	Expansão										
AASHO 25 Golpes	DENS. MÁXIMA										
	UMID. ÓTIMA										
	I.S.C										
	Expansão										
AASHO 56 Golpes	DENS. MÁXIMA	1994	1921	1889	1932	1940	1900				
	UMID. ÓTIMA	16,0	15,4	16,7	15,4	15,7	16,2				
	I.S.C	88	83	82	86	87	85				
	Expansão	0,22	0,22	0,23	0,25	0,27	0,28				
Dados de Campo	Pe "In Situ"(g/dm ³)										
	UMID. Nat. (%)										
	Grau de Comp. (%)										
Observações:											
JAZIDA: LOIRÃO ESTUDO: BASE IN NATURA						RESUMO DE ENSAIOS JAZIDA LOIRÃO BASE IN NATURA					
											



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSION	FOLHA
03/2020	99 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

JAZIDA-LOIRÃO SUB-BASE												
Registro N°												
FURO		01	03	05	07	09	11	13	15	17	19	
Posição												
Profundidade (cm)	DE	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
	A	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	
Granulometria	Peneiramento - % Passando	2"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		1"	88,19	89,34	81,37	88,67	85,89	89,23	84,78	90,34	86,87	84,89
		3/4"	73,10	76,45	77,38	74,32	75,38	74,98	75,48	76,43	74,23	73,00
		1/2"	61,91	65,43	58,34	60,67	61,34	62,45	63,43	63,78	62,37	68,48
		3/8"	52,87	53,28	42,89	54,38	52,28	54,78	53,78	54,78	53,00	52,13
		4	41,65	43,67	38,44	42,15	43,67	41,78	43,27	41,27	43,47	42,78
		10	36,65	36,32	33,43	36,83	35,47	37,82	36,34	35,68	37,87	37,87
		40	33,37	33,56	30,22	34,21	32,46	34,56	32,78	34,21	33,78	32,68
		N° 200	29,93	29,68	27,82	28,45	29,67	31,43	30,43	31,67	30,24	29,64
Faixa do DNER		FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	
L L		29,13	29,65	28,48	28,34	29,87	31,34	32,12	30,23	29,43	30,27	
I.P		10,65	10,33	10,24	10,32	10,11	11,32	11,43	10,43	10,08	10,65	
E.A												
I.G		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Classif. H.R.B		A-2-6	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-6	A-2-6	A-2-4	A-2-4	A-2-6	
AASHO Normal 12 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
AASHO Inter 25 Golpes	DENS. MÁXIMA	1759	1740	1723	1754	1748	1788	1800	1788	1769	1748	
	UMID. ÓTIMA	16,9	16,0	16,6	16,8	17,0	16,5	16,0	16,8	17,2	16,6	
	I.S.C	38	37	37	41	42	39	42	43	37	38	
	Expansão	0,29	0,33	0,35	0,34	0,29	0,30	0,31	0,28	0,29	0,30	
AASHO Mod. 56 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
Dados de Campo	Pe "In Situ"(g/dm³)											
	UMID. Nat. (%)											
	Grau de Comp. (%)											
Observações:												
JAZIDA: LOIRÃO ESTUDO: SUB-BASE						RESUMO DE ENSAIOS JAZIDA-LOIRÃO SUB-BASE						



JAZIDA-LOIRÃO SUB-BASE												
Registro Nº												
FURO		21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	
Posição		D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	
Profundidade (cm)	DE	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
	A	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	
Granulometria	Peneiramento - % Passando	2"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		1"	86,23	87,43	81,34	87,56	84,38	80,47	84,38	82,35	84,21	88,55
		3/4"	75,32	75,78	72,87	73,48	74,28	76,47	72,37	73,38	74,38	72,88
		1/2"	63,67	62,67	65,48	66,43	64,78	67,48	64,38	63,48	62,68	66,76
		3/8"	51,88	51,37	52,48	53,67	54,32	52,67	51,78	53,78	52,67	54,37
		4	42,67	40,34	42,65	46,36	43,65	44,78	45,62	43,54	43,87	42,18
		10	37,87	37,47	38,21	35,32	36,78	37,23	36,24	37,46	38,24	36,28
		40	34,65	32,54	35,64	33,21	32,54	34,65	33,68	35,67	35,88	34,23
		Nº 200	30,21	29,34	30,45	29,67	28,56	30,44	29,56	28,78	29,56	29,65
		Faixa do DNER		FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
L.L		30,23	31,21	30,44	28,45	29,67	29,78	28,65	28,68	31,11	29,56	
I.P		11,54	11,21	11,09	10,64	10,24	9,78	10,45	9,76	11,44	10,34	
E.A												
I.G		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Classif. H.R.B		A-2-6	A-2-6	A-2-6	A-2-6	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-6	A-2-4	
AASHO 12 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
AASHO 26 Golpes	DENS. MÁXIMA	1730	1780	1768	1733	1728	1742	1748	1750	1760	1740	
	UMID. ÓTIMA	16,9	17,0	16,4	16,7	16,8	17,1	16,5	16,3	16,3	16,2	
	I.S.C	41	40	38	42	38	39	40	37	41	38	
	Expansão	0,27	0,31	0,35	0,34	0,29	0,28	0,32	0,30	0,28	0,31	
AASHO 56 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
Dados de Campo	Pe "In Situ"(g/dm³)											
	UMID. Nat. (%)											
	Grau de Comp. (%)											
Observações:												
JAZIDA: LOIRÃO ESTUDO: SUB-BASE						RESUMO DE ENSAIOS JAZIDA-LOIRÃO SUB-BASE						



