RELATÓRIO TÉCNICO
CÓD. RT-10725.R0

DIVERSOS RUAS (PAVIMENTAÇÃO)
GUAPIRAMA / PR

ESTUDOS DE SOLOS, TRÁFEGO E DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO (CBUQ)

MUNICÍPIO DE GUAPIRAMA / PR

CNPJ 01.234.145/0001-87

REV.	DISCRIMINAÇÃO	DATA	EMITENTE	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
R0	Emissão inicial	07/11/2025	ATP		

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Assessoria Técnica em Pavimentação Ltda - CNPJ N° 04385896/0001-25
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina – PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 3
2. MAPA DE SITUAÇÃO 4
4. OBJETIVO 5
5. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 5
6. SONDAGEM A TRADO - PERFIL GEOTÉCNICO 6
6.1. Introdução 6
7. ESTUDO GEOTÉCNICO 6
7.1. Introdução 6
7.2. Resultados (Quadro Resumo) 7
7.3. Determinação do CBR de projeto 9
8. ESTUDO DE TRÁFEGO 10
8.1. Introdução 10
8.2. Resultados - Número de solicitações do eixo padrão 10
9. DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO 12
9.1. Introdução 12
9.2. Métodos de dimensionamento estrutural (pavimentos flexíveis) 12
9.3. Resultados - Estrutura de pavimento projetado 14
10. CONCLUSÕES 16
11. RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS 17
12. TERMO DE ENCERRAMENTO 24

ANEXO I - SONDAGEM A TRADO - PERFIL GEOTÉCNICO 25
ANEXO II - ESTUDO GEOTÉCNICO 29
ANEXO III - ESTUDO DE TRÁFEGO 48
ANEXO IV - DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO 53

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

RELATÓRIO TÉCNICO
DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO (CBUQ)

1. INTRODUÇÃO

Este relatório técnico tem como objetivo apresentar à PREF. DE GUAPIRAMA - PR o memorial descritivo e justificativo do projeto de pavimentação asfáltica realizado a partir de estudos de tráfego, estudos geotécnicos, e dimensionamento estrutural do pavimento a implantar em três vias localizadas no Município de Guapirama - PR.

Rua Sebastião Ribeiro da Silva
Rua José Morelin (marginal PR-218)
Rua José Souza Silva

O estudo de tráfego foi realizado para determinação de sua natureza, a partir da estimativa de veículos (leves, médios, e pesados), e posterior cálculo do Número N (número de solicitações equivalentes ao eixo padrão rodoviário) para um período de projeto. O estudo geotécnico se deu a partir da coleta de amostras deformadas do solo existente no subleito para fins de caracterização em laboratório (ensaios de granulometria, índices físicos, compactação, CBR, expansão, e classificação do solo). O dimensionamento estrutural do pavimento foi realizado conforme preconiza a metodologia do DNIT.

Todos os ensaios de laboratório e estudos foram realizados de acordo com as especificações DNIT e DER-PR, visando garantir os parâmetros de desempenho, através de soluções que atendam técnica e economicamente as necessidades e expectativas do contratante. O perfil geotécnico da sondagem a trado, os estudos geotécnicos, estudos de tráfego, e a memória de cálculo do pavimento, podem ser consultados, na íntegra, nos ANEXOS I, II, III e IV, respectivamente. Os certificados de calibração rastreável dos equipamentos de laboratórios (prensa de ensaios e relógios comparadores), ficam à disposição do cliente e podem ser solicitados a qualquer tempo.

