

RELATÓRIO 96AG-02
APOIO ARQUITETURA E PROJETOS
SÃO JOSÉ DAS PALMEIRAS - PR

Setembro/2025



Sumário

1.	INTRODUÇÃO	3
2.	ENSAIOS REALIZADOS E NORMAS.....	3
3.	ENSAIO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR) - DNIT 172/2016 - ME	3
3.1	LOCALIZAÇÃO DAS COLETAS.....	4
3.2	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS	6
4.	REGISTRÓ FOTOGRÁFICO	15
5.	ESTUDO DE TRÁFEGO	16
5.1	LOCAL DO POSTO DE CONTAGEM	19
6.	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	19
6.1	ANÁLISE DOS MATERIAIS E DIMENSIONAMENTO.....	19
6.1	ESPECIFICAÇÃO DAS CAMADAS DO PAVIMENTO	22
6.2	SUB-LEITO	22
6.3	SUB-BASE.....	22
6.4	BASE.....	22
6.5	IMPRIMAÇÃO	22
6.6	PINTURA DE LIGAÇÃO.....	22
6.7	REVESTIMENTO BETUMINOSO - CBUQ.....	23
7.	DETALHE EM PERFIL	24

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório apresenta os parâmetros e resultados obtidos nos ensaios e dimensionamento do pavimento de São José das Palmeiras - PR, conforme mapa.

CONTRATANTE: Apoio Arquitetura e Projetos.

LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO: São José das Palmeiras - PR

2. ENSAIOS REALIZADOS E NORMAS

Para a realização do dimensionamento foram observadas as normas vigentes do DNER/DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes:

- DNIT 172/2016 – ME – Solos – Determinação do Índice de suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas – Método de Ensaio;
- IPR 719- Manual de Pavimentação;
- DNIT IPR 723 – Manual de Estudos de Tráfego.

3. ENSAIO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR) - DNIT 172/2016 - ME

Foram feitas as coletas de solo para a realização dos ensaios de CBR, e em laboratório as amostras de solo são passadas na peneira 4,8mm e secas ao ar. Em seguida são moldados os corpos de prova com energia de compactação normal e com diferentes teores de umidade para a determinação da massa específica aparente seca máxima. Estes corpos de prova são utilizados para os ensaios de expansão e penetração.

O ensaio de expansão consiste em deixar o corpo de prova submerso em água onde são medidas as variações de volume da amostra saturada durante quatro dias. Após os quatro dias, os corpos de prova são retirados da imersão e deixa-se escorrer a água por 15 minutos. Em seguida procede-se ao ensaio de penetração, que é realizado em prensa, aplicando uma carga de 45N e medindo a penetração do pistão no solo em

diferentes tempos. Estas leituras são utilizadas para o cálculo do Índice de Suporte California do solo.

A tabela resumo dos resultados dos ensaios de realizados são apresentados a seguir.

Amostra	Densidade Aparente Seca Máxima (g/cm ³)	Umidade Ótima (%)	I.S.C. (%)	Expansão (%)
96AG003COL	1,403	30,7	8,0	0,8
96AG004COL	1,544	28,6	8,7	0,1
96AG005COL	1,534	29,2	8,3	0,5
96AG006COL	1,556	29,1	8,0	0,5

3.1 Localização das Coletas

As coletas foram realizados conforme apresenta o mapa a seguir.



3.2 Apresentação dos resultados obtidos

Os resultados obtidos nos ensaios são demonstrados abaixo.

ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA DE SOLOS

Dados

Cliente:		Endereço do Cliente:		Energia:	
Apoio Arquitetura e Projetos Tecnicos LTDA		Rua Santo André, 2171 - JD São Cristóvão		Normal	
Identificação da Obra:		Localização da Obra:		Data Coleta:	
Estudo de tráfego e ensaios de pavimentação - PR 457		São José das Palmeiras - PR		21/08/2025	
Nº da Amostra:	Material:	Localização da Coleta:	Téc. Laboratório:	Data Ensaio:	
96AG003COL	Argila Vermelha	0	Pablo Henrique Damaceno	23/08/2025	

COMPACTAÇÃO

Cilindro nº	18	28	11
Água Adicionada(ml)	500	600	800
Cilindro+Solo Úmido(g)	8.694,0	8.770,0	7.500,0
Peso do Cilindro(g)	4.978	4.944	3.944
Peso do Solo Úmido(g)	3.716	3.826	3.556
Volume do Cilindro(cm³)	2.096	2.084	2.076
Dens. Apar. Úmida(g/cm³)	1,773	1,836	1,713

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula nº	Cápsula +Solo Úmido	Cápsula +Solo Seco	Peso da cápsula	Higro
57	118,59	102,56	17,53	18,90
37	111,82	96,92	17,85	18,80

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DE CADA PONTO DE COMPACTAÇÃO

Umidade Adotada(%)	28,85	30,85	34,85
Dens. Apar. Seca(g/cm³)	1,376	1,403	1,270

EXPANSÃO

Extensômetro nº	20		22		7		
Data	Hora	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)
23/08/25	0h	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00
24/08/25	24h						
25/08/25	48h						
26/08/25	72h						
27/08/25	96h	2,50	1,31	1,89	0,78	1,00	0,00

PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVAS

Prensa CBR:	Constante do Anel		0,0830					
tempo	penetração	Leitura	pressão	Leitura	pressão	Leitura	pressão	
min	(mm)	(0,001mm)	(kgf/cm²)	(0,001mm)	(kgf/cm²)	(0,001mm)	(kgf/cm²)	
0,5	0,64	18	1,5	16	1,3	10	0,8	
1	1,27	29	2,4	23	1,9	17	1,4	
1,5	1,91	35	2,9	50	4,1	21	1,7	
2	2,54	39	3,2	66	5,5	25	2,1	
3	3,81	45	3,7	71	5,9	30	2,5	
4	5,08	51	4,2	82	6,8	33	2,7	
6	7,62	62	5,1	99	8,2	41	3,4	
8	10,16							
10	12,70							
ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA	Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)	ISC (%)	
I.S.C. 0,1"	3,2	4,6	5,7	8,1	2,1	2,9		
I.S.C. 0,2"	4,2	4,0	7,2	6,8	2,7	2,6		

DENS. SECA MÁX. (g/cm³)= 1,403 UMID. ÓTIMA(%)= 30,7 I.S.C.(%)= 8,0 EXPANSÃO(%)= 0,8

Revisão: PLAN.13 - 00 - 04/07/2022

Observações:

Prensa CBR - PSM 5000 - Certificado de Calibração: 0186/23
 Balança AD3300 - Certificado de Calibração: 1M00177/24
 Estufa - Q317M-52 - Certificado de Calibração: 1T00012/22
 Extensômetro - Ns 53245 - Certificado de Calibração: S046874/2022
 Extensômetro - Ns 6910 - Kingtools - Certificado de Calibração: S046882/2022
 Extensômetro - Ns 94518 - Kingtools - Certificado de Calibração: S046870/2022
 SOQ - 01 - Soquete CBR

Procedimento: Norma DNIT 172/2016 ME - Solos - Determinação do Índice de Suporte Califórnia.

Amostragem: NORMA DNIT 108/2006 - ES - Terraplanagem - Aterros

Contratação: Resultado do ensaio é referente apenas a amostras ensaiada

Declaração: Relatório só deve ser reproduzido por inteiro e com aprovação do cliente.