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMISSION	FOLHA
03/2020	101 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

Camada		JAZIDA-LOIRÃO SUB-BASE										
Registro N°												
FURO		41	43	45	47	49	51	53	54	55	56	
Posição		D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	
Profundidade (cm)	DE	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
	A	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	
Granulometria	Peneiramento - % Passando	2"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		1"	84,68	83,28	82,33	84,24	86,34	82,68	84,66	86,35	87,2	83,7
		3/4"	77,67	75,23	74,23	72,67	76,58	76,87	75,36	74,44	72,4	75,0
		1/2"	52,76	54,66	53,65	54,64	63,27	54,87	57,32	55,67	53,5	54,8
		3/8"	46,32	43,27	46,12	44,38	52,56	44,79	46,27	44,28	43,48	42,36
		N° 4	36,22	38,44	36,37	35,37	43,43	35,21	36,48	35,65	34,83	35,99
		N° 10	32,33	34,54	33,78	32,18	38,43	32,43	33,45	32,34	32,65	32,88
		N° 40	29,00	29,56	29,93	28,78	33,68	28,69	30,48	29,18	29,46	28,95
		N° 200	26,33	27,34	27,46	26,44	30,03	26,78	27,58	26,89	27,33	26,21
Faixa do DNER		FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	
L L		29,78	30,32	29,44	30,14	30,23	29,56	29,44	28,45	30,21	29,87	
I.P		10,23	11,14	9,88	10,34	11,24	11,23	10,44	9,68	9,23	10,24	
E.A												
I.G		2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	
Classif. H.R.B		A-2-4	A-2-6	A-2-4	A-2-4	A-2-6	A-2-6	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4	
AASHO Normal 12 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
AASHO Inter 25 Golpes	DENS. MÁXIMA	1719	1734	1760	1755	1792	1748	1724	1740	1723	1730	
	UMID. ÓTIMA	17,1	6,5	16,4	17,0	16,6	16,8	16,4	15,9	16,4	16,8	
	I.S.C	42	43	38	42	39	38	38	37	39,00	40,00	
	Expansão	0,34	0,31	0,29	0,32	0,28	0,30	0,29	0,32	0,34	0,29	
AASHO Mod. 56 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
Dados de Campo	Pe "In Situ"(g/dm³)											
	UMID. Nat. (%)											
	Grau de Comp. (%)											
Observações:												
JAZIDA: LOIRÃO ESTUDO: SUB BASE						RESUMO DE ENSAIOS JAZIDA LOIRÃO SUB -BASE						



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO

MC-SETRAN-01-P09/001

REV.

00

EMIÇÃO

03/2020


FOLHA

102 de 104

EMITENTE

SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

JAZIDA-LOIRÃO SUB-LEITO												
Registro N°												
FURO		01	03	05	07	09	11	13	15	17	19	
Posição												
Profundidade (cm)	DE	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	
	A	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	
Granulometria	Peneiramento - % Passando	2"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		1"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		3/4"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		1/2"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		3/8"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		40	85,36	83,21	79,43	85,34	86,47	81,80	84,30	79,79	84,48	90,04
		N° 200	39,48	38,50	38,30	37,40	33,80	32,90	31,70	34,80	30,90	32,50
Faixa do DNER		FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF		
L L		30,88	30,21	29,8	31,4	30,6	29,88	30,44	31,68	30,22	29,9	
I.P		12,18	11,9	11,3	12,02	11,87	10,79	11,56	12,08	11,68	12	
E.A												
I.G		6	6	6	5	4	4	3	4	3	4	
Classif. H.R.B		A-6	A-6	A-6	A-6	A-2-6	A-2-6	A-2-6	A-2-6	A-2-6	A-2-6	
AASHO Normal 12 Golpes	DENS. MÁXIMA	1706	1710	1720	1690	1700	1708	1711	1712	1700	1720	
	UMID. ÓTIMA	14,7	14,2	14,4	14,5	14,6	14,2	14,3	14,4	14,4	14,8	
	I.S.C	13	12	14	13	13	14	13	15	14	3	
	Expansão	0,37	0,35	0,32	0,34	0,35	0,38	0,4	0,3	0,3	0,3	
AASHO Inter 25 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
AASHO Mod. 56 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
Dados da Campo	Pe "In Situ"(g/dm ³)											
	UMID. Nat. (%)											
	Grau de Comp. (%)											
Observações:												
JAZIDA: LOIRÃO ESTUDO: SUB -LEITO						RESUMO DE ENSAIOS JAZIDA-LOIRÃO SUB LEITO						
												