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

2. MAPA DE SITUAÇÃO

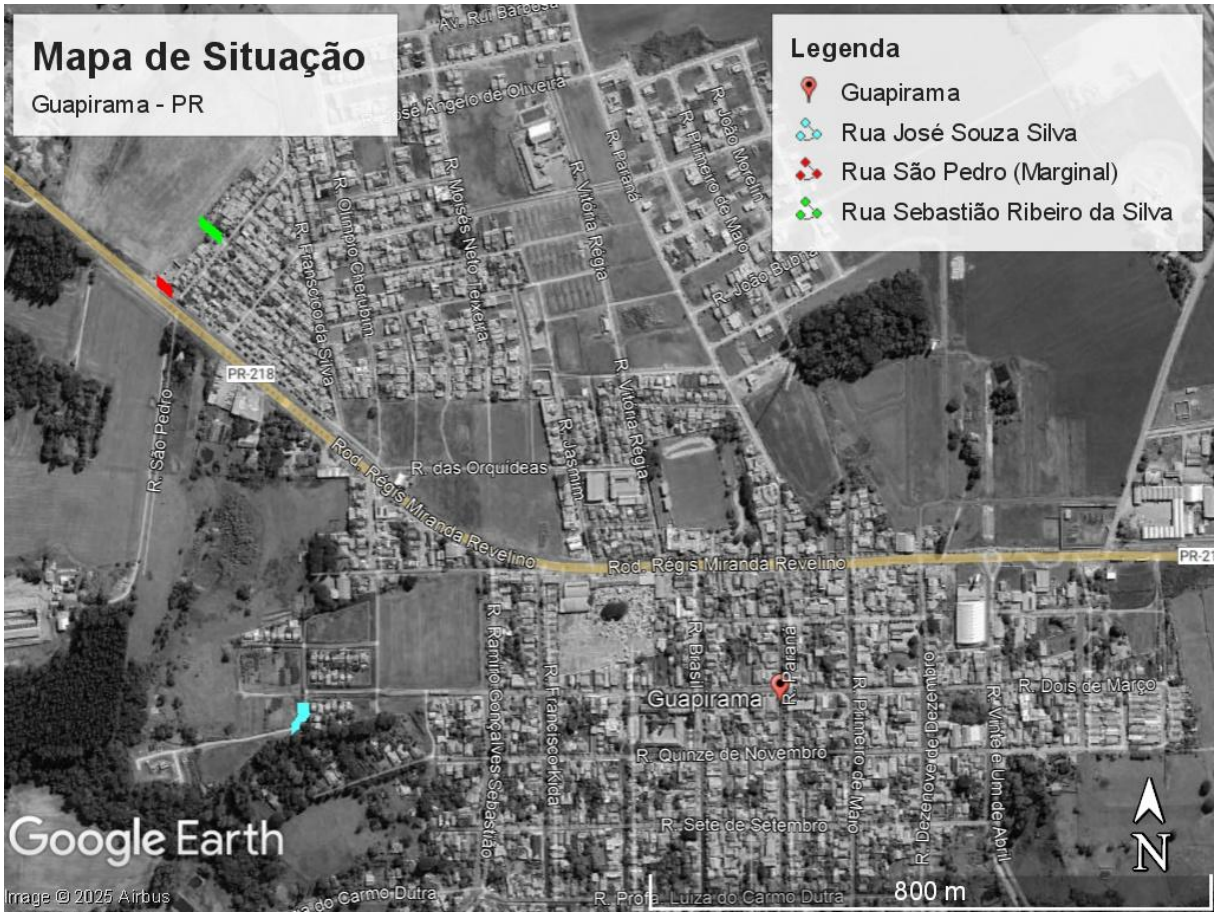


Figura 1: Mapa de Situação

Município de Guapirama – PR

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

3. EQUIPE TÉCNICA

A equipe técnica para a realização deste relatório é composta por:

- ✓ Responsabilidade técnica: Felipe Westphal, Eng. Civil, CREA PR-186228/D.
- ✓ Laboratorista: Equipe
- ✓ Relatório: Felipe Westphal

4. OBJETIVO

Verificar a capacidade de suporte do subleito por meio de ensaios de laboratório, e propor uma estrutura de pavimento adequada e compatível com o tráfego e a vida de projeto, conforme metodologias oficiais de dimensionamento de pavimentos.

5. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os ensaios de caracterização estão embasados em normas e especificações de serviços com suas respectivas metodologias de ensaio e critérios de aceitação. Dentre elas, foram utilizadas como referência:

- NBR 6457 - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização
- NBR 9603 - Sondagem a trado
- NBR 16097 - Determinação do teor de umidade (métodos expeditos)
- DNIT 164/2013-ME / NBR 7182 - Ensaio de Compactação
- DNIT 172/2016-ME / NBR 9895 - Ensaio de CBR e Expansão
- DNER-ME 080/94 / NBR 7181 - Ensaio de Granulometria
- DNER-ME 122/94 / NBR 6459 - Ensaio de Limite de Liquidez
- DNER-ME 082/94 / NBR 7180 - Ensaio de Limite de Plasticidade
- Manual de Pavimentação (DNIT)

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

6. SONDAGEM A TRADO - PERFIL GEOTÉCNICO

6.1. Introdução

Conforme programação inicial foram realizados **3 furo(s) de sondagem** com trado manual, para fins de determinação do perfil geotécnico do solo até o horizonte investigado. Durante cada sondagem foi determinada a profundidade e a característica táctil-visual do material, inclusive o nível d'água, quando interceptado na perfuração. Realizou-se, ainda, a coleta de amostras deformadas do solo para caracterização em laboratório.

O perfil geotécnico das sondagens a trado pode ser consultado no ANEXO I deste relatório.

7. ESTUDO GEOTÉCNICO

7.1. Introdução

Durante a sondagem a trado foram coletadas amostras deformadas representativas do material local, para fins de caracterização em laboratório:

ESTUDO GEOTÉCNICO		
ITEM	**DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS**	**Referências**
1	**Material: Solos**	
1.1	Ensaio de Compactação	DNIT 164/2013-ME / NBR 7182
1.2	Ensaio de CBR e Expansão	DNIT 172/2016-ME / NBR 9895
1.4	Ensaio de Granulometria (peneiramento)	DNER-ME 080/94 / NBR 7181
1.6	Ensaio de Limite de Liquidez	DNER-ME 122/94 / NBR 6459
1.7	Ensaio de Limite de Plasticidade	DNER-ME 082/94 / NBR 7180

É através do estudo geotécnico em laboratório que são observadas as principais características do solo, sendo imprescindível a sua realização para o dimensionamento estrutural do pavimento.

O estudo geotécnico pode ser consultado no ANEXO II.

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

7.2. Resultados (Quadro Resumo)



ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

Furo	Prof. (m) (coleta)	Descrição Expedita	Índices Físicos			Granulometria			HRB	Energia	Proctor e ISC/CBR			
			LL	LP	IP	% Pass. (mm)					h_{ot}	γd máx.	CBR	Exp.
			(%)	(%)	(%)	#10	#40	#200			(%)	(g/cm³)	(%)	(%)
S-13	0,0 a 2,0	Solo argiloso	50,4	32,85	17,55	99,96	99,19	89,24	A-7-5	Normal	18,7	1,635	10,1	0,1
S-14	0,0 a 2,0	Solo argiloso	50,3	34,12	16,18	99,98	99,67	90,94	A-7-5	Normal	19,0	1,624	9,9	0,1
S-15	0,0 a 2,0	Solo argiloso	48,8	28,94	19,86	99,86	98,29	79,35	A-7-6	Normal	20,8	1,615	7,7	0,1

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

7.3. Determinação do CBR de projeto

CBR de projeto (CBRp) é o parâmetro de resistência do solo adotado, para efeito de dimensionamento estrutural do pavimento, obtido a partir do ensaio de laboratório (DNIT 172/2016 ME). Adotou-se em projeto o valor encontrado em cada trecho:

CBR de projeto (%)		
Trecho	**Sondagem Nº**	**CBR (%)**
Rua Sebastião Ribeiro da Silva	S-13	10,1
Rua José Morelin (marginal PR-218)	S-14	9,9
Rua José Souza Silva	S-15	7,7

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

8. ESTUDO DE TRÁFEGO

8.1. Introdução

Um dos elementos necessários para o projeto de pavimentação é o Número “N”, representativo da solicitação que o tráfego imporá ao pavimento durante o horizonte de projeto. Os métodos de dimensionamento de pavimentos flexíveis da AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) e do USACE (United States Army Corps of Engineers), os mais usuais no Brasil, baseiam-se no número de repetições de passagem dos veículos ao longo do tempo. Para efeito de padronização, calcula-se essa solicitação em termos de número de passagens de um eixo padrão de 8,2 toneladas.