Eng. Civil - Fernando Guth

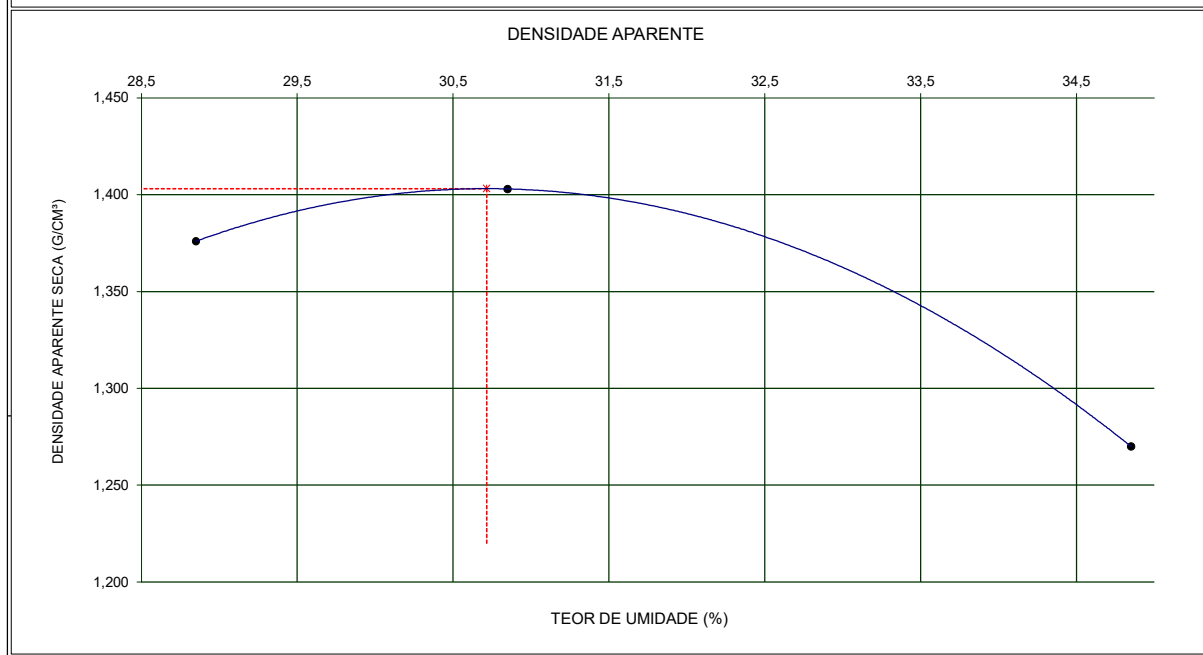
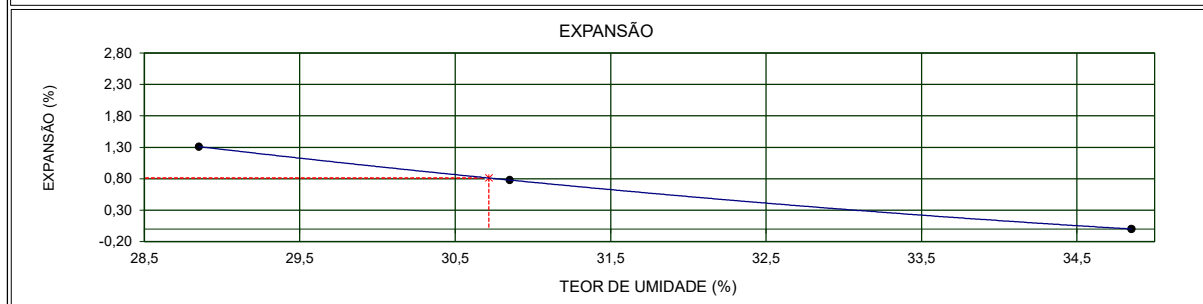
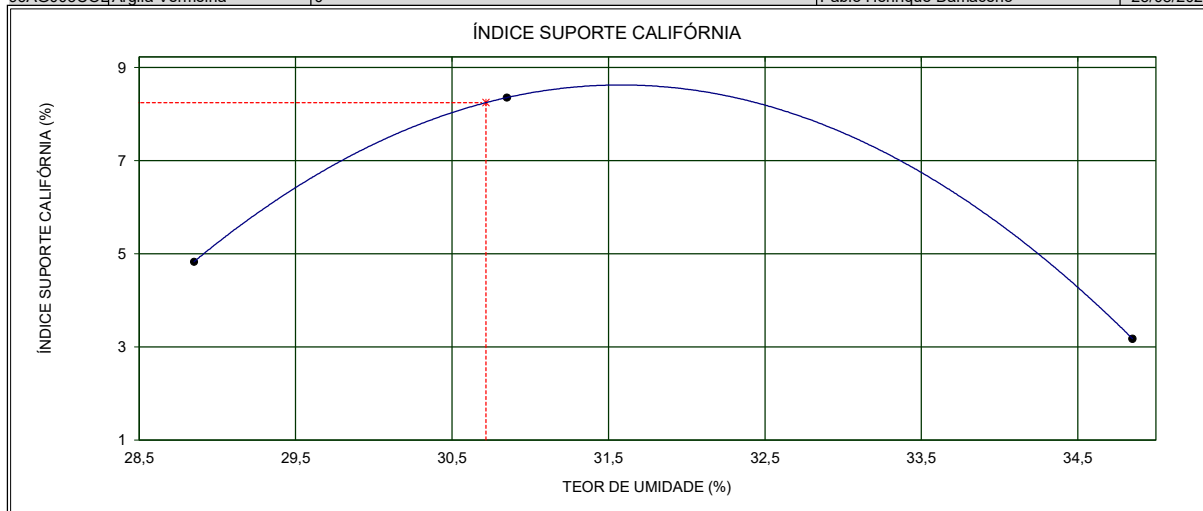
CREA - PR - 151025/D

Data de emissão: 03-09-2025

ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA DE SOLOS

Dados

Cliente:		Endereço do Cliente:		Energia:
Apoio Arquitetura e Projetos Tecnicos LTDA		Rua Santo André, 2171 - JD São Cristóvão		Normal
Identificação da Obra:		Localização da Obra:		Data Coleta:
Estudo de tráfego e ensaios de pavimentação - PR 457		São José das Palmeiras - PR		21/08/2025
Nº da Amostra:	Material:	Localização da Coleta:	Téc. Laboratório:	Data Ensaio:
96AG003COL	Argila Vermelha	0	Pablo Henrique Damaceno	23/08/2025



ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA DE SOLOS

Dados

Cliente:		Endereço do Cliente:		Energia:	
Apoio Arquitetura e Projetos Tecnicos LTDA		Rua Santo André,2171 - JD São Cristóvão		Normal	
Identificação da Obra:		Localização da Obra:		Data Coleta:	
Estudo de tráfego e ensaios de pavimentação - PR 457		São José das Palmeiras - PR		21/08/2025	
Nº da Amostra:	Material:	Localização da Coleta:	Téc. Laboratório:	Data Ensaio:	
96AG004COL	Argila Vermelha	0	João Augusto Malanchem	23/08/2025	

COMPACTAÇÃO

Cilindro nº	2	22	26
Água Adicionada(ml)	100	200	300
Cilindro+Solo Úmido(g)	8.887,0	9.021,0	9.004,0
Peso do Cilindro(g)	5.014	4.882	4.972
Peso do Solo Úmido(g)	3.873	4.139	4.032
Volume do Cilindro(cm³)	2.100	2.087	2.085
Dens. Apar. Úmida(g/cm³)	1,844	1,983	1,934

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula nº	Cápsula +Solo Úmido	Cápsula +Solo Seco	Peso da cápsula	Higro
8	107,54	89,37	16,35	24,90
24	100,16	83,79	15,59	24,00

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DE CADA PONTO DE COMPACTAÇÃO

Umidade Adotada(%)	26,45	28,45	30,45
Dens. Apar. Seca(g/cm³)	1,459	1,544	1,482

EXPANSÃO

Extensômetro nº	2		21		7		
Data	Hora	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)
23/08/25	0h	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00
24/08/25	24h						
25/08/25	48h						
26/08/25	72h						
27/08/25	96h	1,35	0,30	1,17	0,15	0,90	-0,09

PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVAS

Prensa CBR:	Constante do Anel		0,0830					
tempo	penetração	Leitura	pressão	Leitura	pressão	Leitura	pressão	
min	(mm)	(0,001mm)	(kgf/cm²)	(0,001mm)	(kgf/cm²)	(0,001mm)	(kgf/cm²)	
0,5	0,64	7	0,6	13	1,1	6	0,5	
1	1,27	13	1,1	27	2,2	13	1,1	
1,5	1,91	27	2,2	55	4,6	25	2,1	
2	2,54	31	2,6	66	5,5	29	2,4	
3	3,81	38	3,2	82	6,8	34	2,8	
4	5,08	46	3,8	93	7,7	40	3,3	
6	7,62	59	4,9	117	9,7	51	4,2	
8	10,16							
10	12,70							
INDICE SUPORTE CALIFÓRNIA	Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)	ISC (%)	
I.S.C. 0,1"	2,9	4,1	6,2	8,8	2,6	3,7	3,7	
I.S.C. 0,2"	4,1	3,9	8,2	7,8	3,5	3,3	3,3	

DENS. SECA MÁX. (g/cm³)= 1,544 UMID. ÓTIMA(%)= 28,6 I.S.C.(%)= 8,7 EXPANSÃO(%)= 0,1

Revisão: PLAN.13 - 00 - 04/07/2022

Observações:

Prensa CBR - PSM 5000 - Certificado de Calibração: 0186/23
 Balança AD3300 - Certificado de Calibração: 1M00177/24
 Estufa - Q317M-52 - Certificado de Calibração: 1T00012/22
 Extensômetro - Ns 52864 - Certificado de Calibração: S046878/2022
 Extensômetro - Ns 53013 - Certificado de Calibração: S046877/2022
 Extensômetro - Ns 94518 - Kingtools - Certificado de Calibração: S046870/2022
 SOQ - 01 - Soquete CBR

Procedimento: Norma DNIT 172/2016 ME - Solos - Determinação do Índice de Suporte Califórnia.

Amostragem: NORMA DNIT 108/2006 - ES - Terraplanagem - Aterros

Contratação: Resultado do ensaio é referente apenas a amostras ensaiada

Declaração: Relatório só deve ser reproduzido por inteiro e com aprovação do cliente.

Eng. Civil - Fernando Guth

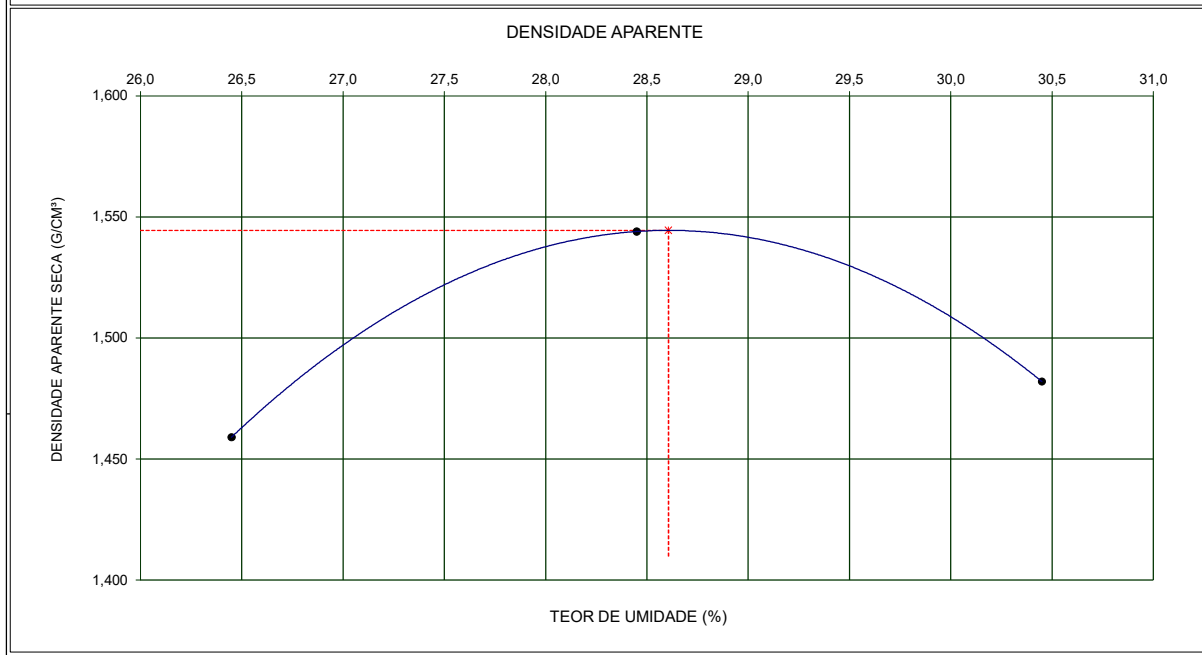
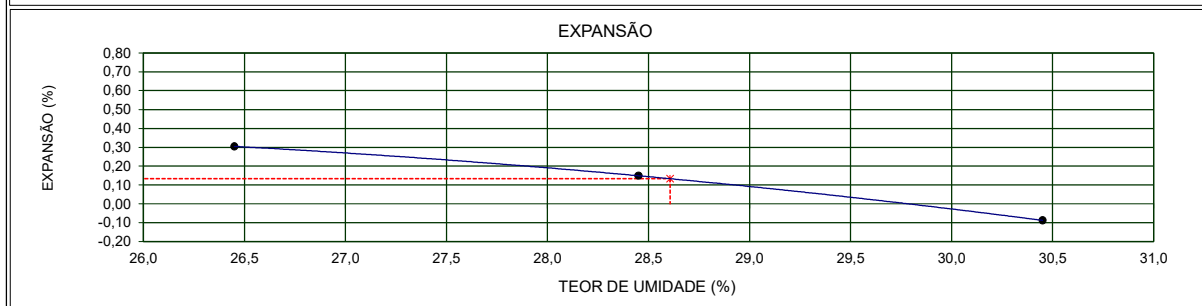
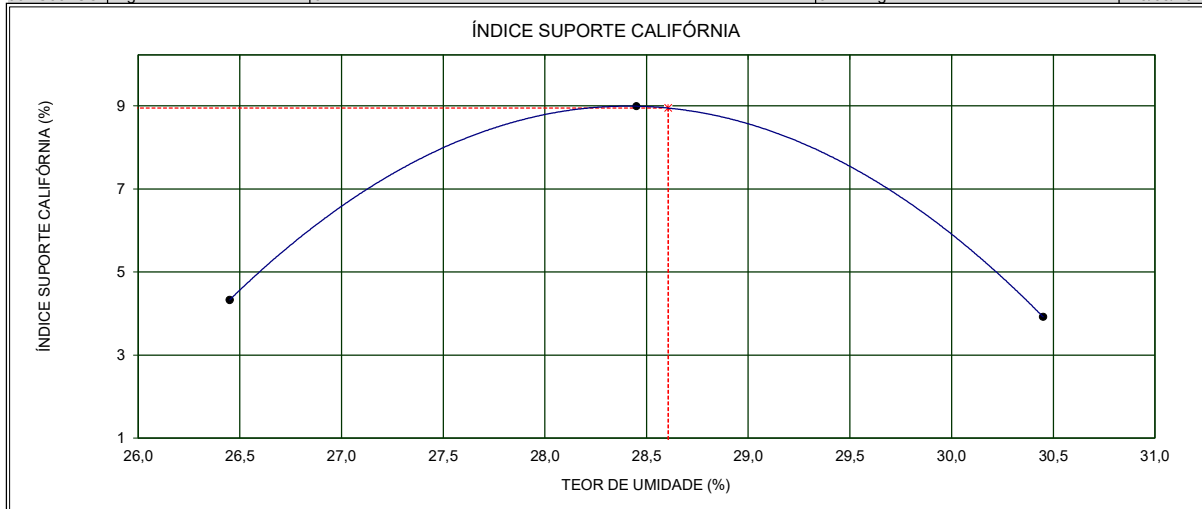
CREA - PR - 151025/D

