



RR CONSULTORIA DE OBRAS E RODOVIAS

RR CONSULTORIA DE OBRAS E RODOVIAS

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR

RUA: JK DE OLIVEIRA - Nº 1287

JARDIM BOTÂNICO

CEP: 85.877 - 000

CNPJ: 52.313.123/0001-86

E-MAIL – RRCONSULTORIADEOBRASERODOVIAS@GMAIL.COM

RR CONSULTORIA DE OBRAS E RODOVIAS

LAUDOS E ENSAIOS TECNOLÓGICOS

LAUDOS E ENSAIOS TECNOLÓGICOS

ROBERTO SOARES

14/04/2025

CONTATO (45) 9 9836 – 2592



RR CONSULTORIA DE OBRAS E RODOVIAS

RR CONSULTORIA DE OBRAS E RODOVIAS

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR

RUA: JK DE OLIVEIRA - Nº 1287

JARDIM BOTÂNICO

CEP: 85.877 - 000

CNPJ: 52.313.123/0001-86

E-MAIL – RRCONSULTORIADEOBRASERODOVIAS@GMAIL.COM

GUIDO JACÓ ESTEFFENS**ENGENHEIRO****CREA 14655/D****PROPRIETÁRIO: PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA - PR****BAIRRO: CENTRO****LOGRADOURO: AV – PARIGOT DE SOUZA Nº 1080****CEP: 85.760-000****CNPJ: 75.972.760/0001-60****RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS****ROBERTO SOARES ROCHA****CNPJ: 52.313.123/0001-86****RELATÓRIO DE ENSAIOS DE SOLOS****CONTRATO: 138/2024****OBRA – LINHA GAÚCHA****ESTUDOS DE SOLOS – TERRAPLANAGENS****MATERIAL: ARGILA AVERMELHADA MISTA****DENSIDADE MASSA ESPECIFICA COMPACTAÇÃO DO SOLO
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)****ESTUDOS REALIZADOS ATRAVÉS DO EQUIPAMENTO DE DETERMINAÇÃO DE
DEFLEXÕES (VIGA BENKELMAN)**

CONTATO (45) 9 9836 – 2592



RR CONSULTORIA DE OBRAS E RODOVIAS

RR CONSULTORIA DE OBRAS E RODOVIAS

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR

RUA: JK DE OLIVEIRA - Nº 1287

JARDIM BOTÂNICO

CEP: 85.877 - 000

CNPJ: 52.313.123/0001-86

E-MAIL – RRCONSULTORIADEOBRASERODOVIAS@GMAIL.COM

GUIDO JACÓ ESTEFFENS**ENGENHEIRO****CREA 14655/D****INTERESSADO:****PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA - PR****PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE LABORATÓRIO**

RR CONSULTORIA DE OBRAS E RODOVIAS

CNPJ: 52.313.123/0001-86

OBJETO DO CONTRATO:

ENSAIOS DE SOLOS – TERRAPLANAGENS COMPACTAÇÃO DO SOLO E CBR

ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DEFLEXÃO ATRAVÉS DO EQUIPAMENTO
(VIGA BENKELMAN)**OBJETIVOS**

Emissão de laudos e ensaios controle tecnológico para a obra
linha gaúcha no município de capanema – pr
resultados, com intuito de aferição/avaliação dos materiais e serviços
realizados, quanto ao cumprimento de especificações técnicas de projeto,
bem como atendimento as normas técnicas especificadas .

CONTATO (45) 9 9836 – 2592



RR CONSULTORIA DE OBRAS E RODOVIAS

RR CONSULTORIA DE OBRAS E RODOVIAS

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR

RUA: JK DE OLIVEIRA - Nº 1287

JARDIM BOTÂNICO

CEP: 85.877 - 000

CNPJ: 52.313.123/0001-86

E-MAIL – RRCONSULTORIADEOBRASERODOVIAS@GMAIL.COM

GUIDO JACÓ ESTEFFENS

ENGENHEIRO

CREA 14655/D

REFERÊNCIAS NORMATIVAS - COMPACTAÇÃO DO SOLO E CBR

DNIT – 134/2013 ME – ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

DNIT – 172/2016 – ME – INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA (I.S.C)

REFERÊNCIAS NORMATIVAS - DETERMINAÇÃO DEFLEXÕES VIGA BELKELMAN

DNER – 024/94 - ME

CONTATO (45) 9 9836 – 2592



RR CONSULTORIA DE OBRAS E RODOVIAS

RR CONSULTORIA DE OBRAS E RODOVIAS

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR

RUA: JK DE OLIVEIRA - Nº 1287

JARDIM BOTÂNICO

CEP: 85.877 - 000

CNPJ: 52.313.123/0001-86

E-MAIL – RRCONSULTORIADEOBRASERODOVIAS@GMAIL.COM

GUIDO JACÓ ESTEFFENS**ENGENHEIRO****CREA 14655/D****CONCLUSÃO:**

Conforme estudos realizados , Compactação do Solos, umidade ótima , índice de suporte California (CBR) segue todas as normas vigentes e a quem possa interessar.

RESULTADOS :**3 - COMPACTAÇÃO DOS SOLOS****3 - DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA****CONCLUSÃO: APROVADOS**

Conforme estudos realizados na Estrada rural da linha gaúcha com o equipamento de viga Benkelman foram encontrados em um trecho de 1620 metros as seguintes condições de deflexão acima do esperado em alguns pontos do trecho conforme a seguir , segue todas as normas vigentes e a quem possa interessar.

RESULTADOS :

71 pontos de viga Benkelman aprovados

10 pontos de viga Benkelman reprovados

Distancia por metros


500 mts	LD	Leitura conforme anexo	144
1040 mts	LD	Leitura conforme anexo	140
520 mts	EX	Leitura conforme anexo	148
700 mts	EX	Leitura conforme anexo	142
1240 mts	EX	Leitura conforme anexo	142
1300 mts	EX	Leitura conforme anexo	134
900 mts	LE	Leitura conforme anexo	136
1080 mts	LE	Leitura conforme anexo	136
1200 mts	LE	Leitura conforme anexo	142
1320 mts	LE	Leitura conforme anexo	134

Obra - linha gaúcha , com resultados Satisfatório sendo assim aprovados para compactação de solos e cbr e 71 pontos de viga benkelman.

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU – PR

14 DE ABRIL DE 2025

CONTATO (45) 9 9836 – 2592



SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE

RESPONSÁVEL
LABORATÓRIO OBRA

PROCESSO:

IDENTIFICAÇÃO

REV.

CONTRATO

Pag. nº

DETERMINAÇÃO DA COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO UTILIZANDO AMOSTRAS NÃO TRABALHADAS - DNIT

ARGILA AVERMELHADA MISTA

138/2024

1/4

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - DNIT 164/2013 - ME

RODOVIA:
Estrada rural linha Gaúcha

INTERESSADO:
Pref. Mun. de Capanema - PR

OBRA:
Linha Gaúcha

DATA
10/04/2025

SEGUIMENTO:
P 01 à P 03

UL/RESPONSÁVEL:
Capanema - Pr

AMOSTRA:
01

PROCTOR/ENERGIA
NORMAL

NORMA Nº:
DNIT 164/2013 - ME

LADO:
LD

SERVIÇO/FASE:
ESTUDOS DOS SOLOS

Nº DE CAM:
5

Nº DE GOLP:
12

Item	Unidade	1	2	3	4	5	6	Um. Higroscópica	
Cápsula	nº							1	2
Peso Bruto Úmido	g							140,00	114,00
Peso Bruto Seco	g							128,00	103,44
Peso da Água	g							12,00	10,56
Peso da Cápsula	g							15,01	13,97
Peso do Solo Seco	g							112,99	89,47
Umidade "Cápsulas"	%							10,6%	11,8%
Umidade Média "Cálculada" <input type="checkbox"/>	%	22,0%	24,2%	26,5%	28,7%	30,9%		11,2%	
Água Total <input checked="" type="checkbox"/>	g	1.188	1.308	1.428	1.548	1.668		Peso do Material g	
Água Adicionada	g	583	703	823	943	1.063		6.000	
% Água Adicionada	%	9,7%	11,7%	13,7%	15,7%	17,7%		P. Mat. Seco g	
Cilindro	nº	1	5	9	6	4		5.395	
Peso Bruto Úmido	g	8.999	9.115	9.084	8.571	9.074		Peso Água g	
Peso do Cilindro	g	5.465	5.264	5.118	4.622	5.194		605	
Volume do Cilindro	cm³	2.071	2.120	2.112	2.095	2.111		% Adic. p/ ponto	
Peso do Solo Úmido	g	3.534	3.851	3.966	3.949	3.880		2,0%	
Massa do Solo Úmido	g / cm³	1,706	1,817	1,878	1,885	1,838		Soquete	
Massa do Solo Seco	g / cm³	1,398	1,462	1,485	1,465	1,404		GRANDE	

RESULTADOS

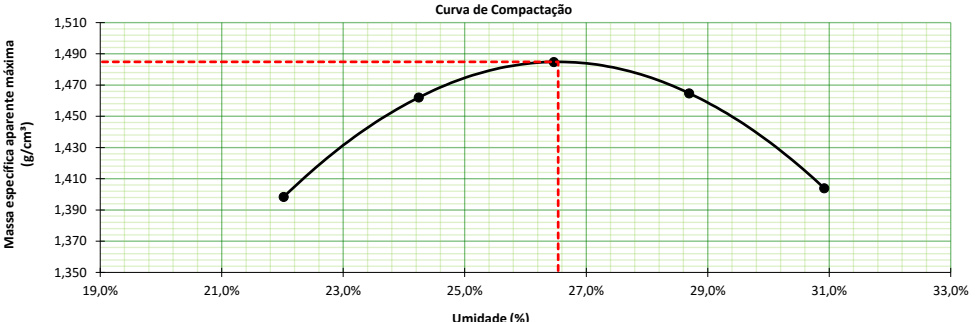
MASSA ESPECÍFICA MÁXIMA (g/cm³)
UMIDADE ÓTIMA (%)

1,485
26,5%

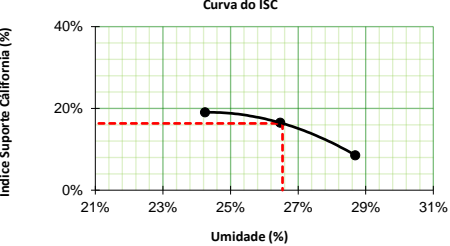
ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA (%)
EXPANSÃO (%)

16,3%
0,08%

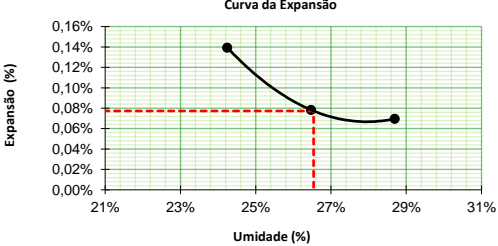
Curva de Compactação



Curva do ISC



Curva da Expansão




01

EMPRESA: ROBERTO SOARES ROCHA

ENDEREÇO: RUA JK DE OLIVEIRA, JARDIM BOTANICO, SÃO MIGUEL DO IGUAÇU-PR

CONTATO: (45) 3525-2064

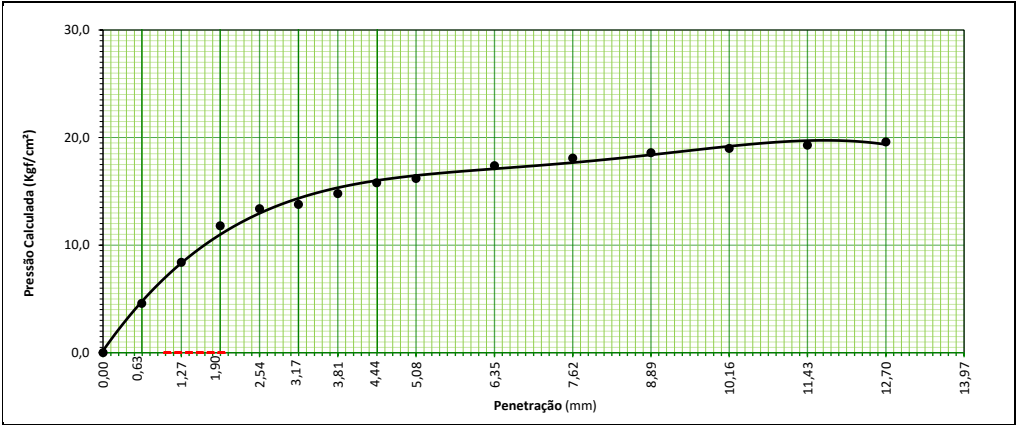
	SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE		RESPONSÁVEL		
			LABORATÓRIO OBRA		
PROCESSO:		IDENTIFICAÇÃO	REV.	CONTRATO	Pag. nº
DETERMINAÇÃO DE I.S.C E EXPANSÃO - DNIT		ARGILA AVERMELHADA MISTA		138/2024	2/4

I.S.C (ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA) - DNIT 172/2016 - ME


RODOVIA:	INTERESSADO:	OBRA:	Data Inicial:
Estrada rural linha Gaúcha	Pref. Mun. de Capanema - PR	Linha Gaúcha	10/04/2025
SEGUIMENTO:	AMOSTRA:	LADO:	Data Final:
P 01 à P 03	01	LD	14/04/2025