O valor do número “N” é obtido pela seguinte equação:

$$N = 365 \times VMDA \times FP \times P \times FV \times FR$$

Onde:
N = Número equivalente de operações de eixo padrão
VMDA = Volume médio diário anual
P = Período de projeto (P = 10 anos)
FV = Fator de veículos
FR = Fator climático regional (FR = 1,0)
FP = Fator pista (FP = 0,5 p/ duas faixas simples)

8.2. Resultados - Número de solicitações do eixo padrão

A estimativa volumétrica e classificatória do tráfego foi realizada conforme demonstrado no ANEXO III - ESTUDO DE TRÁFEGO. O Número N considerado neste projeto foi aquele obtido a partir dos fatores de equivalência de carga determinados pela USACE. O fator de veículo (FV) foi calculado a partir da ponderação das possíveis ocorrências de porcentagens de veículos comerciais, considerando a seguinte hipótese: parte dos veículos com carga máxima legal (100%), vazios (0%), e com tolerância legal (0%). A taxa de crescimento para o período de projeto foi de 3,0% ao ano em progressão aritmética, conforme expressão abaixo:

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

$$I = [2+((p-1)tx/100)] / 2$$

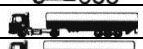
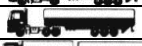
Onde:

I = índice multiplicativo da taxa

p = período em anos

tx = taxa de crescimento (3,0% ao ano)

SEGMENTOS HOMOGÊNEOS		
Segmento	**Trechos**	**Tipo Tráfego**
1	Rua Sebastião Ribeiro da Silva Rua José Souza Silva	Leve
2	Rua José Morelin (marginal PR-218)	Leve a Médio

COMPOSIÇÃO DO TRÁFEGO - NÚMERO "N"									
Classe (DNIT)	**Tipo**	**Seg. 1**		**Seg. 2**					
		TMDA	**(%)**	**TMDA**	**(%)**				
Autos		> 100	-	> 100	-				
2CB		0	0,0%	4	9,5%				
2CC		6	35,3%	16	38,1%				
2C		10	58,8%	14	33,3%				
3C		1	5,9%	6	14,3%				
4C		0	0,0%	0	0,0%				
2S3		0	0,0%	0	0,0%				
3S3		0	0,0%	1	2,4%				
3D4		0	0,0%	1	2,4%				
Total =		**17**	**100%**	**42**	**100%**				
N-USACE		**1,00E+05**		**3,32E+05**					
N-AASHTO		**6,93E+05**		**1,51E+05**					

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

9. DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO

9.1. Introdução

Dimensionar um pavimento consiste em se definir as várias camadas constituintes e/ou verificar espessura previamente adotada e compatibilizar os materiais a serem utilizados de forma que a vida útil corresponda a certo número projetado de repetições de carga. Encontrar a relação existente entre as características da estrutura do pavimento (propriedades dos materiais utilizados nas camadas, seção, variabilidade e heterogeneidade construtiva), as condições climáticas, magnitude das cargas de tráfego a que o pavimento está submetido e condições de drenagem não é uma tarefa fácil, devido ao grande número de variáveis envolvidas que influenciam no comportamento do pavimento.

Relações envolvendo estas variáveis são descritas nos modelos de previsão de desempenho, os quais são aplicados em projetos de pavimentos novos ou na restauração de pavimentos degradados, mas tal dimensionamento tem sua eficácia limitada pela confiabilidade e acurácia dos modelos de previsão de desempenho embutidos nos projetos adotados.