Data de emissão: 03-09-2025

ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA DE SOLOS

Dados

Cliente:		Endereço do Cliente:		Energia:
Apoio Arquitetura e Projetos Tecnicos LTDA		Rua Santo André,2171 - JD São Cristóvão		Normal
Identificação da Obra:		Localização da Obra:		Data Coleta:
Estudo de tráfego e ensaios de pavimentação - PR 457		São José das Palmeiras - PR		21/08/2025
Nº da Amostra:	Material:	Localização da Coleta:	Téc. Laboratório:	Data Ensaio:
96AG004COL	Argila Vermelha	0	João Augusto Malanchem	23/08/2025



ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA DE SOLOS

Dados

Cliente:		Endereço do Cliente:		Energia:	
Apoio Arquitetura e Projetos Técnicos LTDA		Rua Santo André, 2171 - JD São Cristóvão		Normal	
Identificação da Obra:		Localização da Obra:		Data Coleta:	
Estudo de tráfego e ensaios de pavimentação - PR 457		São José das Palmeiras - PR		21/08/2025	
Nº da Amostra:	Material:	Localização da Coleta:	Téc. Laboratório:	Data Ensaio:	
96AG005COL	Argila Vermelha	0	João Augusto Malanchem	23/08/2025	

COMPACTAÇÃO

Cilindro nº	32	7	16
Água Adicionada(ml)	150	250	350
Cilindro+Solo Úmido(g)	8.630,0	9.026,0	8.870,0
Peso do Cilindro(g)	4.964	4.910	4.936
Peso do Solo Úmido(g)	3.666	4.116	3.934
Volume do Cilindro(cm³)	2.074	2.080	2.090
Dens. Apar. Úmida(g/cm³)	1,768	1,979	1,882

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula nº	Cápsula +Solo Úmido	Cápsula +Solo Seco	Peso da cápsula	Higro
6	110,01	92,31	17,95	23,80
97	98,73	82,68	16,68	24,30

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DE CADA PONTO DE COMPACTAÇÃO

Umidade Adotada(%)	27,05	29,05	31,05
Dens. Apar. Seca(g/cm³)	1,391	1,533	1,436

EXPANSÃO

Extensômetro nº		15		31		8	
Data	Hora	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)
23/08/25	0h	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00
24/08/25	24h						
25/08/25	48h						
26/08/25	72h						
27/08/25	96h	2,09	0,96	1,62	0,55	1,19	0,17

PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVAS

Prensa CBR:		Constante do Anel		0,0830			
tempo	penetração	Leitura	pressão	Leitura	pressão	Leitura	pressão
min	(mm)	(0,001mm)	(kgf/cm²)	(0,001mm)	(kgf/cm²)	(0,001mm)	(kgf/cm²)
0,5	0,64	7	0,6	13	1,1	7	0,6
1	1,27	13	1,1	26	2,2	15	1,2
1,5	1,91	23	1,9	55	4,6	29	2,4
2	2,54	29	2,4	63	5,2	33	2,7
3	3,81	35	2,9	76	6,3	37	3,1
4	5,08	40	3,3	92	7,6	47	3,9
6	7,62	48	4,0	105	8,7	52	4,3
8	10,16						
10	12,70						
ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA		Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)
I.S.C. 0,1"		2,6	3,7	5,8	8,3	2,9	4,1
I.S.C. 0,2"		3,4	3,3	7,9	7,5	4,0	3,8

DENS. SECA MÁX. (g/cm³)= 1,534 UMID. ÓTIMA(%)= 29,2 I.S.C.(%)= 8,3 EXPANSÃO(%)= 0,5

Revisão: PLAN.13 - 00 - 04/07/2022

Observações:

Prensa CBR - PSM 5000 - Certificado de Calibração: 0186/23
 Balança AD3300 - Certificado de Calibração: 1M00177/24
 Estufa - Q317M-52 - Certificado de Calibração: 1T00012/22
 Extensômetro - Ns 180786 - Certificado de Calibração: -
 Extensômetro - Ns 4C10854 - Digimess - Certificado de Calibração: S046866/2022
 Extensômetro - Ns 7185 - Kingtools - Certificado de Calibração: S046864/2022
 SOQ - 01 - Soquete CBR

Procedimento: Norma DNIT 172/2016 ME - Solos - Determinação do Índice de Suporte Califórnia.

Amostragem: NORMA DNIT 108/2006 - ES - Terraplanagem - Aterros

Contratação: Resultado do ensaio é referente apenas a amostras ensaiada

Declaração: Relatório só deve ser reproduzido por inteiro e com aprovação do cliente.

Eng. Civil - Fernando Guth

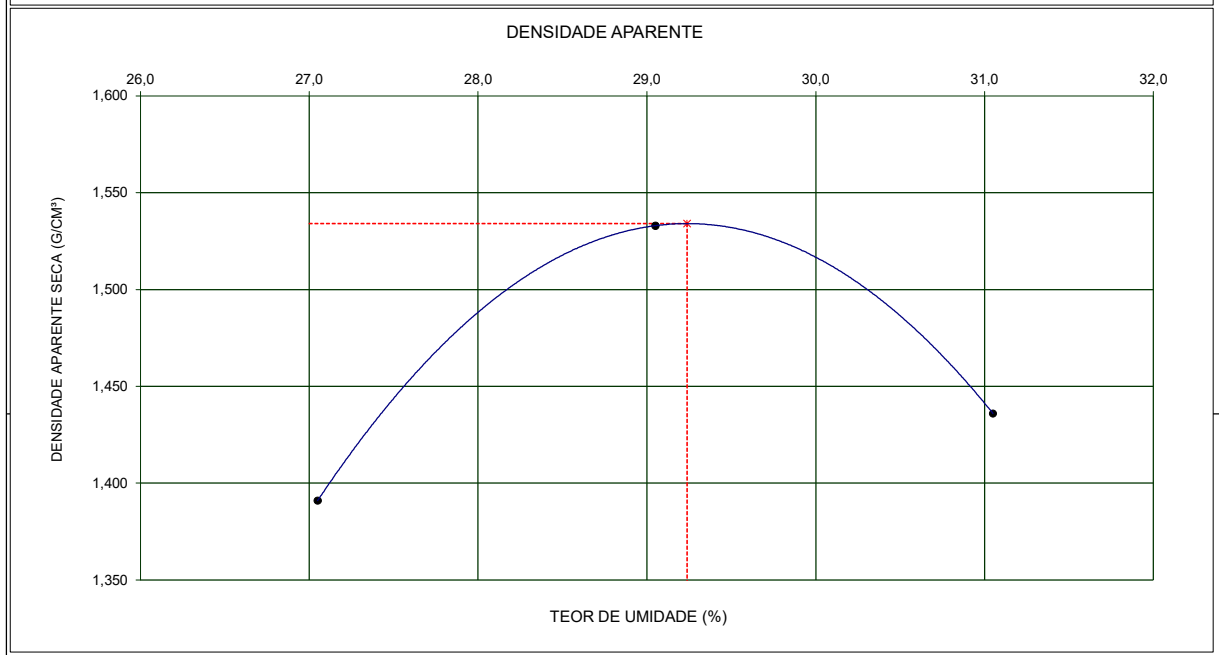
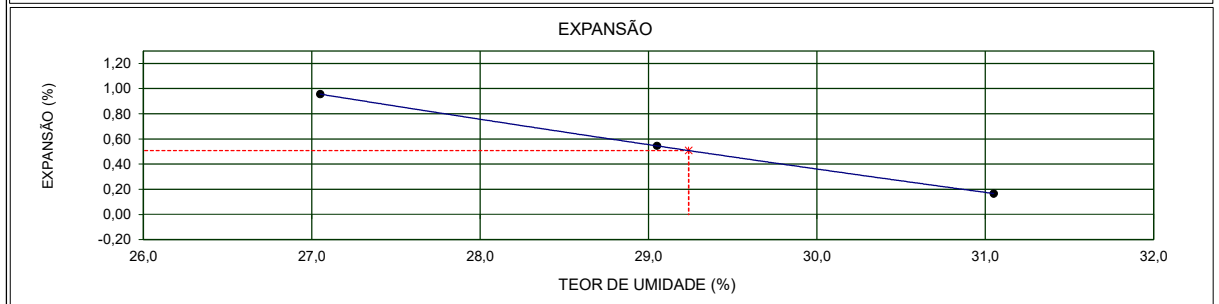
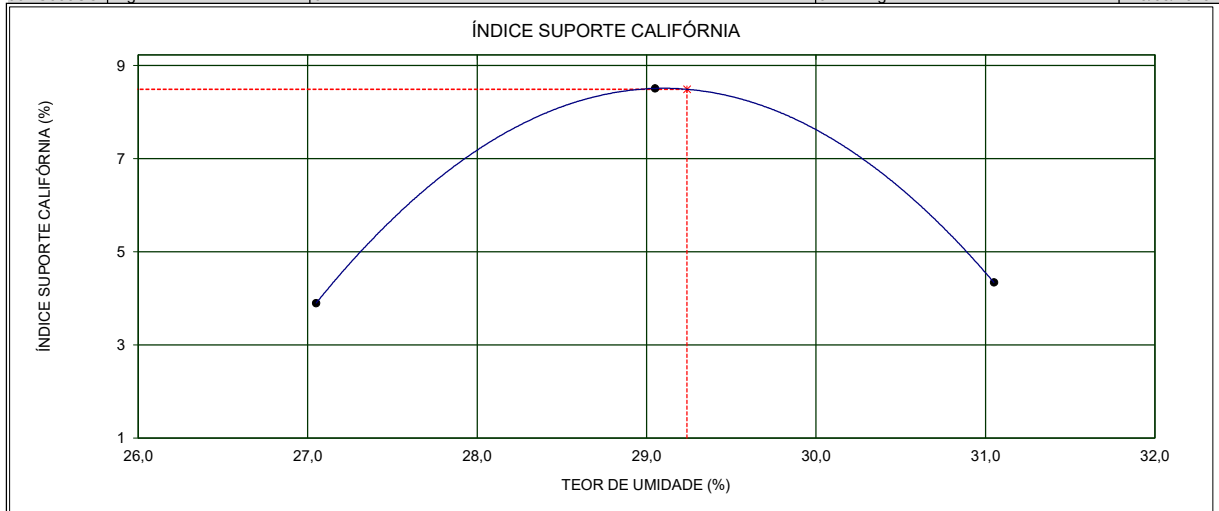
CREA - PR - 151025/D