Cápsula Nº:		Cilindro nº:	5
Tara da Cápsula + Solo + Água (g):		Peso do Cil. + Solo + Água (g):	9.115
Peso do Solo Seco + Cápsula (g):		Tara do cilindro (g):	5.264
Tara da Cápsula (g):		Peso do Solo + Água (g):	3.851
Peso da Água (g):		Volume do cilindro (cm³)	2.120
Peso do Solo Seco (g):		M. Esp. do Solo Úmido (g/cm³):	1,817
Umidade (%):	24,2%	Altura Inicial (mm):	114,78
Fator de Correção:	0,8049	Enc. Compact. Aasho (Proctor):	NORMAL
Massa Específica do Solo Seco (g/cm³):	1,462	Camadas (nº):	5
(Após 96 h) Peso do Cil.+Solo+Água (g):	9925	Golpes/Camada (nº)	12
Absorção (%)	21,0%	Soquete Grande Peso (Kg):	4,536
		Disco espaçador (Pol):	2 ½

Ensaio de Penetração (Constante CBR) 0,100								Ensaio de Expansão			
Tempo (Min.)	Penetração (mm)	Leitura (mm)	Carga (Kgf)	Pressão Calculada (Kgf/cm²)	Pressão Corrigida (Kgf/cm²)	Pressão Padrão (Kgf/cm²)	ISC (%)	Data	Hora	Leitura (mm)	Expansão (%)
0,5	0,63	46	89	4,6				10/04/25	7:23	1,00	
1,0	1,27	84	162	8,4				11/4/25	7:24	1,10	
1,5	1,90	118	228	11,8				12/4/25	7:32	1,13	
2,0	2,54	134	259	13,4		70,31	19,06%	13/4/25	7:24	1,15	
2,5	3,17	138	267	13,8				14/4/25	7:26	1,16	0,14%
3,0	3,81	148	286	14,8				RESUMO DO ENSAIO			
3,5	4,44	158	305	15,8							
4,0	5,08	162	313	16,2		105,46	15,36%				
5,0	6,35	174	336	17,4							
6,0	7,62	181	350	18,1		131,58	13,76%				
7,0	8,89	186	359	18,6							
8,0	10,16	190	367	19,0		161,71	11,75%				
9,0	11,43	193	373	19,3							
10,0	12,70	196	379	19,6		182,80	10,72%				
								EXPANSÃO EM DIAS (%):		0,14%	
								ABSORÇÃO (%):		21,0%	
								M. ESP. SOLO SECO (g/cm³):		1,462	
								I.S.C. (%):		19,1%	



02
EMPRESA: ROBERTO SOARES ROCHA
ENDEREÇO: RUA JK DE OLIVEIRA, JARDIM BOTANICO, SÃO MIGUEL DO IGUAÇU-PR
CONTATO: (45) 3525-2064

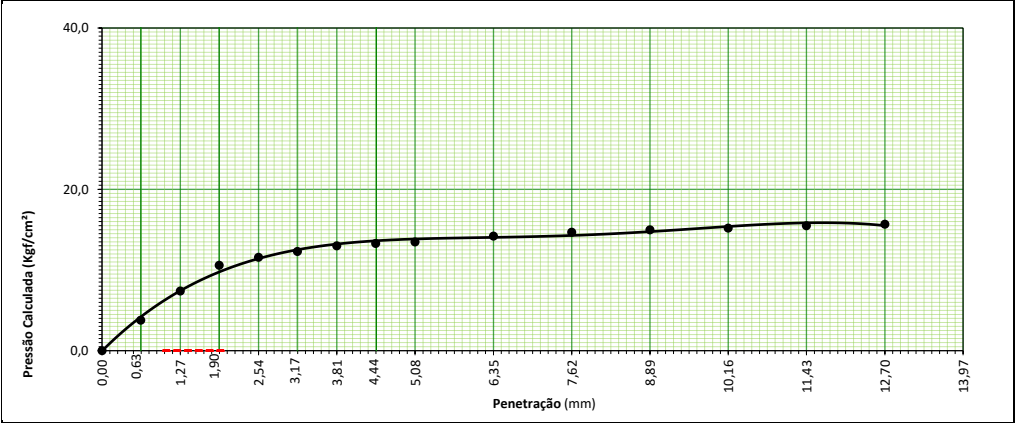
	SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE		RESPONSÁVEL		
			LABORATÓRIO OBRA		
PROCESSO:		IDENTIFICAÇÃO	REV.	CONTRATO	Pag. nº
DETERMINAÇÃO DE I.S.C E EXPANSÃO - DNIT		ARGILA AVERMELHADA MISTA		138/2024	3/4

I.S.C (ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA) - DNIT 172/2016 - ME


RODOVIA:	INTERESSADO:	OBRA:	Data Inicial:
Estrada rural linha Gaúcha	Pref. Mun. de Capanema - PR	Linha Gaúcha	10/04/2025
SEGUIMENTO:	AMOSTRA:	LADO:	Data Final:
P 01 à P 03	01	LD	14/04/2025

Cápsula Nº:		Cilindro nº:	9
Tara da Cápsula + Solo + Água (g):		Peso do Cil. + Solo + Água (g):	9.084
Peso do Solo Seco + Cápsula (g):		Tara do cilindro (g)	5.118
Tara da Cápsula (g):		Peso do Solo + Água (g):	3.966
Peso da Água (g):		Volume do cilindro (cm³)	2.112
Peso do Solo Seco (g):		M. Esp. do Solo Úmido (g/cm³):	1,878
Umidade (%):	26,5%	Altura Inicial (mm):	114,85
Fator de Correção:	0,7907	Enc. Compact. Aasho (Proctor):	NORMAL
Massa Específica do Solo Seco (g/cm³):	1,485	Camadas (nº):	5
(Após 96 h) Peso do Cil.+Solo+Água (g):	10255	Golpes/Camada (nº)	12
Absorção (%)	29,53%	Soquete Grande Peso (Kg):	4,536
		Disco espaçador (Pol):	2 ½

Ensaio de Penetração (Constante CBR) 0,100								Ensaio de Expansão			
Tempo (Min.)	Penetração (mm)	Leitura (mm)	Carga (Kgf)	Pressão Calculada (Kgf/cm²)	Pressão Corrigida (Kgf/cm²)	Pressão Padrão (Kgf/cm²)	ISC (%)	Data	Hora	Leitura (mm)	Expansão (%)
0,5	0,63	38	73	3,8				10/04/25	7:52	1,00	
1,0	1,27	74	143	7,4				11/4/25	7:53	1,08	
1,5	1,90	106	205	10,6				12/4/25	7:54	1,09	
2,0	2,54	116	224	11,6		70,31	16,5%	13/4/25	7:58	1,09	
2,5	3,17	123	238	12,3				14/4/25	8:00	1,09	0,08%
3,0	3,81	130	251	13,0				RESUMO DO ENSAIO			
3,5	4,44	133	257	13,3							
4,0	5,08	135	261	13,5		105,46	12,8%				
5,0	6,35	142	274	14,2							
6,0	7,62	147	284	14,7		131,58	11,2%				
7,0	8,89	150	290	15,0							
8,0	10,16	152	294	15,2		161,71	9,4%				
9,0	11,43	155	299	15,5							
10,0	12,70	157	303	15,7		182,80	8,6%				
								EXPANSÃO EM DIAS (%):		0,08%	
								ABSORÇÃO (%):		29,5%	
								M. ESP. SOLO SECO (g/cm³):		1,485	
								I.S.C. (%):		16,5%	



03
EMPRESA: ROBERTO SOARES ROCHA
ENDEREÇO: RUA JK DE OLIVEIRA, JARDIM BOTANICO, SÃO MIGUEL DO IGUAÇU-PR
CONTATO: (45) 3525-2064

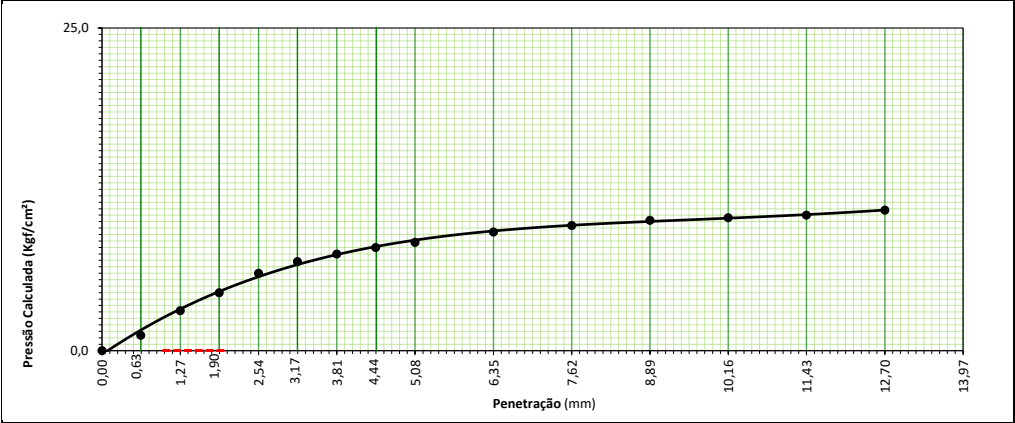
 RR CONSULTORIA DE OBRAS E RODOVIAS	SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE		RESPONSÁVEL		
			LABORATÓRIO OBRA		
PROCESSO:		IDENTIFICAÇÃO	REV.	CONTRATO	Pag. nº
DETERMINAÇÃO DE I.S.C E EXPANSÃO - DNIT		ARGILA AVERMELHADA MISTA		138/2024	4/4

I.S.C (ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA) - DNIT 172/2016 - ME


RODOVIA:	INTERESSADO:	OBRA:	Data Inicial:
Estrada rural linha Gaúcha	Pref. Mun. de Capanema - PR	Linha Gaúcha	10/04/2025
SEGUIMENTO:	AMOSTRA:	LADO:	Data Final:
P 01 à P 03	01	LD	14/04/2025

Cápsula Nº:		Cilindro nº:	6
Tara da Cápsula + Solo + Água (g):		Peso do Cil. + Solo + Água (g):	8.571
Peso do Solo Seco + Cápsula (g):		Tara do cilindro (g)	4.622
Tara da Cápsula (g):		Peso do Solo + Água (g):	3.949
Peso da Água (g):		Volume do cilindro (cm³)	2.095
Peso do Solo Seco (g):		M. Esp. do Solo Úmido (g/cm³):	1,885
Umidade (%):	28,7%	Altura Inicial (mm):	114,91
Fator de Correção:	0,7770	Enc. Compact. Aasho (Proctor):	NORMAL
Massa Específica do Solo Seco (g/cm³):	1,465	Camadas (nº):	5
(Após 96 h) Peso do Cil.+Solo+Água (g):	10322	Golpes/Camada (nº)	12
Absorção (%)	44,34%	Soquete Grande Peso (Kg):	4,536
		Disco espaçador (Pol):	2 ½

Ensaio de Penetração (Constante CBR) 0,100								Ensaio de Expansão			
Tempo (Min.)	Penetração (mm)	Leitura (mm)	Carga (Kgf)	Pressão Calculada (Kgf/cm²)	Pressão Corrigida (Kgf/cm²)	Pressão Padrão (Kgf/cm²)	ISC (%)	Data	Hora	Leitura (mm)	Expansão (%)
0,5	0,63	12	23	1,2				10/04/25	8:02	1,00	
1,0	1,27	31	60	3,1				11/4/25	8:04	1,06	
1,5	1,90	45	87	4,5				12/4/25	8:03	1,08	
2,0	2,54	60	116	6,0		70,31	8,5%	13/4/25	8:10	1,08	
2,5	3,17	69	133	6,9				14/4/25	8:05	1,08	0,07%
3,0	3,81	75	145	7,5				RESUMO DO ENSAIO			
3,5	4,44	80	155	8,0							
4,0	5,08	84	162	8,4		105,46	8,0%				
5,0	6,35	92	178	9,2							
6,0	7,62	97	187	9,7		131,58	7,4%				
7,0	8,89	101	195	10,1							
8,0	10,16	103	199	10,3		161,71	6,4%				
9,0	11,43	105	203	10,5							
10,0	12,70	109	211	10,9		182,80	6,0%				
								EXPANSÃO EM DIAS (%): 0,07%			
								ABSORÇÃO (%): 44,3%			
								M. ESP. SOLO SECO (g/cm³): 1,465			
								I.S.C. (%): 8,5%			