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	103 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

		JAZIDA-LOIRÃO SUB-BASE										
Registro Nº												
FURO		21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	
Posição		D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	
Profundidade (cm)	DE	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	
	A	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Granulometria	Peneiramento - % Passando	2"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		1"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		3/4"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		1/2"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		3/8"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		40	81,23	83,23	82,34	79,80	82,13	83,28	83,00	79,88	81,33	82,34
		Nº 200	30,78	32,12	31,23	33,87	35,64	36,87	34,28	35,82	32,81	33,44
Faixa do DNER		FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	
L.L		31,23	30,23	29,45	30,21	31,12	29,67	29,46	29,40	30,22	30,23	
I.P		12,06	11,78	12,01	11,69	12,26	11,28	12,00	11,36	11,88	12,11	
E.A												
I.G		3	3	3	4	4	5	4	4	4	4	
Classif. H.R.B		A-2-6	A-2-6	A-2-6	A-2-6	A-6	A-6	A-2-6	A-6	A-2-6	A-2-6	
AASHO 12 Golpes	DENS. MÁXIMA	1712	1710	1704	1698	1722	1731	1696	1728	1715	1720	
	UMID. ÓTIMA	15,0	14,8	15,2	14,7	14,2	15,3	14,8	14,2	15,2	14,3	
	I.S.C	12	12	14	13	13	13	12	14	12	13	
	Expansão	0,30	0,32	0,30	0,33	0,32	0,31	0,34	0,34	0,32	0,33	
AASHO 26 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
AASHO 56 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
Dados de Campo	Pe "In Situ"(g/dm³)											
	UMID. Nat. (%)											
	Grau de Comp. (%)											
Observações:												
JAZIDA: LOIRÃO ESTUDO: SUB-LEITO						RESUMO DE ENSAIOS JAZIDA-LOIRÃO SUB-LEITO						



SECRETARIA DE
ESTADO DE
TRANSPORTES



GOVERNO DO
PARÁ

CÓDIGO	REV.
MC-SETRAN-01-P09/001	00
EMIÇÃO	FOLHA
03/2020	104 de 104
EMITENTE	
	SYSTRA

DOCUMENTO TÉCNICO

SYSTRA

Camada		JAZIDA-LOIRÃO SUB-BASE										
Registro Nº												
FURO		41	43	45	47	49	51	53	54	55	56	
Posição		D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	
Profundidade (cm)	DE	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	
	A	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Granulometria	Peneiramento - % Passando	2"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		1"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		3/4"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		1/2"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		3/8"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		Nº 4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		Nº 10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		Nº 40	81,34	83,43	84,12	82,17	82,16	84,28	83,24	84,28	84,18	85,00
		Nº 200	33,21	34,23	36,28	35,78	34,76	36,12	34,28	34,88	36,22	36,78
Faixa do DNER		FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	
L.L		29,78	30,21	30,32	29,87	31,21	30,48	31,43	29,47	28,98	30,21	
I.P		11,68	12,12	12,08	11,98	11,28	11,33	12,13	12,09	11,86	12,0	
E.A												
I.G		4	4	5	4	4	5	4	4	5	5	
Classif. H.R.B		A-2-6	A-2-6	A-6	A-6	A-2-6	A-6	A-2-6	A-2-6	A-6	A-6	
SHO Normal 12 Golpes	DENS. MÁXIMA	1700	1721	1688	1716	1710	704	1730	1708	1732	17017	
	UMID. ÓTIMA	14,6	15,2	14,3	4,6	4,3	15,1	4,2	14,7	15,3	15,0	
	I.S.C	14	13	13	13	14	13	12	14	14	13	
	Expansão	0,32	0,30	0,32	0,33	0,31	0,29	0,35	0,36	0,33	0,33	
AASHO ter 25 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
AASHO d. 56 Golpes	DENS. MÁXIMA											
	UMID. ÓTIMA											
	I.S.C											
	Expansão											
Dados de Campo	Pe "In Situ"(g/dm ³)											
	UMID. Nat. (%)											
	Grau de Comp. (%)											
Observações:												
JAZIDA: LOIRÃO ESTUDO: SUB-LEITO						RESUMO DE ENSAIOS JAZIDA LOIRÃO SUB-LEITO						