Data de emissão: 03-09-2025

ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA DE SOLOS

Dados

Cliente:		Endereço do Cliente:		Energia:
Apoio Arquitetura e Projetos Técnicos LTDA		Rua Santo André, 2171 - JD São Cristóvão		Normal
Identificação da Obra:		Localização da Obra:		Data Coleta:
Estudo de tráfego e ensaios de pavimentação - PR 457		São José das Palmeiras - PR		21/08/2025
Nº da Amostra:	Material:	Localização da Coleta:	Téc. Laboratório:	Data Ensaio:
96AG005COL	Argila Vermelha	0	João Augusto Malanchem	23/08/2025

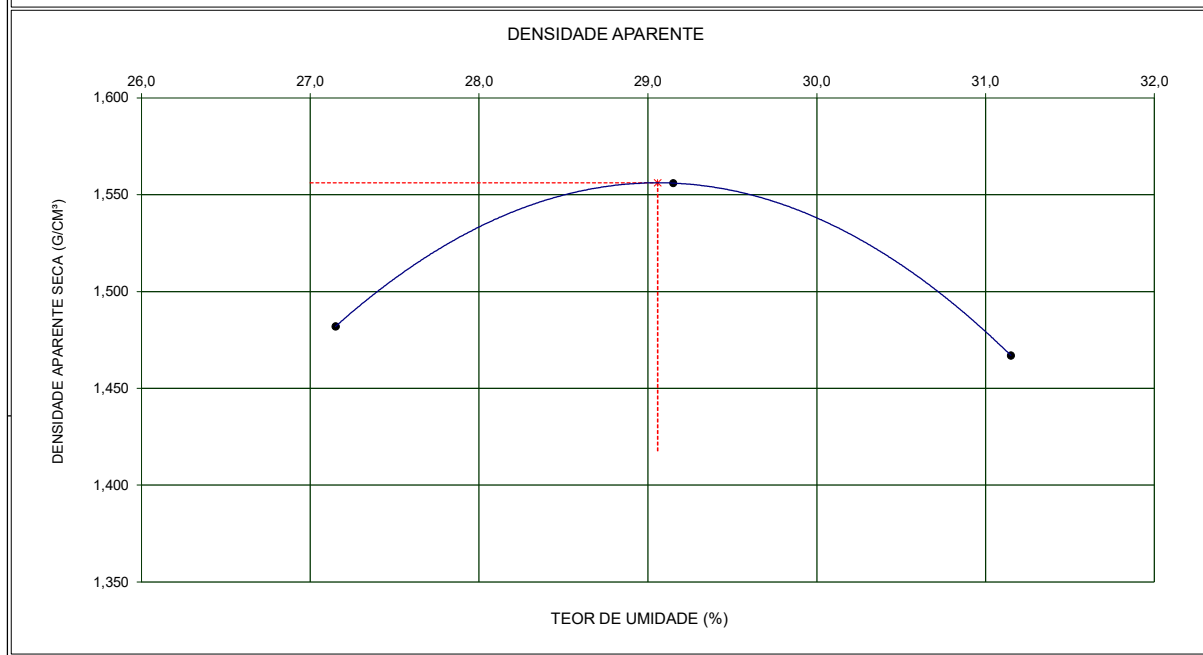
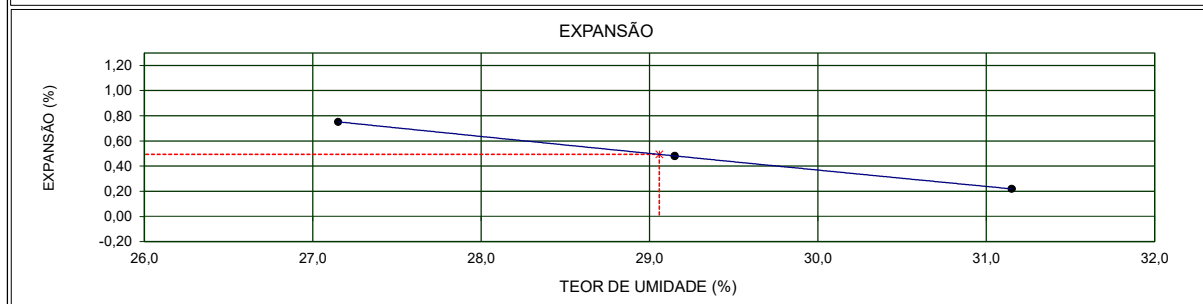
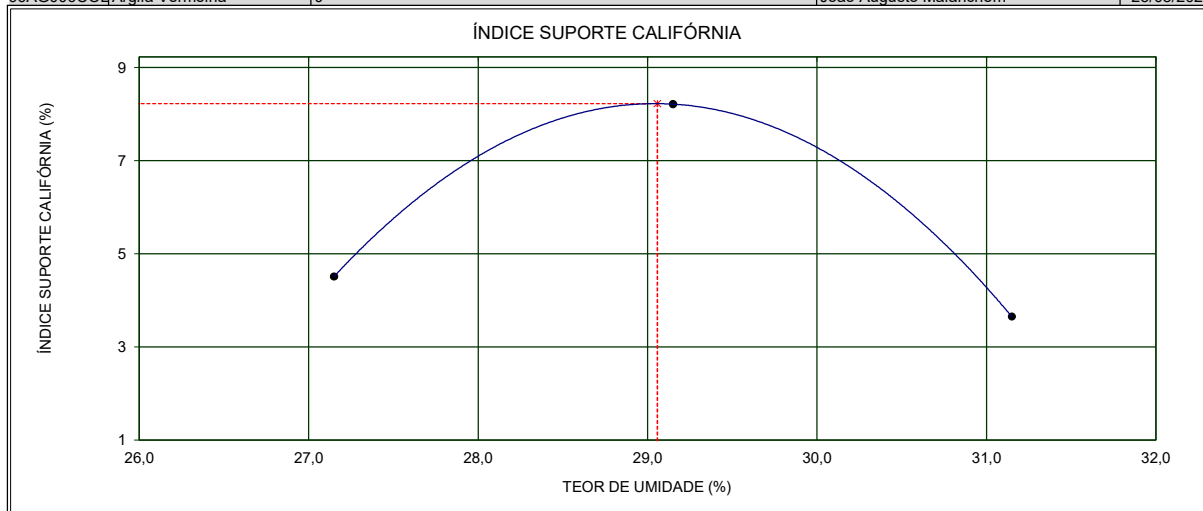


ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA DE SOLOS								
Dados								
Cliente:		Endereço do Cliente:				Energia:		
Apoio Arquitetura e Projetos Tecnicos LTDA		Rua Santo André, 2171 - JD São Cristóvão				Normal		
Identificação da Obra:		Localização da Obra:				Data Coleta:		
Estudo de tráfego e ensaios de pavimentação - PR 457		São José das Palmeiras - PR				21/08/2025		
Nº da Amostra:	Material:	Localização da Coleta:			Téc. Laboratório:	Data Ensaio:		
96AG006COL	Argila Vermelha	0			João Augusto Malanchem	23/08/2025		
COMPACTAÇÃO								
Cilindro nº	28		33		31			
Água Adicionada(ml)	150		250		350			
Cilindro+Solo Úmido(g)	8.871,0		9.019,0		8.879,0			
Peso do Cilindro(g)	4.944		4.828		4.876			
Peso do Solo Úmido(g)	3.927		4.191		4.003			
Volume do Cilindro(cm³)	2.084		2.086		2.081			
Dens. Apar. Úmida(g/cm³)	1.884		2.009		1.924			
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA								
Cápsula nº	Cápsula +Solo Úmido		Cápsula +Solo Seco		Peso da cápsula		Higro	
25	110,52		92,47		17,61		24,10	
78	114,46		95,51		17,19		24,20	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DE CADA PONTO DE COMPACTAÇÃO								
Umidade Adotada(%)	27,15		29,15		31,15			
Dens. Apar. Seca(g/cm³)	1,482		1,556		1,467			
EXPANSÃO								
Extensômetro nº	12			21		8		
Data	Hora	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	
23/08/25	0h	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	
24/08/25	24h							
25/08/25	48h							
26/08/25	72h							
27/08/25	96h	1,86	0,75	1,55	0,48	1,25	0,22	
PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVAS								
Prensa CBR:	Constante do Anel 0,0830							
tempo	penetração	Leitura	pressão	Leitura	pressão	Leitura	pressão	
min	(mm)	(0,001mm)	(kgf/cm²)	(0,001mm)	(kgf/cm²)	(0,001mm)	(kgf/cm²)	
0,5	0,64	7	0,6	13	1,1	6	0,5	
1	1,27	12	1,0	27	2,2	12	1,0	
1,5	1,91	25	2,1	51	4,2	24	2,0	
2	2,54	32	2,7	62	5,1	28	2,3	
3	3,81	40	3,3	75	6,2	30	2,5	
4	5,08	45	3,7	85	7,1	39	3,2	
6	7,62	55	4,6	102	8,5	47	3,9	
8	10,16							
10	12,70							
ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA	Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)	ISC (%)	
I.S.C. 0,1"	3,0	4,3	5,6	8,0	2,4	3,4	3,4	
I.S.C. 0,2"	4,0	3,8	7,4	7,0	3,4	3,2	3,2	
DENS. SECA MÁX. (g/cm³)=	1,556	UMID. ÓTIMA(%)=	29,1	I.S.C.(%)=	8,0	EXPANSÃO(%)=	0,5	
Revisão:	PLAN.13 - 00 - 04/07/2022							
Observações:	Prensa CBR - PSM 5000 - Certificado de Calibração: 0186/23 Balança AD3300 - Certificado de Calibração: 1M00177/24 Estufa - Q317M-52 - Certificado de Calibração: 1T00012/22 Extensômetro - Ns 52864 - Certificado de Calibração: S046878/2022 Extensômetro - Ns 2966 - Kingtools - Certificado de Calibração: s046868/2022 Extensômetro - Ns 7185 - Kingtools - Certificado de Calibração: S046864/2022 SOQ - 01 - Soquete CBR							
Procedimento:	Norma DNIT 172/2016 ME - Solos - Determinação do Índice de Suporte Califórnia.							
Amostragem:	NORMA DNIT 108/2006 - ES - Terraplanagem - Aterros							
Contratação:	Resultado do ensaio é referente apenas a amostras ensaiada							
Declaração:	Relatório só deve ser reproduzido por inteiro e com aprovação do cliente.							
					 Eng. Civil - Fernando Guth CREA - PR - 151025/D Data de emissão: 03-09-2025			

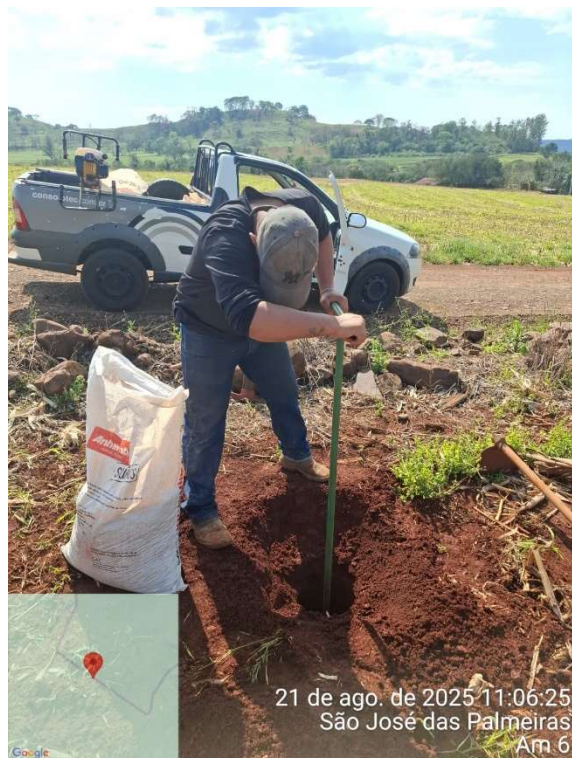
ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA DE SOLOS

Dados

Cliente:		Endereço do Cliente:		Energia:
Apoio Arquitetura e Projetos Tecnicos LTDA		Rua Santo André, 2171 - JD São Cristóvão		Normal
Identificação da Obra:		Localização da Obra:		Data Coleta:
Estudo de tráfego e ensaios de pavimentação - PR 457		São José das Palmeiras - PR		21/08/2025
Nº da Amostra:	Material:	Localização da Coleta:	Téc. Laboratório:	Data Ensaio:
96AG006COL	Argila Vermelha	0	João Augusto Malanchem	23/08/2025