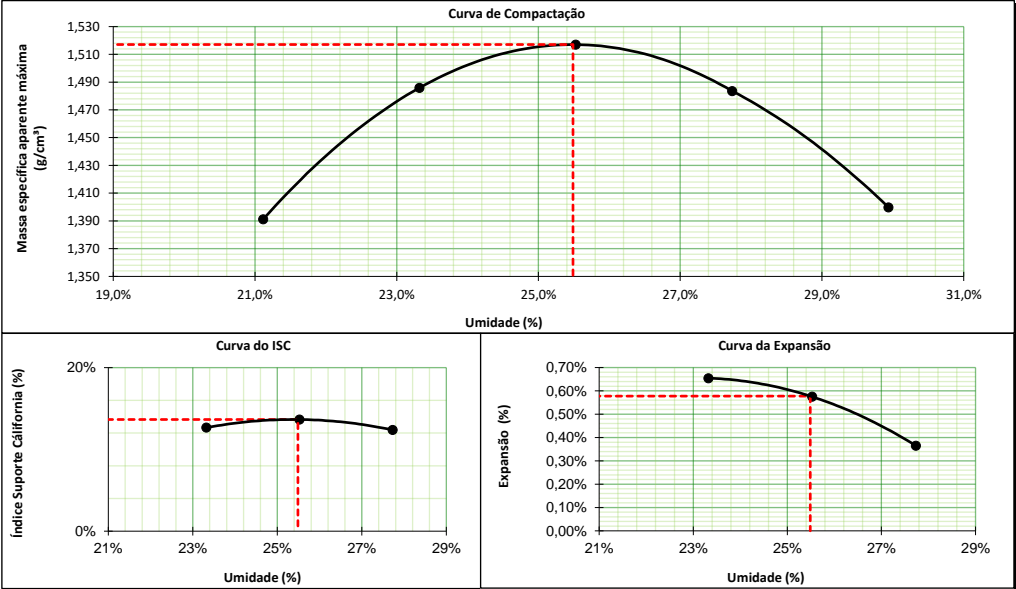
04
EMPRESA: ROBERTO SOARES ROCHA
ENDEREÇO: RUA JK DE OLIVEIRA, JARDIM BOTANICO, SÃO MIGUEL DO IGUAÇU-PR
CONTATO: (45) 3525-2064

	SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE		RESPONSÁVEL		
			LABORATÓRIO OBRA		
PROCESSO:		IDENTIFICAÇÃO	REV.	CONTRATO	Pag. nº
DETERMINAÇÃO DA COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO UTILIZANDO AMOSTRAS NÃO TRABALHADAS - DNIT		ARGILA AVERMELHADA MISTA		138/2024	1/4


ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - DNIT 164/2013 - ME					
RODOVIA: Estrada rural linha Gaúcha	INTERESSADO: Pref. Mun. de Capanema - PR	OBRA: Linha Gaúcha	DATA 10/04/2025		
SEGUIMENTO: P 01 à P 03	UL/RESPONSÁVEL: Capanema - Pr	AMOSTRA: 02	PRÓCTOR/ENERGIA NORMAL		
NORMA Nº: DNIT 164/2013 - ME	LADO: LE	SERVIÇO/FASE: ESTUDOS DOS SOLOS	Nº DE CAM: 5	Nº DE GOLP: 12	

Item	Unidade	1	2	3	4	5	6	Um. Higroscópica	
Cápsula	nº							1	2
Peso Bruto Úmido	g							138,00	136,00
Peso Bruto Seco	g							127,80	123,41
Peso da Água	g							10,20	12,59
Peso da Cápsula	g							15,01	13,97
Peso do Solo Seco	g							112,79	109,44
Umidade "Cápsulas"	%							9,0%	11,5%
Umidade Média "Cálculada" <input type="checkbox"/>	%	21,1%	23,3%	25,5%	27,7%	29,9%		10,3%	
Água Total <input checked="" type="checkbox"/>	g	1.149	1.269	1.389	1.509	1.629		Peso do Material g	
Água Adicionada	g	590	710	830	950	1.070		6.000	
% Água Adicionada	%	9,8%	11,8%	13,8%	15,8%	17,8%		P. Mat. Seco g	
Cilindro	nº	1	7	4	3	10		5.441	
Peso Bruto Úmido	g	8.955	8.457	9.214	9.148	9.189		Peso Água g	
Peso do Cilindro	g	5.465	4.618	5.194	5.214	5.410		559	
Volume do Cilindro	cm³	2.071	2.095	2.111	2.076	2.078		% Adic. p/ ponto	
Peso do Solo Úmido	g	3.490	3.839	4.020	3.934	3.779		2,0%	
Massa do Solo Úmido	g / cm³	1,685	1,832	1,904	1,895	1,819		Soquete	
Massa do Solo Seco	g / cm³	1,391	1,486	1,517	1,484	1,400		GRANDE	

RESULTADOS	
MASSA ESPECÍFICA MÁXIMA (g/cm³)	1,517
UMIDADE ÓTIMA (%)	25,5%
ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA (%)	13,7%
EXPANSÃO (%)	0,58%



01
EMPRESA: ROBERTO SOARES ROCHA
ENDEREÇO: RUA JK DE OLIVEIRA, JARDIM BOTANICO, SÃO MIGUEL DO IGUAÇU-PR
CONTATO: (45) 3525-2064

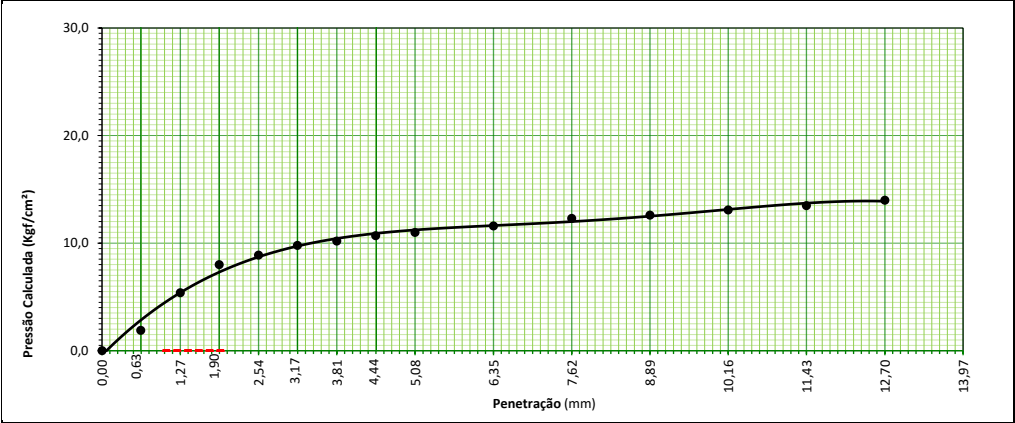
	SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE		RESPONSÁVEL		
			LABORATÓRIO OBRA		
PROCESSO:		IDENTIFICAÇÃO	REV.	CONTRATO	Pag. nº
DETERMINAÇÃO DE I.S.C E EXPANSÃO - DNIT		ARGILA AVERMELHADA MISTA		138/2024	2/4

I.S.C (ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA) - DNIT 172/2016 - ME


RODOVIA:	INTERESSADO:	OBRA:	Data Inicial:
Estrada rural linha Gaúcha	Pref. Mun. de Capanema - PR	Linha Gaúcha	10/04/2025
SEGUIMENTO:	AMOSTRA:	LADO:	Data Final:
P 01 à P 03	02	LE	14/04/2025

Cápsula Nº:		Cilindro nº:	7
Tara da Cápsula + Solo + Água (g):		Peso do Cil. + Solo + Água (g):	8.457
Peso do Solo Seco + Cápsula (g):		Tara do cilindro (g):	4.618
Tara da Cápsula (g):		Peso do Solo + Água (g):	3.839
Peso da Água (g):		Volume do cilindro (cm³):	2.095
Peso do Solo Seco (g):		M. Esp. do Solo Úmido (g/cm³):	1,832
Umidade (%):	23,3%	Altura Inicial (mm):	114,62
Fator de Correção:	0,8109	Enc. Compact. Aasho (Proctor):	NORMAL
Massa Específica do Solo Seco (g/cm³):	1,486	Camadas (nº):	5
(Após 96 h) Peso do Cil.+Solo+Água (g):	9925	Golpes/Camada (nº)	12
Absorção (%)	38,2%	Soquete Grande Peso (Kg):	4,536
		Disco espaçador (Pol):	2 ½

Ensaio de Penetração (Constante CBR) 0,100								Ensaio de Expansão			
Tempo (Min.)	Penetração (mm)	Leitura (mm)	Carga (Kgf)	Pressão Calculada (Kgf/cm²)	Pressão Corrigida (Kgf/cm²)	Pressão Padrão (Kgf/cm²)	ISC (%)	Data	Hora	Leitura (mm)	Expansão (%)
0,5	0,63	19	37	1,9				10/04/25	11:28	1,00	
1,0	1,27	54	104	5,4				11/4/25	11:33	1,44	
1,5	1,90	80	155	8,0				12/4/25	11:36	1,72	
2,0	2,54	89	172	8,9		70,31	12,66%	13/4/25	11:34	1,75	
2,5	3,17	98	189	9,8				14/4/25	11:32	1,75	0,65%
3,0	3,81	102	197	10,2				RESUMO DO ENSAIO			
3,5	4,44	107	207	10,7							
4,0	5,08	110	213	11,0		105,46	10,43%				
5,0	6,35	116	224	11,6							
6,0	7,62	123	238	12,3		131,58	9,35%				
7,0	8,89	126	243	12,6							
8,0	10,16	131	253	13,1		161,71	8,10%				
9,0	11,43	135	261	13,5							
10,0	12,70	140	271	14,0		182,80	7,66%				
								EXPANSÃO EM DIAS (%):		0,65%	
								ABSORÇÃO (%):		38,2%	
								M. ESP. SOLO SECO (g/cm³):		1,486	
								I.S.C. (%):		12,7%	



02
EMPRESA: ROBERTO SOARES ROCHA
ENDEREÇO: RUA JK DE OLIVEIRA, JARDIM BOTÂNICO, SÃO MIGUEL DO IGUAÇU-PR
CONTATO: (45) 3525-2064

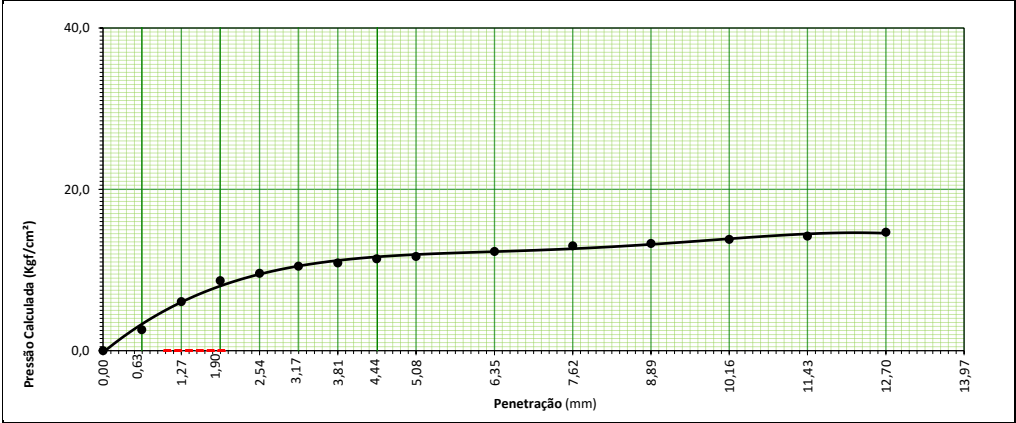
	SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE		RESPONSÁVEL		
			LABORATÓRIO OBRA		
PROCESSO:		IDENTIFICAÇÃO	REV.	CONTRATO	Pag. nº
DETERMINAÇÃO DE I.S.C E EXPANSÃO - DNIT		ARGILA AVERMELHADA MISTA		138/2024	3/4

I.S.C (ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA) - DNIT 172/2016 - ME


RODOVIA:	INTERESSADO:	OBRA:	Data Inicial:
Estrada rural linha Gaúcha	Pref. Mun. de Capanema - PR	Linha Gaúcha	10/04/2025
SEGUIMENTO:	AMOSTRA:	LADO:	Data Final:
P 01 à P 03	02	LE	14/04/2025

Cápsula Nº:		Cilindro nº:	4
Tara da Cápsula + Solo + Água (g):		Peso do Cil. + Solo + Água (g):	9.214
Peso do Solo Seco + Cápsula (g):		Tara do cilindro (g):	5.194
Tara da Cápsula (g):		Peso do Solo + Água (g):	4.020
Peso da Água (g):		Volume do cilindro (cm³):	2.111
Peso do Solo Seco (g):		M. Esp. do Solo Úmido (g/cm³):	1,904
Umidade (%):	25,5%	Altura Inicial (mm):	114,79
Fator de Correção:	0,7966	Enc. Compact. Aasho (Proctor):	NORMAL
Massa Específica do Solo Seco (g/cm³):	1,517	Camadas (nº):	5
(Após 96 h) Peso do Cil.+Solo+Água (g):	10255	Golpes/Camada (nº)	12
Absorção (%)	25,90%	Soquete Grande Peso (Kg):	4,536
		Disco espaçador (Pol):	2 ½