Assim, o dimensionamento consiste em compatibilizar duas variáveis independentes principais que são as solicitações, caracterizadas pelo tráfego, e a resistência dos materiais do subleito, com as características dos materiais e as espessuras das camadas que receberão os esforços do tráfego e passarão ao subleito, de maneira que o sistema utilize o potencial máximo de suas características.

9.2. Métodos de dimensionamento estrutural (pavimentos flexíveis)

Como o pavimento é uma estrutura complexa, para prever o seu desempenho é necessário um grande número de simplificações. A formulação para o desenvolvimento do dimensionamento e/ou reforço dos pavimentos pode ser analisada através de métodos: empíricos, mecanísticos e teóricos- experimentais. A opção por um método de dimensionamento deve se dar de tal forma que o mesmo forneça uma espessura de pavimento compatível com o comportamento do solo de fundação e com o tráfego esperado e, ao mesmo tempo, seja

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

econômico. Os métodos empíricos de dimensionamento de pavimentos asfálticos, ainda são os mais usados no Brasil, são aqueles baseados na experiência acumulada e correlacionam o desempenho do pavimento com algumas propriedades dos materiais utilizados na construção. Não leva em conta o conceito de deformabilidade das camadas do pavimento e do subleito no cálculo da espessura do pavimento. Baseia-se em observação do desempenho de estruturas existentes. No Brasil, são dois os procedimentos para dimensionamento de pavimentos flexíveis normalizados pelo DNIT:

a) Método Empírico do DNER ou Método do DNER: Este procedimento consiste em uma adaptação elaborada pelo Engº Murillo Lopes de Souza, em 1966, do método de dimensionamento desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos, com a inclusão de alguns resultados da pista experimental da AASHTO. É um método baseado nas características de resistência dos solos de fundação e dos materiais de constituição do pavimento;

b) Método da Resiliência do DNER: Este procedimento é resultante de estudos realizados por Ernesto Preussler e Salomão Pinto, apoiado nos resultados da pesquisa sobre Avaliação Estrutural de Pavimentos, empreendida pelo IPR/DNER. Esta metodologia consta no Manual de Pavimentação de 1996, numa introdução, ainda que com considerações simplificadas, do conceito da Resiliência como parâmetro norteador do dimensionamento de pavimentos. O método é baseado na deformação elástica ou recuperável de solos e de estruturas de pavimentos sob a ação de cargas repetidas. O Método do DNER possui a vantagem de ser facilmente empregado, pois os ensaios de caracterização são simples e não requerem aparelhagem sofisticada. Entretanto é limitado pelas condições de contorno (materiais de construção, clima da região, condições de tráfego, etc.), limita a utilização de novos materiais e diferentes cargas de tráfego;

A memória de cálculo do pavimento pode ser consultada no ANEXO IV.

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

9.3. Resultados - Estrutura de pavimento projetado

Diante do exposto, com base nos estudos de dimensionamento e levando em consideração a espessura mínima construtiva por camada visando a garantia de sua homogeneidade e qualidade, esta projetista define a seguinte estrutura de pavimento:

DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO			
Rua Sebastião Ribeiro da Silva			
Item	**Materiais**	**DER-PR**	**Espessura (cm)**
PAVIMENTAÇÃO			
a	Concreto Asfáltico Faixa C DER-PR (GC = 97 a 101%)	ES-PA-21-23	4,0
b	Pintura de ligação com emulsão RR-1C	ES-PA-17-23	-
c	Imprimação com EA-I	ES-PA-17-23	-
d	Base de Brita Graduada - BGS (CBR≥100%) (100% PM)	ES-PA-05-23	15,0
e	Sub-base de Macadame Seco	ES-PA-03-23	15,0
f	Regularização e compactação do subleito (100% PN)	ES-PA-01-23	20,0

DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO			
Rua José Souza Silva			
Item	**Materiais**	**DER-PR**	**Espessura (cm)**
PAVIMENTAÇÃO			
a	Concreto Asfáltico Faixa C DER-PR (GC = 97 a 101%)	ES-PA-21-23	4,0
b	Pintura de ligação com emulsão RR-1C	ES-PA-17-23	-
c	Imprimação com EA-I	ES-PA-17-23	-
d	Base de Brita Graduada - BGS (CBR≥100%) (100% PM)	ES-PA-05-23	15,0
e	Sub-base de Macadame Seco	ES-PA-03-23	17,0
f	Regularização e compactação do subleito (100% PN)	ES-PA-01-23	20,0

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO			
Rua José Morelin (marginal PR-218)			
Item	**Materiais**	**DER-PR**	**Espessura (cm)**
PAVIMENTAÇÃO			
a	Concreto Asfáltico Faixa C DER-PR (GC = 97 a 101%)	ES-PA-21-23	4,0
b	Pintura de ligação com emulsão RR-1C	ES-PA-17-23	-
c	Imprimação com EA-I	ES-PA-17-23	-
d	Base de Brita Graduada - BGS (CBR≥100%) (100% PM)	ES-PA-05-23	15,0
e	Sub-base de Macadame Seco	ES-PA-03-23	17,0
f	Regularização e compactação do subleito (100% PN)	ES-PA-01-23	20,0

Observação: Verificar memória de cálculo no ANEXO IV.

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

10. CONCLUSÕES

Em relação às características geotécnicas do solo, observou-se a presença de solo com características homogêneas, sendo fração argilosa predominante, e, Expansibilidade, Umidade Ótima, Densidade Máxima, e ISC/CBR compatíveis com a natureza do solo. O nível da água não foi encontrado em nenhuma sondagem.

Parâmetros de densidade máxima e umidade ótima foram determinados em laboratório por meio do Ensaio de Compactação na Energia Normal. A capacidade de suporte do solo do subleito foi determinada em laboratório através do ensaio de Índice de Suporte Califórnia (CBR), nas condições da Energia Normal.

O dimensionamento estrutural para o tráfego de projeto resultou em uma camada de sub-base granular (macadame seco) e base granular (brita graduada simples). O revestimento adotado é do tipo flexível (concreto asfáltico usina a quente).

Sendo o que temos a relatar.

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

11. RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

Especificações DER-PR:
https://www.der.pr.gov.br/Pagina/Especificacoes-de-Servicos-Rodoviarios

Terraplenagem - Serviços preliminares: DER-ES-TE-01-23
Cortes: DER-ES-TE-02-23
Empréstimos: DER-ES-TE-03-23
Aterros: DER-ES-TE-06-23
Regularização do subleito: DER-ES-PA-01-23
Brita graduada: DER-ES-PA-05-23
Macadame Seco: DER-ES-PA-03-23
Pinturas asfálticas: DER-ES-PA-17-23
Concreto Asfáltico Usinado a Quente: DER-ES-PA-15-23

- **Considerações iniciais**

Admitiu-se, neste dimensionamento de pavimentos, a existência de um perfeito sistema de drenagem superficial e subsuperficial, sem o qual, este não terá validade;

- **Terraplenagem - Serviços preliminares**

Serviços preliminares (DER-ES-TE-01-23) consistem nas operações de escavação e remoção da camada vegetal e de material orgânico encontrados dentro da plataforma de terraplenagem. A área na qual são executadas as operações de desmatamento, destocamento e limpeza está compreendida entre os “off-sets” de cortes ou aterros, acrescida de faixa lateral de 1,00 m para cada lado. Nos cortes é exigido que a camada de 40 cm abaixo do greide final de terraplenagem, fique isenta de tocos e raízes.

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

- **Cortes e aterros**

As camadas finais de terraplenagem (seção corte ou aterro) deverão ser executadas em 2 camadas de 20 cm compactadas na energia normal (100% PN), sendo a última camada, a própria regularização e compactação do subleito. Corpos de aterro devem ser compactados em camadas de no máximo 30 cm a 95% da energia normal. Quando a elevação do greide se fizer em aterro inferior a 20 cm de espessura, a superfície do leito existente deverá ser previamente escarificada, de maneira a garantir uma perfeita ligação com a camada sobrejacente. No caso de cortes, proceder à escarificação geral da superfície do terreno natural e à abertura da caixa de modo a permitir a execução das camadas finais de terraplenagem e as camadas da estrutura de pavimento projetada. Cortes e aterros com espessuras superiores a 20 cm devem ser executados previamente à execução da regularização do subleito, de acordo com as especificações de terraplenagem.