4. REGISTRÓ FOTOGRÁFICO



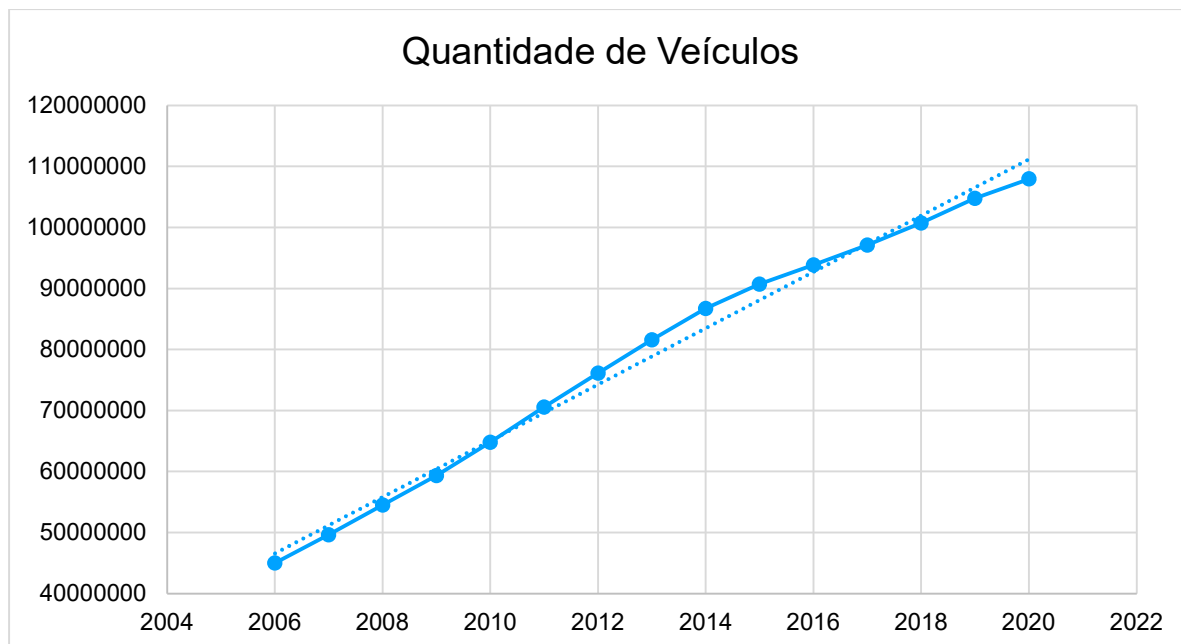
5. ESTUDO DE TRÁFEGO

O estudo de tráfego é feito a fim de obter-se a quantidade de veículos que trafegam em determinado trecho possibilitando assim o cálculo do número N, necessário para o dimensionamento do pavimento.

A contagem foi realizada entre as 7:00 e 19:00 horas, utilizando o método de contagem manual por meio de fichas de contagem.

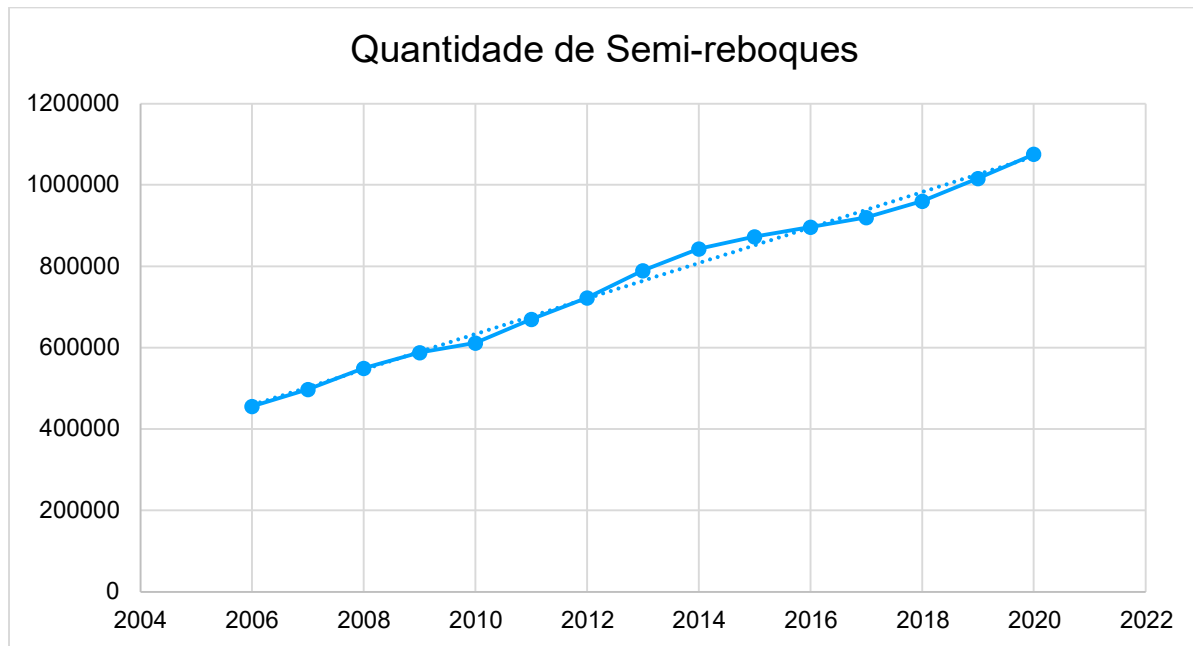
Com base nas informações obtidas no site do IBGE, e sabendo que o DNIT admite taxas máximas de 4% para projeto de rodovias que irão atender áreas de expansão agrícola e 3% para as demais rodovias, serão utilizadas taxas de crescimento admitindo-se que está se manterá similar à taxa histórica dos últimos anos.

Para fins de comparação foram utilizados os dados do crescimento da frota de veículos do Brasil, por se tratar de uma região que recebe parte representativa da produção de toda a região, estatisticamente aproximando-se da média nacional de crescimento. Para os veículos (todas as categorias) foi observado uma redução na taxa de crescimento ao longo dos anos. Nos últimos 5 anos obtemos uma taxa de crescimento de 3,55%.



Fonte: IBGE.

Já os semi-reboques, veículos mais representativos para a determinação do número N, apresentam uma taxa de crescimento mais elevada, chegando a 4,26% nos últimos 5 anos.



Fonte: IBGE.

A taxa de crescimento adotada para a via em estudo foi de 3,5% ao ano. A partir deste dado, faz-se possível a determinação do número de repetições do eixo padrão de 8,2 toneladas (Número N). Este cálculo é feito conforme o IPR – 706, utilizando a fórmula apresentada abaixo:

$$N_a = \sum_{i=1}^{i=k} V_{ia} \cdot FV_i \cdot 365 \cdot c$$

Onde:

i – categoria do veículo

Via – Volume de veículos da categoria i, durante o ano a do período de projeto

C – percentual de veículos comerciais na faixa de projeto (50% - 2 faixas)

FVi – Fator de veículo da categoria i

Os veículos foram classificados conforme a classificação adotada pelo DNIT, e para o cálculo dos fatores de veículo o carregamento da frota foi feito com base nos pesos máximos por eixo estabelecidos pelo CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito), com tolerância de 10%.

Os fatores de equivalência de carga foram calculados através do método desenvolvido pelo USACE (Corpo de Engenheiros do Exército Norte Americano), conforme demonstrado no quadro abaixo.

Tipos de eixo	Faixas de Cargas (t)	Equações (P em tf)
Dianteiro simples e traseiro simples	0 – 8	$FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	≥ 8	$FC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Tandem duplo	0 – 11	$FC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
	≥ 11	$FC = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$
Tandem triplo	0 – 18	$FC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	≥ 18	$FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

P = peso bruto total sobre o eixo

Fonte : IPR – 706.

O número N obtido é mostrado abaixo.

Posto de Contagem	Número N
1	$7,46 \times 10^5$

O cálculo do Número N, na íntegra, para os 10 anos de projeto está detalhado em anexo.

5.1 Local do posto de contagem



6. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

O dimensionamento a seguir foi realizado conforme o DNIT IPR – 719.

6.1 Análise dos materiais e dimensionamento

De acordo com a disponibilidade na região podem ser utilizados os seguintes materiais:

- Revestimento em CBUQ.
- Base em Brita em Graduada Simples.
- Sub-base em Macadame Seco.
- Reforço do Subleito – compactação a 100% P.N.

Cada um destes materiais apresenta um coeficiente de equivalência estrutural, conforme apresentado no quadro abaixo.

Componentes do pavimento	Coefficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	1,00
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,70
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

Fonte: IPR – 719

Para dimensionamento de cada uma das camadas do pavimento é utilizada a seguinte equação:

$$R K_r + B K_b > H_m$$

Onde:

R = espessura real da camada de rolamento

B = espessura real da camada de base

K_r = coeficiente estrutural da camada de rolamento

K_b = coeficiente estrutural da camada de base

H_m = espessura estrutural do pavimento necessária acima do subleito

A espessura estrutural do pavimento necessária acima do subleito (H_m) é obtida através do ábaco constante na página 149 do IPR - 719, e depende diretamente do valor do CBR da camada de subleito (considerado para dimensionamento como a média dos

resultados obtidos nos ensaios – 8,0%) e do número de repetições do eixo padrão (número $N = 7,46 \times 10^5$). Dessa forma, temos $H_m = 42,98\text{cm}$.