Ensaio de Penetração (Constante CBR) 0,100								Ensaio de Expansão			
Tempo (Min.)	Penetração (mm)	Leitura (mm)	Carga (Kgf)	Pressão Calculada (Kgf/cm²)	Pressão Corrigida (Kgf/cm²)	Pressão Padrão (Kgf/cm²)	ISC (%)	Data	Hora	Leitura (mm)	Expansão (%)
0,5	0,63	26	50	2,6				10/04/25	11:35	1,00	
1,0	1,27	61	118	6,1				11/4/25	11:40	1,55	
1,5	1,90	87	168	8,7				12/4/25	11:42	1,62	
2,0	2,54	96	185	9,6		70,31	13,7%	13/4/25	11:41	1,66	
2,5	3,17	105	203	10,5				14/4/25	11:40	1,66	0,57%
3,0	3,81	109	211	10,9				RESUMO DO ENSAIO			
3,5	4,44	114	220	11,4							
4,0	5,08	117	226	11,7		105,46	11,1%				
5,0	6,35	123	238	12,3							
6,0	7,62	130	251	13,0		131,58	9,9%				
7,0	8,89	133	257	13,3							
8,0	10,16	138	267	13,8		161,71	8,5%				
9,0	11,43	142	274	14,2							
10,0	12,70	147	284	14,7		182,80	8,0%				
								EXPANSÃO EM DIAS (%):		0,57%	
								ABSORÇÃO (%):		25,9%	
								M. ESP. SOLO SECO (g/cm³):		1,517	
								I.S.C. (%):		13,7%	



03
EMPRESA: ROBERTO SOARES ROCHA
ENDEREÇO: RUA JK DE OLIVEIRA, JARDIM BOTANICO, SÃO MIGUEL DO IGUAÇU-PR
CONTATO: (45) 3525-2064

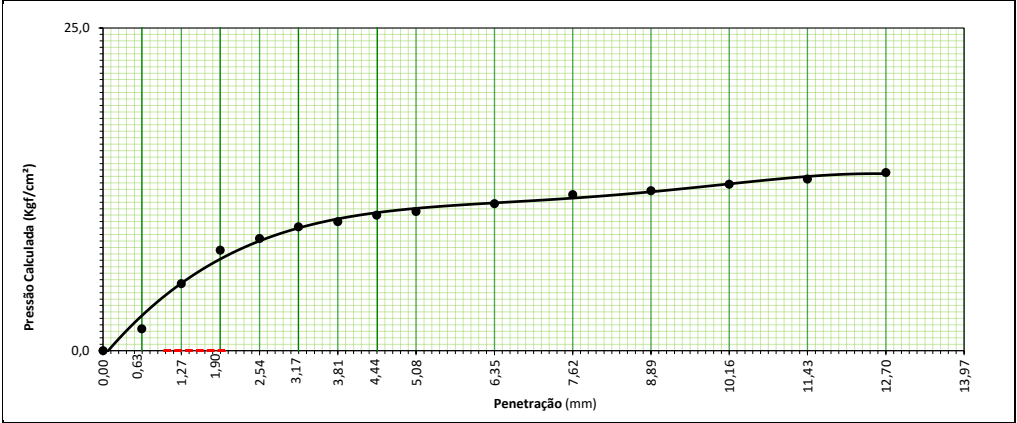
 RR CONSULTORIA DE OBRAS E RODOVIAS	SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE		RESPONSÁVEL		
			LABORATÓRIO OBRA		
PROCESSO:		IDENTIFICAÇÃO	REV.	CONTRATO	Pag. nº
DETERMINAÇÃO DE I.S.C E EXPANSÃO - DNIT		ARGILA AVERMELHADA MISTA		138/2024	4/4

I.S.C (ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA) - DNIT 172/2016 - ME


RODOVIA:	INTERESSADO:	OBRA:	Data Inicial:
Estrada rural linha Gaúcha	Pref. Mun. de Capanema - PR	Linha Gaúcha	10/04/2025
SEGUIMENTO:	AMOSTRA:	LADO:	Data Final:
P 01 à P 03	02	LE	14/04/2025

Cápsula Nº:		Cilindro nº:	3
Tara da Cápsula + Solo + Água (g):		Peso do Cil. + Solo + Água (g):	9.148
Peso do Solo Seco + Cápsula (g):		Tara do cilindro (g)	5.214
Tara da Cápsula (g):		Peso do Solo + Água (g):	3.934
Peso da Água (g):		Volume do cilindro (cm³)	2.076
Peso do Solo Seco (g):		M. Esp. do Solo Úmido (g/cm³):	1,895
Umidade (%):	27,7%	Altura Inicial (mm):	115,00
Fator de Correção:	0,7829	Enc. Compact. Aasho (Proctor):	NORMAL
Massa Específica do Solo Seco (g/cm³):	1,484	Camadas (nº):	5
(Após 96 h) Peso do Cil.+Solo+Água (g):	10322	Golpes/Camada (nº)	12
Absorção (%)	29,84%	Soquete Grande Peso (Kg):	4,536
		Disco espaçador (Pol):	2 ½

Ensaio de Penetração (Constante CBR) 0,100								Ensaio de Expansão			
Tempo (Min.)	Penetração (mm)	Leitura (mm)	Carga (Kgf)	Pressão Calculada (Kgf/cm²)	Pressão Corrigida (Kgf/cm²)	Pressão Padrão (Kgf/cm²)	ISC (%)	Data	Hora	Leitura (mm)	Expansão (%)
0,5	0,63	17	33	1,7				10/04/25	11:59	1,00	
1,0	1,27	52	100	5,2				11/4/25	12:01	1,41	
1,5	1,90	78	151	7,8				12/4/25	12:05	1,41	
2,0	2,54	87	168	8,7		70,31	12,4%	13/4/25	12:05	1,41	
2,5	3,17	96	185	9,6				14/4/25	12:04	1,42	0,37%
3,0	3,81	100	193	10,0				<div>RESUMO DO ENSAIO</div> <div>EXPANSÃO EM DIAS (%): 0,37%</div> <div>ABSORÇÃO (%): 29,8%</div> <div>M. ESP. SOLO SECO (g/cm³): 1,484</div> <div>I.S.C. (%): 12,4%</div>			
3,5	4,44	105	203	10,5							
4,0	5,08	108	209	10,8		105,46	10,2%				
5,0	6,35	114	220	11,4							
6,0	7,62	121	234	12,1		131,58	9,2%				
7,0	8,89	124	240	12,4							
8,0	10,16	129	249	12,9		161,71	8,0%				
9,0	11,43	133	257	13,3							
10,0	12,70	138	267	13,8		182,80	7,5%				



04
EMPRESA: ROBERTO SOARES ROCHA
ENDEREÇO: RUA JK DE OLIVEIRA, JARDIM BOTANICO, SÃO MIGUEL DO IGUAÇU-PR
CONTATO: (45) 3525-2064



SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE

RESPONSÁVEL
LABORATÓRIO OBRA

PROCESSO:

IDENTIFICAÇÃO

REV.

CONTRATO

Pag. nº

DETERMINAÇÃO DA COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO UTILIZANDO AMOSTRAS NÃO TRABALHADAS - DNIT

ARGILA AVERMELHADA MISTA

138/2024

1/4

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - DNIT 164/2013 - ME

RODOVIA:
Estrada rural linha Gaúcha

INTERESSADO:
Pref. Mun. de Capanema - PR

OBRA:
Linha Gaúcha

DATA
10/04/2025

SEGUIMENTO:
P 01 à P 03

UL/RESPONSÁVEL:
Capanema - Pr

AMOSTRA:
03

PROCTOR/ENERGIA
NORMAL

NORMA Nº:
DNIT 164/2013 - ME

LADO:
LD

SERVIÇO/FASE:
ESTUDOS DOS SOLOS

Nº DE CAM:
5

Nº DE GOLP:
12

Item	Unidade	1	2	3	4	5	6	Um. Higroscópica	
Cápsula	nº							1	2
Peso Bruto Úmido	g							118,00	112,00
Peso Bruto Seco	g							111,00	101,49
Peso da Água	g							7,00	10,51
Peso da Cápsula	g							15,01	13,97
Peso do Solo Seco	g							95,99	87,52
Umidade "Cápsulas"	%							7,3%	12,0%
Umidade Média "Cálculada" <input type="checkbox"/>	%	20,1%	22,3%	24,5%	26,6%	28,8%		9,7%	
Água Total <input checked="" type="checkbox"/>	g	1.098	1.218	1.338	1.458	1.578		Peso do Material g	
Água Adicionada	g	570	690	810	930	1.050		6.000	
% Água Adicionada	%	9,5%	11,5%	13,5%	15,5%	17,5%		P. Mat. Seco g	
Cilindro	nº	1	8	3	1	15		5.472	
Peso Bruto Úmido	g	8.984	8.574	9.068	9.322	9.358		Peso Água g	
Peso do Cilindro	g	5.465	4.814	5.214	5.465	5.535		528	
Volume do Cilindro	cm³	2.071	2.092	2.076	2.071	2.086		% Adic. p/ ponto	
Peso do Solo Úmido	g	3.519	3.760	3.854	3.857	3.823		2,0%	
Massa do Solo Úmido	g / cm³	1,699	1,797	1,856	1,862	1,832		Soquete	
Massa do Solo Seco	g / cm³	1,415	1,470	1,492	1,470	1,422		GRANDE	

RESULTADOS

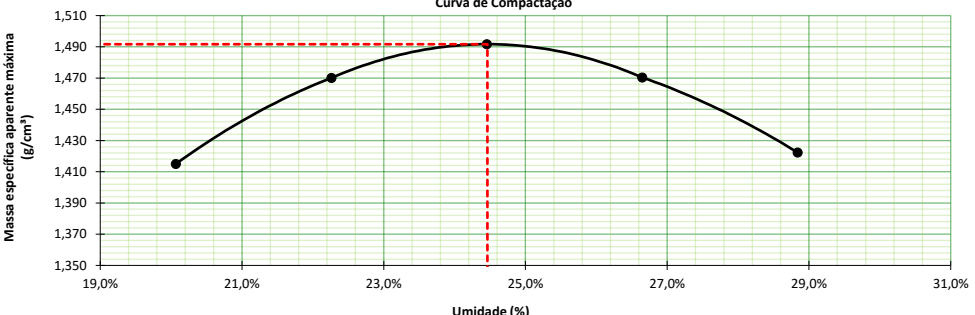
MASSA ESPECÍFICA MÁXIMA (g/cm³)
UMIDADE ÓTIMA (%)

1,492
24,5%

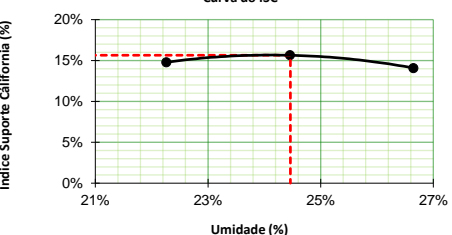
ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA (%)
EXPANSÃO (%)

15,6%
0,27%

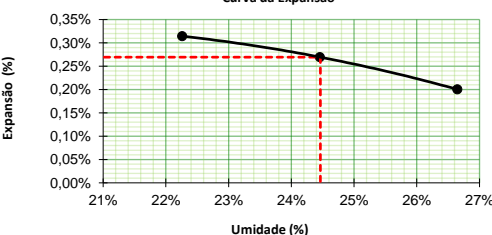
Curva de Compactação



Curva do ISC



Curva da Expansão




01

EMPRESA: ROBERTO SOARES ROCHA

ENDEREÇO: RUA JK DE OLIVEIRA, JARDIM BOTANICO, SÃO MIGUEL DO IGUAÇU-PR

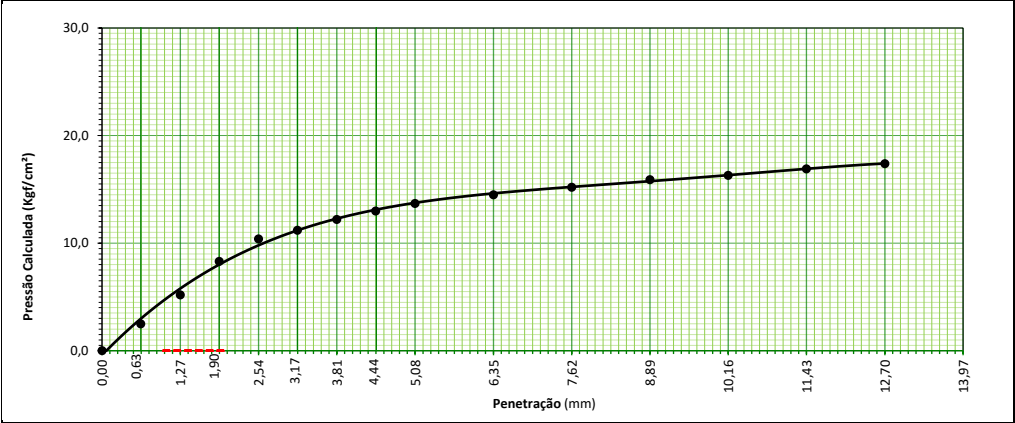
CONTATO: (45) 3525-2064

 RR CONSULTORIA DE OBRAS E RODOVIAS	SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE		RESPONSÁVEL LABORATÓRIO OBRA		
	PROCESSO: DETERMINAÇÃO DE I.S.C E EXPANSÃO - DNIT	IDENTIFICAÇÃO ARGILA AVERMELHADA MISTA	REV.	CONTRATO 138/2024	Pag. nº 2/4


I.S.C (ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA) - DNIT 172/2016 - ME			
RODOVIA: Estrada rural linha Gaúcha	INTERESSADO: Pref. Mun. de Capanema - PR	OBRA: Linha Gaúcha	Data Inicial: 10/04/2025
SEGUIMENTO: P 01 à P 03	AMOSTRA: 03	LADO: LD	Data Final: 14/04/2025