A partir da obtenção do H_m , de acordo com a tabela de espessuras mínimas de revestimento apresentada no DNIT – IPR 719, a empresa Consolotec sugere fixar o valor de 4cm de espessura do revestimento betuminoso (CBUQ com $K_r = 2$).

Tabela 32 - Espessura mínima de revestimento betuminoso

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: IPR – 719

Em seguida obtemos a espessura mínima da camada de base, a partir da fórmula demonstrada acima, $B = 15\text{cm}$ e $SB=20\text{cm}$.

Com estas dimensões foi elaborado um quadro resumo final da sugestão de dimensionamento proposta, contendo as informações de cada uma das camadas que compõe o pavimento, mostrado a seguir:

Espessura das camadas do pavimento (cm)						
Função	CBR	Sub-leito de Solo 100% compactação	Sub-Base – Macadame Seco	Base em Brita Graduada Simples	CBUQ	Faixa
VIA RURAL – TRÁFEGO MÉDIO	8%	20	20	15	4	D/DER-PR

6.1 Especificação das Camadas do Pavimento

6.2 Sub-leito

Após a realização dos cortes e aterros necessários o subleito deverá ser compactado em uma camada de 20cm para atingir 100% de compactação do Proctor Normal, de acordo com a NORMA DER/PR ES-PA 01/23 PAVIMENTAÇÃO: REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO.

6.3 Sub-base

Após a realização da compactação do subleito a sub-base deverá ser executada em com 20cm de Macadame Seco, obedecendo a sistemática da Norma DER/PR ES-P 03/05 – Pavimentação: Macadame Seco.

6.4 Base

A camada de base será executada com 15cm de Brita Graduada Simples, obedecendo a sistemática da NORMA DER 05/23 – Pavimentação: Brita Graduada.

6.5 Imprimação

A Imprimação consiste na aplicação de material asfáltico sobre a superfície da base concluída, antes da execução do revestimento asfáltico, objetivando conferir coesão superficial e impermeabilização, evitando a perda de água, responsável pela cura da base. Deverá ser utilizado a Emulsão EAI, aplicando o ligante asfáltico de acordo com a NORMA DER/PR ES-PA 17/23 PAVIMENTAÇÃO: PINTURAS ASFÁLTICAS. Porém conforme solicitado pelo Paraná Cidade, foi alterada a especificação de projeto de Emulsão EAI para RR-1C para a camada de imprimação.

6.6 Pintura de ligação

A pintura de ligação é aplicada sobre a base do pavimento, após devida limpeza da pista, objetivando promover condições de aderência entre a base revestimento asfáltico. Deverá ser utilizado o RR-1C, aplicando de acordo com a NORMA DER/PR ES-PA 17/23 PAVIMENTAÇÃO: PINTURAS ASFÁLTICAS.

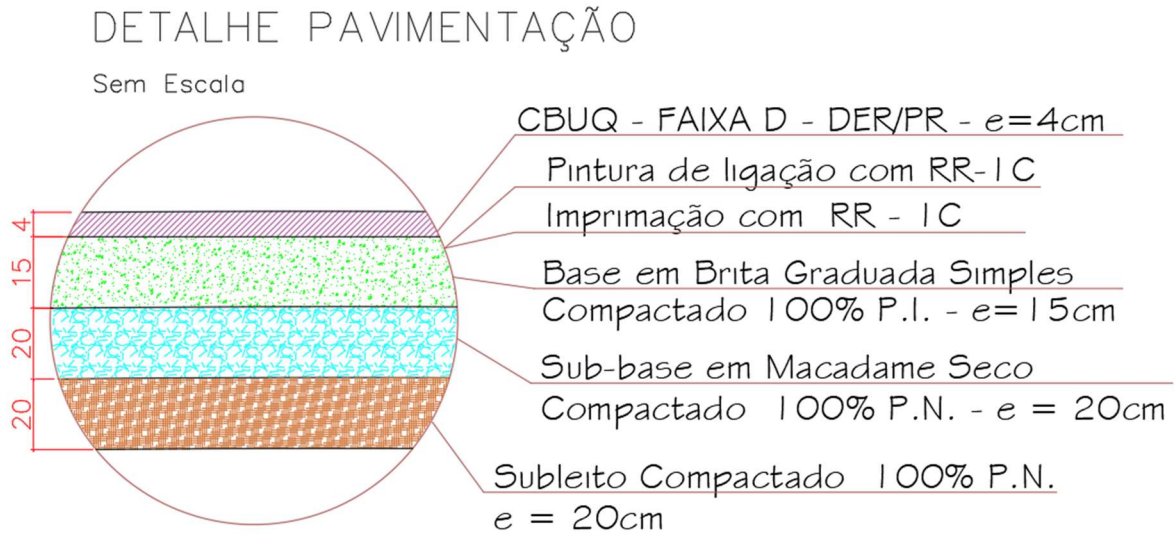
6.7 Revestimento Betuminoso - CBUQ

A camada de revestimento betuminoso a ser aplicada nas ruas, deverá ser executada em uma camada de 4cm – com CBUQ Faixa D - DER/PR.

O projeto de CBUQ deverá ser apresentado pela empresa responsável pela usinagem a ser executado de acordo com a NORMA DER/PR ES-PA 21/23 PAVIMENTAÇÃO: CONCRETO ASFÁLTICO, USINADO À QUENTE, obedecendo aos critérios no que diz respeito às características dos materiais empregados na composição da mistura asfáltica e na execução do serviço.

7. DETALHE EM PERFIL

A seguir é apresentado um detalhe em perfil de todas as camadas que compõe o pavimento proposto pela Consolotec.



Toledo, 03 de setembro de 2025.



Eng. Civil Fernando Guth
CREA-PR 151.025/D

Anexo A
Cálculo do Número N

MEMORIAL DE CÁLCULO NÚMERO N

Fatores de veículo por categoria

Autos, caminhonetes

Volume médio diário anual	Autos	Camionetas	Ônibus 2C	
		333	0	8
% do tráfego total	83,33%	0,00%	0,00%	
P (Carga por eixo - Carga máxima permitida Resolução nº 12 contran)			E1	E2
			6,6	11
Tipo de eixo	-	-	Simplex	Simplex
FEC (P/ Carga máxima) (USACE)			0,408	5,970
FV categoria			6,378	

Volume médio diário anual	Ônibus 3C		Caminhão 2C		Caminhão 3C		Motocicletas
		0		28		8	
% do tráfego total	0,00%		7,43%		2,12%		0,00%
P (Carga por eixo - Carga máxima permitida Resolução nº 12 contran)	E1	E2E3	E1	E2	E1	E2E3	
	6,6	14,85	6,6	11	6,6	18,70	
Tipo de eixo	Simplex	Tandem Duplo	Simplex	Tandem Duplo	Simplex	Tandem Duplo	-
FEC (P/ Carga máxima) (USACE)	0,408	4,073	0,408	5,970	0,408	14,418	
FV categoria	4,480		6,378		14,825		

Cálculo do Número N

Número de faixas		2	
Período de projeto (anos)		10	
Percentual na faixa de projeto (pista simples)		0,5	
N (para o primeiro ano de projeto)		6,35E+05	
Ano	N		Taxa de crescimento
	2025	6,35E+04	3,50%
	2026	6,58E+04	3,50%
	2027	6,81E+04	3,50%
	2028	7,05E+04	3,50%
	2029	7,29E+04	3,50%
	2030	7,55E+04	3,50%
	2031	7,81E+04	3,50%
	2032	8,09E+04	3,50%
	2033	8,37E+04	3,50%
	2034	8,66E+04	3,50%
Número N		7,46E+05	