Cápsula Nº:		Cilindro nº:	8
Tara da Cápsula + Solo + Água (g):		Peso do Cil. + Solo + Água (g):	8.574
Peso do Solo Seco + Cápsula (g):		Tara do cilindro (g):	4.814
Tara da Cápsula (g):		Peso do Solo + Água (g):	3.760
Peso da Água (g):		Volume do cilindro (cm³):	2.092
Peso do Solo Seco (g):		M. Esp. do Solo Úmido (g/cm³):	1,797
Umidade (%):	22,3%	Altura Inicial (mm):	114,52
Fator de Correção:	0,8179	Enc. Compact. Aasho (Proctor):	NORMAL
Massa Específica do Solo Seco (g/cm³):	1,470	Camadas (nº):	5
(Após 96 h) Peso do Cil.+Solo+Água (g):	9925	Golpes/Camada (nº)	12
Absorção (%)	35,9%	Soquete Grande Peso (Kg):	4,536
		Disco espaçador (Pol):	2 ½

Ensaio de Penetração (Constante CBR) 0,100								Ensaio de Expansão			
Tempo (Min.)	Penetração (mm)	Leitura (mm)	Carga (Kgf)	Pressão Calculada (Kgf/cm²)	Pressão Corrigida (Kgf/cm²)	Pressão Padrão (Kgf/cm²)	ISC (%)	Data	Hora	Leitura (mm)	Expansão (%)
0,5	0,63	25	48	2,5				10/04/25	9:41	1,00	
1,0	1,27	52	100	5,2				11/4/25	9:44	1,25	
1,5	1,90	83	160	8,3				12/4/25	9:47	1,35	
2,0	2,54	104	201	10,4		70,31	14,79%	13/4/25	9:44	1,36	
2,5	3,17	112	216	11,2				14/4/25	9:46	1,36	0,31%
3,0	3,81	122	236	12,2				RESUMO DO ENSAIO			
3,5	4,44	130	251	13,0							
4,0	5,08	137	265	13,7		105,46	12,99%				
5,0	6,35	145	280	14,5							
6,0	7,62	152	294	15,2		131,58	11,55%				
7,0	8,89	159	307	15,9							
8,0	10,16	163	315	16,3		161,71	10,08%				
9,0	11,43	169	327	16,9							
10,0	12,70	174	336	17,4		182,80	9,52%				
								EXPANSÃO EM DIAS (%): 0,31%			
								ABSORÇÃO (%): 35,9%			
								M. ESP. SOLO SECO (g/cm³): 1,470			
								I.S.C. (%): 14,8%			



02
EMPRESA: ROBERTO SOARES ROCHA ENDEREÇO: RUA JK DE OLIVEIRA, JARDIM BOTANICO, SÃO MIGUEL DO IGUAÇU-PR CONTATO: (45) 3525-2064

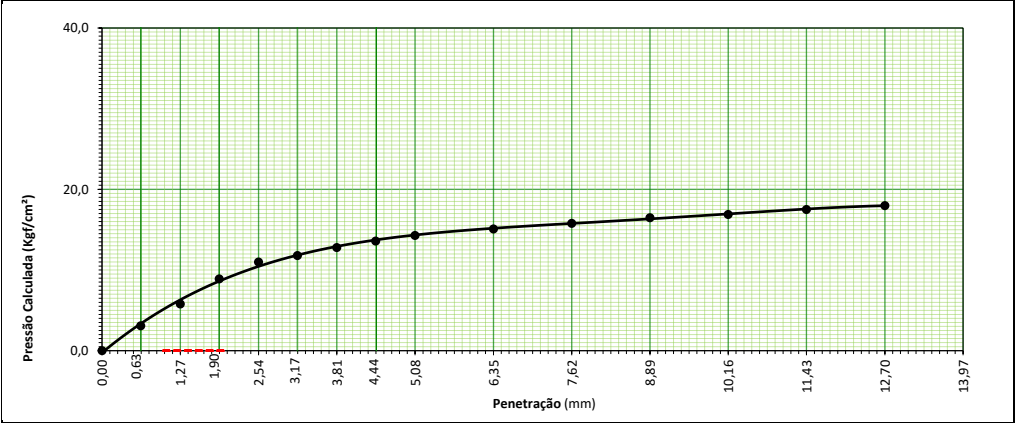
 RR CONSULTORIA DE OBRAS E RODOVIAS	SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE		RESPONSÁVEL		
			LABORATÓRIO OBRA		
PROCESSO:		IDENTIFICAÇÃO	REV.	CONTRATO	Pag. nº
DETERMINAÇÃO DE I.S.C E EXPANSÃO - DNIT		ARGILA AVERMELHADA MISTA		138/2024	3/4

I.S.C (ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA) - DNIT 172/2016 - ME


RODOVIA:	INTERESSADO:	OBRA:	Data Inicial:
Estrada rural linha Gaúcha	Pref. Mun. de Capanema - PR	Linha Gaúcha	10/04/2025
SEGUIMENTO:	AMOSTRA:	LADO:	Data Final:
P 01 à P 03	03	LD	14/04/2025

Cápsula Nº:		Cilindro nº:	3
Tara da Cápsula + Solo + Água (g):		Peso do Cil. + Solo + Água (g):	9.068
Peso do Solo Seco + Cápsula (g):		Tara do cilindro (g)	5.214
Tara da Cápsula (g):		Peso do Solo + Água (g):	3.854
Peso da Água (g):		Volume do cilindro (cm³)	2.076
Peso do Solo Seco (g):		M. Esp. do Solo Úmido (g/cm³):	1,856
Umidade (%):	24,5%	Altura Inicial (mm):	115,00
Fator de Correção:	0,8035	Enc. Compact. Aasho (Proctor):	NORMAL
Massa Específica do Solo Seco (g/cm³):	1,492	Camadas (nº):	5
(Após 96 h) Peso do Cil.+Solo+Água (g):	10255	Golpes/Camada (nº)	12
Absorção (%)	30,80%	Soquete Grande Peso (Kg):	4,536
		Disco espaçador (Pol):	2 ½

Ensaio de Penetração (Constante CBR) 0,100								Ensaio de Expansão			
Tempo (Min.)	Penetração (mm)	Leitura (mm)	Carga (Kgf)	Pressão Calculada (Kgf/cm²)	Pressão Corrigida (Kgf/cm²)	Pressão Padrão (Kgf/cm²)	ISC (%)	Data	Hora	Leitura (mm)	Expansão (%)
0,5	0,63	31	60	3,1				10/04/25	9:45	1,00	
1,0	1,27	58	112	5,8				11/4/25	9:47	1,26	
1,5	1,90	89	172	8,9				12/4/25	9:47	1,30	
2,0	2,54	110	213	11,0		70,31	15,6%	13/4/25	9:50	1,31	
2,5	3,17	118	228	11,8				14/4/25	9:49	1,31	0,27%
3,0	3,81	128	247	12,8				RESUMO DO ENSAIO			
3,5	4,44	136	263	13,6							
4,0	5,08	143	276	14,3		105,46	13,6%				
5,0	6,35	151	292	15,1							
6,0	7,62	158	305	15,8		131,58	12,0%				
7,0	8,89	165	319	16,5							
8,0	10,16	169	327	16,9		161,71	10,5%				
9,0	11,43	175	338	17,5							
10,0	12,70	180	348	18,0		182,80	9,8%				
								EXPANSÃO EM DIAS (%): 0,27%			
								ABSORÇÃO (%): 30,8%			
								M. ESP. SOLO SECO (g/cm³): 1,492			
								I.S.C. (%): 15,6%			



03
EMPRESA: ROBERTO SOARES ROCHA
ENDEREÇO: RUA JK DE OLIVEIRA, JARDIM BOTANICO, SÃO MIGUEL DO IGUAÇU-PR
CONTATO: (45) 3525-2064

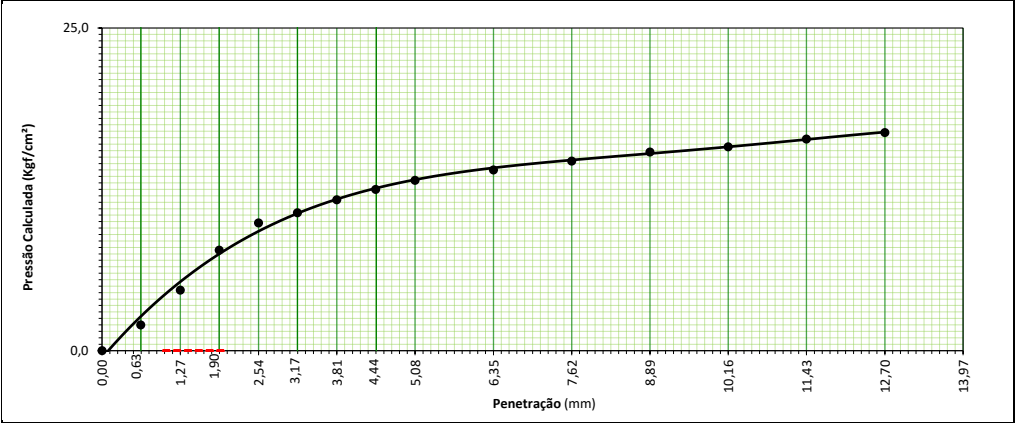
	SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE		RESPONSÁVEL		
			LABORATÓRIO OBRA		
PROCESSO:		IDENTIFICAÇÃO	REV.	CONTRATO	Pag. nº
DETERMINAÇÃO DE I.S.C E EXPANSÃO - DNIT		ARGILA AVERMELHADA MISTA		138/2024	4/4

I.S.C (ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA) - DNIT 172/2016 - ME

RODOVIA:	INTERESSADO:	OBRA:	Data Inicial:
Estrada rural linha Gaúcha	Pref. Mun. de Capanema - PR	Linha Gaúcha	10/04/2025
SEGUIMENTO:	AMOSTRA:	LADO:	Data Final:
P 01 à P 03	03	LD	14/04/2025

Cápsula Nº:		Cilindro nº:	1
Tara da Cápsula + Solo + Água (g):		Peso do Cil. + Solo + Água (g):	9.462
Peso do Solo Seco + Cápsula (g):		Tara do cilindro (g):	5.465
Tara da Cápsula (g):		Peso do Solo + Água (g):	3.997
Peso da Água (g):		Volume do cilindro (cm³):	2.071
Peso do Solo Seco (g):		M. Esp. do Solo Úmido (g/cm³):	1,930
Umidade (%):	26,6%	Altura Inicial (mm):	114,82
Fator de Correção:	0,7896	Enc. Compact. Aasho (Proctor):	NORMAL
Massa Específica do Solo Seco (g/cm³):	1,524	Camadas (nº):	5
(Após 96 h) Peso do Cil.+Solo+Água (g):	10322	Golpes/Camada (nº)	12
Absorção (%)	21,52%	Soquete Grande Peso (Kg):	4,536
		Disco espaçador (Pol):	2 ½

Ensaio de Penetração (Constante CBR) 0,100								Ensaio de Expansão			
Tempo (Min.)	Penetração (mm)	Leitura (mm)	Carga (Kgf)	Pressão Calculada (Kgf/cm²)	Pressão Corrigida (Kgf/cm²)	Pressão Padrão (Kgf/cm²)	ISC (%)	Data	Hora	Leitura (mm)	Expansão (%)
0,5	0,63	20	39	2,0				10/04/25	9:46	1,00	
1,0	1,27	47	91	4,7				11/4/25	9:48	1,21	
1,5	1,90	78	151	7,8				12/4/25	9:47	1,22	
2,0	2,54	99	191	9,9		70,31	14,1%	13/4/25	9:51	1,23	
2,5	3,17	107	207	10,7				14/4/25	9:49	1,23	0,20%
3,0	3,81	117	226	11,7				RESUMO DO ENSAIO			
3,5	4,44	125	242	12,5							
4,0	5,08	132	255	13,2		105,46	12,5%				
5,0	6,35	140	271	14,0							
6,0	7,62	147	284	14,7		131,58	11,2%				
7,0	8,89	154	298	15,4							
8,0	10,16	158	305	15,8		161,71	9,8%				
9,0	11,43	164	317	16,4							
10,0	12,70	169	327	16,9		182,80	9,2%				
								EXPANSÃO EM DIAS (%):		0,20%	
								ABSORÇÃO (%):		21,5%	
								M. ESP. SOLO SECO (g/cm³):		1,524	
								I.S.C. (%):		14,1%	



EMPRESA: ROBERTO SOARES ROCHA
ENDEREÇO: RUA JK DE OLIVEIRA, JARDIM BOTANICO, SÃO MIGUEL DO IGUAÇU-PR
CONTATO: (45) 3525-2064

RESPONSÁVEL:

LABORATÓRIO OBRA

PROCESSO:

IDENTIFICAÇÃO

REV.

DATA

Pag. n°

QUADRO DE RESUMO DOS ENSAIOS INTERNOS DE LABORATÓRIO

ARGILA AVERMELHADA MISTA

1/1

RESUMO DOS ENSAIOS

UL/RESPONSÁVEL:

INTERESSADO:

Nº CONTRATO:

SEGUIMIENTO:

Capanema - Pr

Pref. Mun. de Capanema - PR

138-2024

P 01 à P 03

EXTENSÃO:

RODOVIA:

TRECHO:

SUB TRECHO:

Km

Estrada rural linha Gaúcha

Linha Gaúcha

[illegible]

Documento assinado digitalmente

GUSTAVO COUTO

Laboratorista

gov.br

GUIDO JACO STEFFENS


Data: 15/04/2025 07:58:36-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

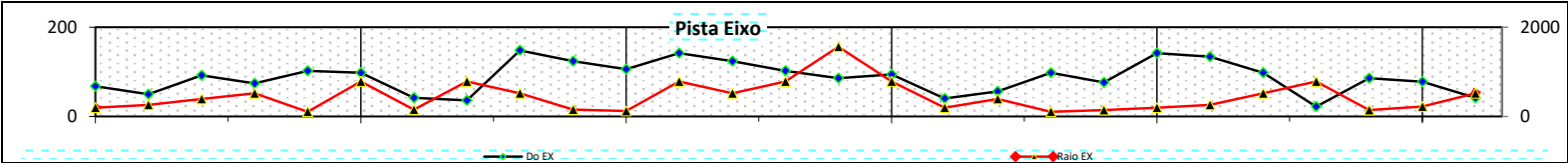
EMPRESA: ROBERTO SOARES ROCHA

ENDERECO: RUA JK DE OLIVEIRA, JARDIM BOTANICO, SÃO MIGUEL DO IGUAÇU-PR

CONTATO: (45) 3525-2064

<div><div><div>RR CONSULTORIA DE OBRAS E RODOVIAS</div></div><div><div>SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE</div></div></div>		RESPONSÁVEL: LABORATÓRIO DA OBRA				
PROCESSO:		IDENTIFICAÇÃO		REV.	DATA	Pag. nº
RESULTADOS DAS DEFLEXÕES - VIGA BENKELMAN		1ª MEDIÇÃO			07/04/2025	1/1
INTERESSADO:	TRECHO:	SUB TRECHO:		OBRA:	O.S / CONTRATO :Nº	
PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA	ESTRADA RURAL DA LINHA GAÚCHA	CAPANEMA		ESTRADA RURAL DA LINHA GAÚCHA	138/2024	
UL:	INTERVALO ANALISADO:	Constante (k): D _o	Constante (k): Raio	PAVIMENTO :	ESPECIFICAÇÕES - NORMA (Nº) :	
CAPANEMA - PR	Da Estaca KM: 0 a 1620	2,000	2,000	CALÇAMENTO POLIÉDRICO	DNER 024/94 - ME	

LOCALIZAÇÃO DOS ENSAIOS																		
Período	Estaca / KM	LD				Raio de curvatura (m)	Estaca KM	EIXO				Raio de curvatura (m)	Estaca KM	LE				Raio de curvatura (m)
		L _o	L25	Lf	D _o			L _o	L25	Lf	D _o			L _o	L25	Lf	D _o	
abril-25	20	500	487	455	90	120	40	500	492	466	68	195	60	500	492	486	28	195
abril-25	80	500	496	462	76	391	100	500	494	475	50	260	120	500	494	486	28	260
abril-25	140	500	486	480	40	112	160	500	496	454	92	391	180	500	496	485	30	391
abril-25	200	500	497	445	110	521	220	500	497	463	74	521	240	500	485	482	36	104
abril-25	260	500	496	469	62	391	280	500	485	449	102	104	300	500	497	479	42	521
abril-25	320	500	496	485	30	391	340	500	498	451	98	781	360	500	488	484	32	130
abril-25	380	500	495	472	56	313	400	500	490	479	42	156	420	500	498	489	22	781
abril-25	440	500	496	436	128	391	460	500	498	482	36	781	480	500	485	483	34	104
abril-25	500	500	497	428	144	521	520	500	497	426	148	521	540	500	497	476	48	521
abril-25	560	500	498	439	122	781	580	500	490	438	124	156	600	500	485	476	48	104
abril-25	620	500	489	442	116	142	640	500	487	447	106	120	660	500	489	475	50	142
abril-25	680	500	486	456	88	112	700	500	498	429	142	781	720	500	498	482	36	781
abril-25	740	500	493	443	114	223	760	500	497	438	124	521	780	500	486	443	114	112
abril-25	800	500	495	478	44	313	820	500	498	449	102	781	840	500	498	475	50	781
abril-25	860	500	497	485	30	521	880	500	499	457	86	1563	900	500	488	432	136	130
abril-25	920	500	485	452	96	104	940	500	498	453	94	781	960	500	487	435	130	120
abril-25	980	500	489	450	100	142	1000	500	492	480	40	195	1020	500	485	448	104	104
abril-25	1040	500	498	430	140	781	1060	500	496	472	56	391	1080	500	489	432	136	142
abril-25	1100	500	497	439	122	521	1120	500	485	451	98	104	1140	500	485	445	110	104
abril-25	1160	500	498	457	86	781	1180	500	489	462	76	142	1200	500	488	429	142	130
abril-25	1220	500	485	466	68	104	1240	500	492	429	142	195	1260	500	485	472	56	104
abril-25	1280	500	496	471	58	391	1300	500	494	433	134	260	1320	500	492	433	134	195
abril-25	1340	500	498	476	48	781	1360	500	497	451	98	521	1380	500	490	452	96	156
abril-25	1400	500	497	478	44	521	1420	500	498	489	22	781	1440	500	496	488	24	391
abril-25	1460	500	498	480	40	781	1480	500	489	457	86	142	1500	500	494	479	42	260
abril-25	1520	500	486	452	96	112	1540	500	493	461	78	223	1560	500	485	479	42	104
abril-25	1580	500	498	467	66	781	1600	500	497	479	42	521	1620	500	497	479	42	521





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Página 1/1

ART de Obra ou Serviço
1720252154693

1. Responsável Técnico

GUIDO JACÓ STEFFENS

Título profissional:

ENGENHEIRO CIVIL

Empresa Contratada: **ROBERTO SOARES ROCHA**

RNP: **1702899861**

Carteira: **PR-14655/D**

Registro/Visto: **84863**

2. Dados do Contrato

Contratante: **MUNICIPIO DE CAPANEMA**

CNPJ: **75.972.760/0001-60**

RUA PARIGOT DE SOUZA, 1080

PAÇO MUNICIPAL CENTRO - CAPANEMA/PR 85760-000

Contrato: 138/2024

Celebrado em: 15/04/2025

Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

RUA PARIGOT DE SOUZA, 1080

PAÇO MUNICIPAL CENTRO - CAPANEMA/PR 85760-000

Data de Início: 15/04/2025

Previsão de término: 30/04/2025

Coordenadas Geográficas: -25,67017 x -53,809066

Proprietário: **MUNICIPIO DE CAPANEMA**

CNPJ: **75.972.760/0001-60**

4. Atividade Técnica

Quantidade

Unidade

[Laudo] de ensaio físico de solos

1,00

UNID

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

forn. ensaio de CBR, determinação de deflexão de pavimento pedra irregular (viga de benkelman) -linha gaucha

7. Assinaturas

Documento assinado eletronicamente por GUIDO JACÓ STEFFENS, registro Crea-PR PR-14655/D, na área restrita do profissional com uso de login e senha, na data 15/04/2025 e hora 13h14.

MUNICIPIO DE CAPANEMA - CNPJ: 75.972.760/0001-60

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confex.org.br

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br

Central de atendimento: 0800 041 0067



CREA-PR
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Paraná

Valor da ART: R\$ 103,03

Registrada em : 15/04/2025

Valor Pago: R\$ 103,03





Município de Capanema – PR

Departamento de Engenharia

Dimensionamento de Recuperação Asfáltica **RECAP ASFÁLTICO – Método do** **DNER(Avaliação Estrutural dos Pavimentos** **Flexíveis – DNER-PRO 011/79**

1 – Estrada Vicinal Linha Gaúcha – Cidade até a Comunidade

FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA:

O presente dimensionamento segue as orientações das especificações do DNER Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis – DNER – PRO 011/79 e o ensaio de viga Benkelman atendendo as normas DNER-ME 24/94 – Pavimento – Determinação das Flexões pela viga Benkelman, DNER -PRO 174/94 Aferição de viga de Benkelman e DNER 061/94.

CÁLCULO DO N

Para estabelecimento do parâmetro “N” (número de operações do eixo padrão de 80 KN), representativo das características de tráfego, são estudados os seguintes tópicos:

▷ Estimativa das percentagens mais prováveis de cada tipo de veículo de carga na composição da frota. Isso é efetuado levando-se em conta a função preponderante de cada classe de via.

▷ Carregamento provável de acordo com cada classe de via. Constata-se que, em viagens curtas e principalmente nas zonas urbanas, a

Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – 85760-000
Fone:46-3552-1321 – Fax:46-3552-1122
rubensengenharia@capanema.pr.gov.br



Município de Capanema – PR

Departamento de Engenharia

percentagem de veículos circulado com carga abaixo do limite e mesmo “vazios” é elevada

Para o cálculo do fator de equivalência de cada tipo de veículo, necessário à determinação do número “N” (considerando seus carregamentos), são utilizados os estudos realizados para a determinação dos fatores de equivalência, e que constam de:

▷ Estabelecimentos de modelos matemáticos, relacionado a carga útil às cargas resultantes nos eixos dos veículos. Foram obtidos a partir dos dados básicos de cada tipo de veículo (tara, número de eixo, limites máximos de carga por eixo, etc.) e confrontados com modelos obtidos por regressão linear de alguns levantamentos estatísticos. A utilização desses modelos conduz à determinação dos fatores de equivalência correspondentes a:

105% da carga útil máxima

100% da carga útil máxima

75% da carga útil máxima

▷ Estabelecimento de percentuais dos carregamentos para os tipos de veículos comerciais componentes da frota, de acordo com as características de cada classe de via, sendo calculados os fatores de equivalência final e determinado o número “N” na Tabela 1, que segue abaixo.

A reavaliação dos trabalhos deverá ser feita a cada 5 anos, isto é, reavaliação dos percentuais dos carregamentos para os tipos de componentes da frota.

Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – 85760-000
Fone:46-3552-1321 – Fax:46-3552-1122
rubensengenharia@capanema.pr.gov.br



Município de Capanema – PR

Departamento de Engenharia

A classificação do tipo de tráfego da via deverá preceder dos métodos de dimensionamentos adotados pela Prefeitura Municipal de Capanema. Essa classificação permite a adequada utilização desses métodos e estimativa de solicitações de veículos a que a via estará submetida em seu período de vida útil.

Na presente classificação foi considerada a carga máxima legal no Brasil, que é de 10 toneladas por eixo simples de rodagem dupla (100 KN/ESRD).

O tráfego e as cargas solicitantes na via a ser pavimentada deverão ser caracterizadas de forma a instruir a aplicação dos métodos adotados. O parâmetro “N” constitui o valor final representativo dos esforços transmitidos à estrutura, na interface pneu/pavimento, por um eixo traseiro simples, de rodagem dupla, com 80 KN, conforme o método para dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNER.

A previsão do valor final de “N” deve tomar como base contagens classificatórias, para utilização dos tipos de tráfego abaixo relacionados. Quando houver disponibilidade de dados de pesagens de eixos, com a respectiva caracterização por tipos, o cálculo do valor final de “N” deverá seguir integralmente as recomendações e instruções do método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT – 1996.

As vias urbanas a serem pavimentadas serão classificadas, para fins de dimensionamento de pavimentos, de acordo com o tráfego previsto as mesmas, nos seguintes tipos:

TRÁFEGO LEVE - Ruas de características essencialmente residências, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente

Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – 85760-000
Fone:46-3552-1321 – Fax:46-3552-1122
rubensengenharia@capanema.pr.gov.br



Município de Capanema – PR

Departamento de Engenharia

passagens de caminhões e ônibus em número não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizando por um número “N “**típico de 10^5** solicitações do eixo simples padrão (80 KN) para o período de projeto de 10 anos.

TRÁFEGO MÉDIO – Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número “N “**típico de 5×10^5** solicitações do eixo simples padrão (80 KM) para o período de 10 anos.

TRÁFEGO MEIO PESADO – Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 101 a 300 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número “N “**típico de 2×10^6** solicitações do eixo simples padrão (80 KM) para o período de 10 anos.

TRÁFEGO PESADO – Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 301 a 1.000 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número “N “**típico de 2×10^7** solicitações do eixo simples padrão (80 KM) para o período de 10 anos a 12 anos.

TRÁFEGO MUITO PESADO – Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 1.001 a 2.000 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número “N “**típico de 5×10^7** solicitações do eixo simples padrão (80 KM) para o período de 12 anos.

FAIXA EXCLUSIVA DE ÔNIBUS – Vias para as quais é prevista, quase que exclusivamente, a passagem de ônibus e veículos comerciais (em número reduzido, caracterizando por número “N “**de 5×10^7** solicitações do eixo simples padrão (80 KM) para o período de 12 anos.

Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – 85760-000
Fone:46-3552-1321 – Fax:46-3552-1122
rubensengenharia@capanema.pr.gov.br



Município de Capanema – PR

Departamento de Engenharia

Segue abaixo a tabela 01, resumo com os principais parâmetros adotados para a classificação das vias da Prefeitura de Capanema.

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente / Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	Caminhão/Ônibus			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	10^5
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ a $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	2×10^6
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	2×10^7
	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	5×10^7
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		$3 \times 10^{6(1)}$	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5×10^7	5×10^7

Tabela 01



Município de Capanema – PR

Departamento de Engenharia

N = valor obtido com uma taxa de crescimento de 5% ao ano, durante o período de projeto.

Notas:

(1) Majorado em função do tráfego (excesso de frenagem e partidas)

(2) Números de solicitações adotadas:

$$N = 365 \times 10 \times V_o \times 1,25 \times e = 4560.V_o.e$$

$$N = 365 \times 12 \times V_o \times 1,30 \times e = 5690.V_o.e$$

Considerando somente o volume de caminhões e ônibus e taxa de crescimento de 5% a.a.

(3) Equivalente expresso em n^0 de solicitações do eixo padrão de 82 kN (equivalência do DNIT).

(4) O período de projeto adotado é de 10 anos, em função da duração máxima da camada asfáltica de revestimento (oxidação de ligante), sendo o período recomendado pelo método de dimensionamento do DER/SP (667122), DNIT, e embasado no método da AASHTO.

(5) Para o tráfego muito pesado e corredores de ônibus adotou-se o período de 12 anos, em função de apresentar estruturas robustas e criteriosamente dimensionadas, levando-se em conta estudos mecanicistas das camadas do pavimento, bem como em alguns casos a adoção de estruturas cimentadas.

Para a determinação do valor de “ N ”, utilizando a tabela 01 observamos que a Estrada Vicinal Linha Gaúcha (objeto do dimensionamento) é uma via local com trânsito leve, portanto seu valor é de **$N = 10^5$** .

RECUPERAÇÃO ASFÁLTICA

Por questões de ordem técnico econômica os pavimentos, em geral, são dimensionados para atender ciclos de vida entre 5 e 15 anos, sendo que para cada dimensionamento de restauração deve-se considerar o valor estrutural residual do pavimento remanescente e o tráfego previsto para o novo ciclo.

A Estrada Vicinal Linha Gaúcha foi pavimentada na década de 90, ou seja, considerando a idade do pavimento e o insuficiente recurso aplicado na manutenção/restauração durante o período, conclui-se que o pavimento em questão já superou a vida útil de projeto para o qual foi executado.



Município de Capanema – PR

Departamento de Engenharia

O presente projeto visa apresentar um diagnostico da patologia, ou seja, apresentar identificar e quantificar deteriorações existentes, bem como apresentar a melhor solução técnica de restauração do pavimento.

O Gráfico abaixo apresenta o desempenho do pavimento ao longo do ciclo de vida.

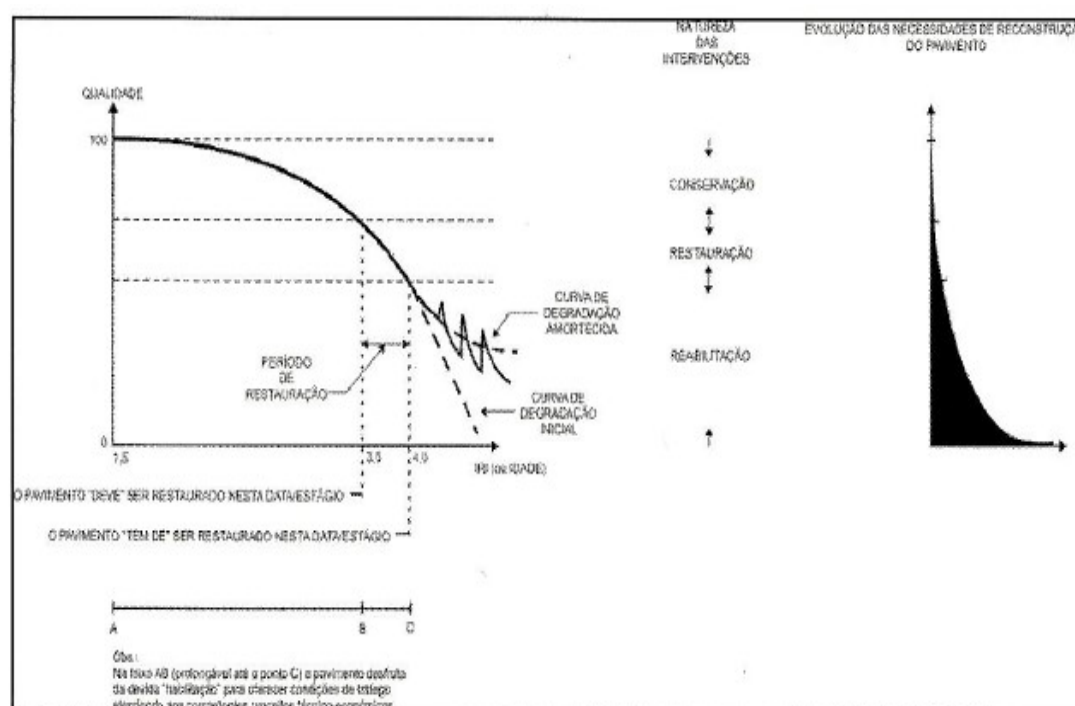


Figura 1 – Curva de Degradação do Pavimento

Em análise visual, pode-se verificar que as patologias existentes na Estrada Vicinal Linha Gaúcha são em geral, fendas, afundamentos na pavimentação poliédrica existente, que ocorreram por fadiga do poliédrico, pela penetração de águas nas camadas de base.



Município de Capanema – PR
Departamento de Engenharia

A avaliação estrutural é realizada para se conhecer as características das várias camadas que compõem o pavimento, quanto a sua resistência e deformabilidade sob a ação do tráfego, que são funções das propriedades dos materiais e das espessuras das camadas.

Isto posto deve-se iniciar a avaliação estrutural do pavimento que foi executada através da medição das deflexões com viga Benkelman que são ensaios não destrutivos que avaliam a deflexão máxima na superfície do revestimento.

O ensaio de viga de Benkelman foi efetuado atendendo as normas DNER – ME 24/94-Pavimento – Determinação das deflexões pela viga de Benkelman, DNER -PRO 175/94 – Aferição de viga de Benkelman e DNER – ME 061/94 – Pavimento – Delineamento da linha de influência longitudinal da bacia de deformação por intermédio da viga de Benkelman. Abaixo segue o levantamento Deflectométrico através do ensaio da viga para o trecho da Estrada Vicinal Linha Gaúcha - Cidade até a Comunidade no bairro Santo Expedito.


Segue abaixo a figura 02 com o resumo dos resultados obtidos do ensaio:

Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – 85760-000
Fone:46-3552-1321 – Fax:46-3552-1122
rubensengenharia@capanema.pr.gov.br



Município de Capanema – PR

Departamento de Engenharia

		SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE				RESPONSÁVEL:									
PROCESSO:						IDENTIFICAÇÃO		REV.		DATA		Pag. nº			
RESULTADOS DAS DEFLEXÕES - VIGA BENKELMAN						1ª MEDIÇÃO				07/04/2025		1/1			
INTERESSADO:		TRECHO:				SUB TRECHO:				OBRA:		O.S. / CONTRATO :Nº			
PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA		ESTRADA RURAL DA LINHA GAÚCHA				CAPANEMA				ESTRADA RURAL DA LINHA GAÚCHA		138/2024			
UL:		INTERVALO ANALISADO:				Constante (k): D ₀		Constante (k): Raio		PAVIMENTO :		ESPECIFICAÇÕES - NORMA (Nº) :			
CAPANEMA - PR		Da Estaca KM: 0 a 1620				2,000		2,000		CALÇAMENTO POLIÉDRICO		DNER 024/94 - ME			

LOCALIZAÇÃO DOS ENSAIOS																		
Período	Estaca / KM	LD				Raio de curvatura (m)	Estaca KM	EIXO				Raio de curvatura (m)	Estaca KM	LE				Raio de curvatura (m)
		L ₀	L25	Lf	D ₀			L ₀	L25	Lf	D ₀			L ₀	L25	Lf	D ₀	
abril-25	20	500	487	455	90	120	40	500	492	466	68	195	60	500	492	486	28	195
abril-25	80	500	496	462	76	391	100	500	494	475	50	260	120	500	494	486	28	260
abril-25	140	500	486	480	40	112	160	500	496	454	92	391	180	500	496	485	30	391
abril-25	200	500	497	445	110	521	220	500	497	463	74	521	240	500	485	482	36	104
abril-25	260	500	496	469	62	391	280	500	485	449	102	104	300	500	497	479	42	521
abril-25	320	500	496	485	30	391	340	500	498	451	98	781	360	500	488	484	32	130
abril-25	380	500	495	472	56	313	400	500	490	479	42	156	420	500	498	489	22	781
abril-25	440	500	496	436	128	391	460	500	498	482	36	781	480	500	485	483	34	104
abril-25	500	500	497	428	144	521	520	500	497	426	148	521	540	500	497	476	48	521
abril-25	560	500	498	439	122	781	580	500	490	438	124	156	600	500	485	476	48	104
abril-25	620	500	489	442	116	142	640	500	487	447	106	120	660	500	489	475	50	142
abril-25	680	500	486	456	88	112	700	500	498	429	142	781	720	500	498	482	36	781
abril-25	740	500	493	443	114	223	760	500	497	438	124	521	780	500	486	443	114	112
abril-25	800	500	495	478	44	313	820	500	498	449	102	781	840	500	498	475	50	781
abril-25	860	500	497	485	30	521	880	500	499	457	86	1563	900	500	488	432	136	130
abril-25	920	500	485	452	96	104	940	500	498	453	94	781	960	500	487	435	130	120
abril-25	980	500	489	450	100	142	1000	500	492	480	40	195	1020	500	485	448	104	104
abril-25	1040	500	498	430	140	781	1060	500	496	472	56	391	1080	500	489	432	136	142
abril-25	1100	500	497	439	122	521	1120	500	485	451	98	104	1140	500	485	445	110	104
abril-25	1160	500	498	457	86	781	1180	500	489	462	76	142	1200	500	488	429	142	130
abril-25	1220	500	485	466	68	104	1240	500	492	429	142	195	1260	500	485	472	56	104
abril-25	1280	500	496	471	58	391	1300	500	494	433	134	260	1320	500	492	433	134	195
abril-25	1340	500	498	476	48	781	1360	500	497	451	98	521	1380	500	490	452	96	156
abril-25	1400	500	497	478	44	521	1420	500	498	489	22	781	1440	500	496	488	24	391
abril-25	1460	500	498	480	40	781	1480	500	489	457	86	142	1500	500	494	479	42	260
abril-25	1520	500	486	452	96	112	1540	500	493	461	78	223	1560	500	485	479	42	104
abril-25	1580	500	498	467	66	781	1600	500	497	479	42	521	1620	500	497	479	42	521

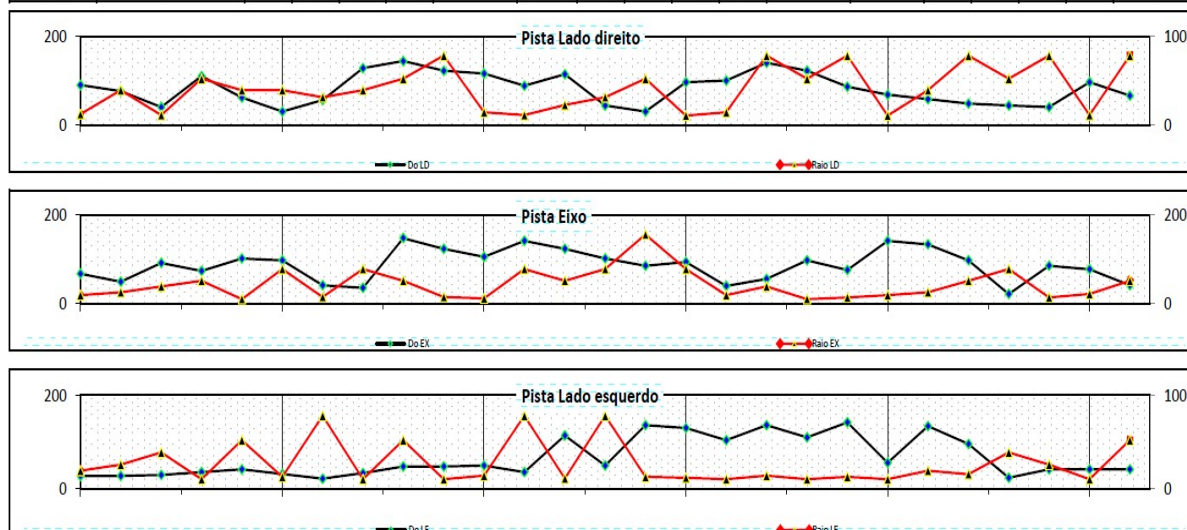


Figura 2 – Resultado do Ensaio

Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – 85760-000
 Fone:46-3552-1321 – Fax:46-3552-1122
rubensengenharia@capanema.pr.gov.br



Município de Capanema – PR
Departamento de Engenharia

Sequência do Cálculo:

a) Calcula-se a média aritmética, D, dos valores individuais (Di)
sob a fórmula:

$$D = \frac{\sum D_i}{n}$$

Pontos	Deflexão Obtida	Pontos	Deflexão Obtida	Pontos	Deflexão Obtida	Pontos	Deflexão Obtida
1	90	2	68	3	28	4	76
5	50	6	28	7	40	8	92
9	30	10	110	11	74	12	36
13	62	14	102	15	42	16	30
17	98	18	32	19	56	20	42
21	22	22	128	23	36	24	34
25	144	26	148	27	48	28	122
29	124	30	48	31	116	32	106
33	50	34	112	35	142	36	36
37	114	38	124	39	114	40	44
41	102	42	50	43	30	44	86
45	136	46	96	47	94	48	130
49	100	50	40	51	104	52	140
53	56	54	136	55	122	56	98
57	110	58	85	59	76	60	142
61	68	62	142	63	56	64	58
65	134	66	134	67	48	68	98
69	96	70	44	71	22	72	24
73	40	74	86	75	42	76	96
77	78	78	42	79	66	80	42
81	42						
Totais	1746		1755		1357		1532
TOTAL DAS DEFLEXÕES:							6390
Cálculo D							
D=ΣDI/(N)	78,89						



Município de Capanema – PR

Departamento de Engenharia

b) Determina-se o valor do desvio padrão da amostra através da equação:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (D_i - D)^2}{n - 1}}$$

Pontos	$\sum(D_i - D)^2$	Pontos	$\sum(D_i - D)^2$	Pontos	$\sum(D_i - D)^2$	Pontos	$\sum(D_i - D)^2$
1	123,43	2	118,59	3	2.589,79	4	8,35
5	834,63	6	2.589,79	7	1.512,43	8	171,87
9	2.390,23	10	967,83	11	23,91	12	1.839,55
13	285,27	14	534,07	15	1.360,87	16	2.390,23
17	365,19	18	2.198,67	19	523,95	20	1.360,87
21	3.236,47	22	2.411,79	23	1.839,55	24	2.015,11
25	4.239,31	26	4.776,19	27	954,19	28	1.858,47
29	2.034,91	30	954,19	31	1.377,15	32	734,95
33	834,63	34	1.096,27	35	3.982,87	36	1.839,55
37	1.232,71	38	2.034,91	39	1.232,71	40	1.217,31
41	534,07	42	834,63	43	2.390,23	44	50,55
45	3.261,55	46	292,75	47	228,31	48	2.612,23
49	445,63	50	1.512,43	51	630,51	52	3.734,43
53	523,95	54	3.261,55	55	1.858,47	56	365,19
57	967,83	58	37,33	59	8,35	60	3.982,87
61	118,59	62	3.982,87	63	523,95	64	436,39
65	3.037,11	66	3.037,11	67	954,19	68	365,19
69	292,75	70	1.217,31	71	3.236,47	72	3.012,91
73	1.512,43	74	50,55	75	1.360,87	76	292,75
77	0,79	78	1.360,87	79	166,15	80	1.360,87
81	1.360,87						
Sub Totais	27.632,39		33.269,74		26.768,18		29.649,68
TOTAL GERAL							117.320,00

Cálculo do desvio Padrão:

 $\sum(D_i - D)^2 =$ 117.320,00 $\sum(D_i - D)^2 / (n - 1)$

117.320,00 / (81 - 1)

1.456,50

 $\sqrt{1.456,50}$

Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – 85760-000
 Fone:46-3552-1321 – Fax:46-3552-1122
rubensengenharia@capanema.pr.gov.br



Município de Capanema – PR

Departamento de Engenharia

Desvio padrão σ 38,29

c) Calcula-se o valor da deflexão característica que é feito através da equação

$$D_c = D + \sigma$$

Onde D é a média aritmética e σ é o desvio padrão da amostra

$$DC = 78,89 + 38,29$$

$$\mathbf{DC = 117,18}$$

d) Deflexão de projeto:

A época mais indicada para a realização das deflexões é após a estação das chuvas, quando o subleito está com o máximo de umidade. Como isto, porém, nem sempre é possível, costuma-se utilizar fatores de correção sazonal para as deflexões obtidas em qualquer época do ano, a fim de corrigí-las para a época mais desfavorável.

Estes fatores de correção sazonal (Fs) dependem de pesquisas regionais, quase inexistentes no Brasil, para serem aplicadas, desta maneira se utilizará os seguintes valores na tabela abaixo extraída da especificação DNER-PRO 011/79 Tabela II:



Município de Capanema – PR
Departamento de Engenharia

DNER-PRO 011/79
p. 09/16

TABELA II

Natureza do Subleito	Fator de Correção Sazonal - F_s	
	Estação Seca	Estação Chuvosa
Arenoso e Permeável	1,10 - 1,30	1,00
Argiloso e Sensível à Umidade	1,20 - 1,40	1,00

Figura 3 – fator Sazonal

A deflexão característica corrigida ou deflexão de Projeto (DP) é calculada através da fórmula abaixo.

$$D_p = D_c \times F_s$$

Como o terreno natural é argiloso e a favor da segurança estação seca o F_s adotado é de 1,40.

$$D_p = 117,18 \times 1,40$$

Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – 85760-000
Fone:46-3552-1321 – Fax:46-3552-1122
rubensengenharia@capanema.pr.gov.br



Município de Capanema – PR
Departamento de Engenharia

Dp = 164,05

e) Deflexão Admissível (Dam)

Para que não surjam trincas no revestimento é necessário manter a deflexão do pavimento abaixo de um determinado valor (Dam), denominado deflexão admissível.

O valor da deflexão admissível depende dos materiais constituintes do revestimento bem como do número N de solicitações de eixos equivalentes ao eixo padrão 8,2 Toneladas.

Para pavimentos flexíveis o valor da deflexão admissível (Dam) em 0,01 mm é dado pela seguinte equação correspondente as deflexões medidas com carga padrão de 8,2 Toneladas por eixo.

$$\text{Log Dam} = 3,01 - 0,176 \log N$$

Pode se calcular pela equação acima a Deflexão Admissível ou pelo ábaco da figura abaixo extraída da especificação do DNER 11-79 deflexão admissível para concreto betuminoso, onde o eixo X corresponde o N (número de operações de eixo padrão 8,2 Toneladas e o eixo y as Deflexões Admissíveis em 0,01 mm.



Município de Capanema – PR

Departamento de Engenharia

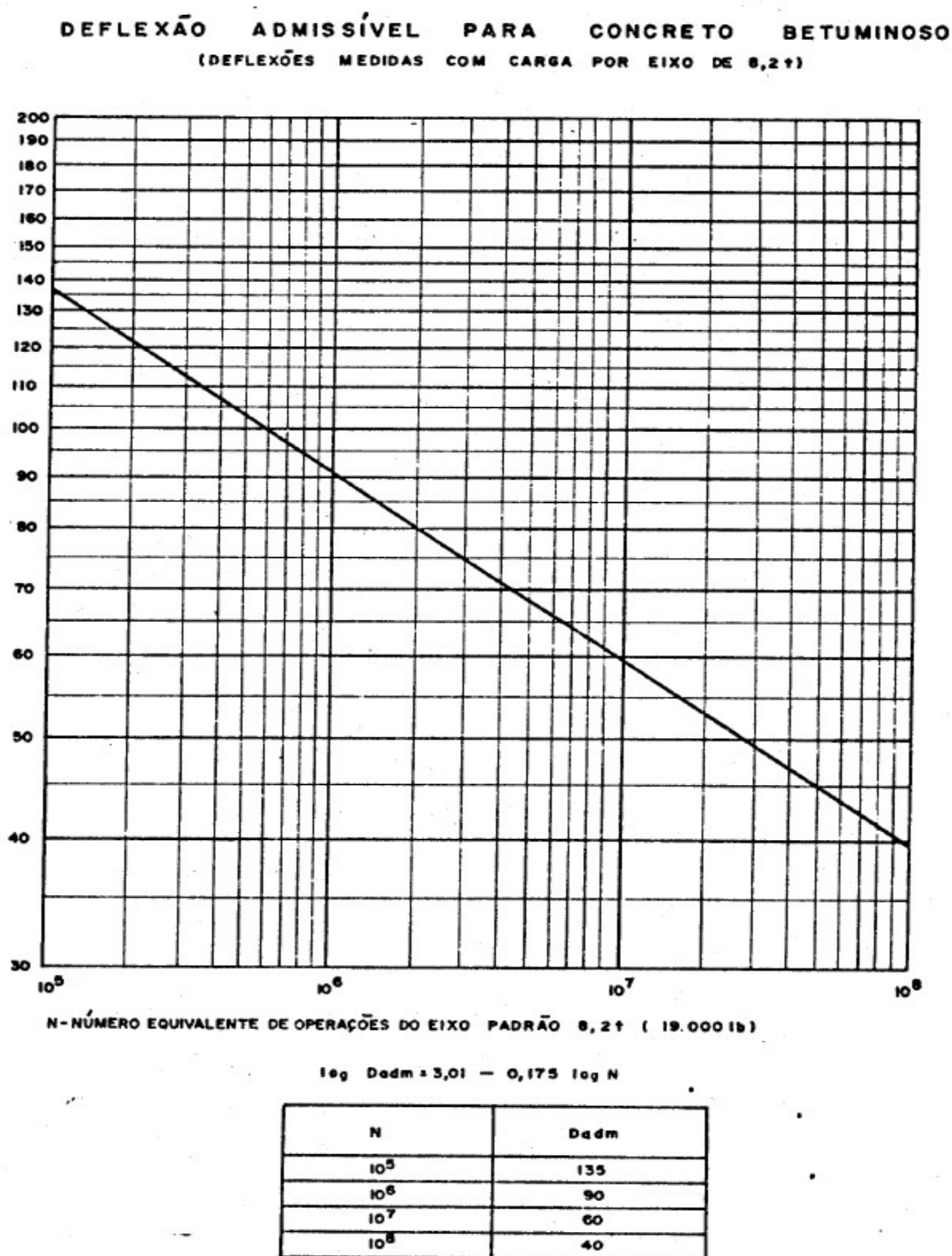


FIG. 4

Figura 4 – Tabela de deflexões admissíveis

Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – 85760-000
Fone: 46-3552-1321 – Fax: 46-3552-1122
rubensengenharia@capanema.pr.gov.br



Município de Capanema – PR
Departamento de Engenharia

Portanto com $N 10^5$

Dam = 135

Dando continuidade ao procedimento, serão analisadas as bacias deflectométricas com os dados de deflexão e com isso será possível avaliar o pavimento, se cabe ou não reforço ou um pavimento novo, a partir da tabela extraída da especificação DNER 11/79, que define critérios para estabelecimento de diretrizes de projeto.

Hipótese	Dados Deflectométricos Obtidos	Qualidade Estrutural	Necessidade de Estudos Complementares	Critério para Cálculo de Reforço	Medidas Corretivas
I	$D_p \leq D_{adm}$ $R \geq 100$	BOA	NÃO	-	Apenas correções de superfície
II	$D_p > D_{adm}$ $R \geq 100$	Se $D_p \leq 3$ D_{adm} REGULAR	NÃO	Deflectométrico	Reforço
		Se $D_p > 3$ D_{adm} MÁ	SIM	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou reconstrução
III	$D_p \leq D_{adm}$ $R < 100$	REGULAR PARA MÁ	SIM	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou reconstrução
IV	$D_p > D_{adm}$ $R < 100$	MÁ	SIM	Resistência	Reforço ou reconstrução
V	-	MÁ	SIM	Resistência	Reconstrução

Figura 5- Critérios de avaliação

Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – 85760-000
Fone:46-3552-1321 – Fax:46-3552-1122
rubensengenharia@capanema.pr.gov.br



Município de Capanema – PR
Departamento de Engenharia

No presente caso foi constatado o seguinte:

Hipótese	Dp > Dam?	R > 100?	Dp < 3 Dam ?	Qualidade Estrutural	Estudos Complementares	Critério	Medidas Corretivas
II	VERDADEIRO	VERDADEIRO	FALSO	REGULAR	NÃO	DEFLECTOMÉTRICO	REFORÇO

f) Dimensionamento do Reforço:

A espessura necessária de reforço do pavimento deve ser estimada através dos resultados do levantamento deflectométrico executado para a avaliação estrutural, pela equação abaixo:

$$h = K \cdot \log \frac{D_p}{D_{adm}}$$

Onde:

h = espessura do reforço do pavimento em centímetros;

DP = Deflexão de Projeto, em centésimo de milímetro;

Dam = Deflexão Admissível, em centésimo de milímetro;

K = fator de redução de deflexão, próprio do material usado no reforço, no nosso caso se considera o K = 40

$$h = 40 \times \log (164,05/135,00)$$

$$\mathbf{h = 3,48 \text{ cm}}$$

Resumo:



Município de Capanema – PR

Departamento de Engenharia

Sendo assim, haverá somente a limpeza da superfície, aplicação de base de brita graduada numa camada de 10 cm em substituição ao reperfilamento com CBUQ, aplicação de emulsão asfáltica RR-1C e CBUQ faixa C, taxa de CAP 5,3% (traço 4 - CAPA), com espessura de 4,00 cm.

CAPA	4,00 cm
------	---------

Capanema, 14 de maio de 2025

RUBENS LUIS
ROLANDO

SOUZA:51335883053

Assinado de forma digital
por RUBENS LUIS ROLANDO
SOUZA:51335883053
Dados: 2025.05.14 12:47:31
-03'00'

Rubens Luis Rolando Souza
Engenheiro Civil
CREA RS 88.296/D

Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – 85760-000
Fone:46-3552-1321 – Fax:46-3552-1122
rubensengenharia@capanema.pr.gov.br