- **Regularização do subleito**

A regularização do subleito (DER-ES-PA-01-23) é um serviço que visa conformar o leito transversal e longitudinal da via, compreendendo cortes e ou aterros, cuja espessura da camada deverá ser de no máximo 0,20 m. De maneira geral, consiste num conjunto de operações, tais como aeração, compactação, conformação etc., de forma que a camada atenda as condições de greide e seção transversal exigidas. A camada de regularização deve ser executada a **100% da energia normal** de compactação, sendo CBR ≥ $CBR_{PROJETO}$, e Expansão ≤ 2,0%;

- **Camada de Sub-Base**
  Material: Macadame Seco

A camada de sub-base deverá ser executada com Macadame Seco, que é a camada granular, estabilizada, composta por agregados graúdos, naturais ou britados, preenchidos a seco por agregados miúdos pela ação enérgica de compactação.

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

A execução da camada de agregado graúdo inicia-se pelo carregamento do material nos depósitos ou pátios de estocagem da instalação de britagem. A operação de carga do material deve ser procedida de forma criteriosa, evitando-se a utilização de agregados graúdos lamelares ou com excesso de finos. O agregado graúdo deve ser espalhado com trator de lâmina em uma camada de espessura constante, uniformemente solta, e disposta de modo que seja obtida a espessura comprimida especificada, atendendo aos alinhamentos e perfis projetados. Após o espalhamento do agregado graúdo, podem ser necessárias as seguintes correções:

a) remoção de fragmentos alongados, lamelares ou de tamanho excessivo, visíveis na superfície e substituição por agregado graúdo representativo e de boa qualidade;

b) correção de pontos com excesso ou deficiência de material, após verificação do greide e seção transversal com cordéis, gabaritos e outros instrumentos. No caso de existir deficiência de material, utilizar sempre agregado graúdo representativo e de boa qualidade, sendo vedado o uso de agregado miúdo.

A seguir, executa-se a primeira operação de compressão com equipamento pesado, observando-se a não degradação do agregado graúdo, e prosseguir com a operação até que se consiga um bom entrosamento do agregado graúdo e a conformação transversal necessária.

O material de enchimento, obedecendo a uma das faixas granulométricas especificadas, o mais seco possível, é espalhado com motoniveladora ou distribuidor de agregados, em quantidade suficiente para preencher os vazios do agregado graúdo. A aplicação do material de enchimento deve ser feita em uma ou mais vezes, até se obter um bom preenchimento, evitando-se o excesso superficial. Normalmente essas aplicações se processam em ocasiões diferentes. A compactação enérgica da camada é realizada com rolo liso vibratório juntamente com rolo vibratório corrugado. Nos trechos em tangente, a compactação deve sempre partir dos bordos para o eixo e, nas curvas, do bordo interno para o bordo externo. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir ao menos a metade da faixa anteriormente comprimida. Logo após se obter a cobertura completa da área a ser comprimida, deve ser feita uma nova verificação do greide e seção transversal, efetivando-se as correções necessárias, normalmente de dois tipos:

a) deficiência de finos – processa-se o espalhamento da 2ª camada de material de enchimento, podendo ser empregado apenas agregado miúdo (pedrisco + pó) para possibilitar melhor e mais compatível travamento

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

b) excesso de finos – processa-se a sua necessária remoção através de meios manuais ou mecânicos, utilizando-se ferramentas auxiliares (enxada, pá, rastelo, carrinho de mão e vassoura mecânica).

A compactação deve prosseguir até se obter um bom entrosamento dos agregados componentes da camada de macadame seco e quando desaparecerem as ondulações na frente do rolo e a camada se apresentar completamente firme e travada. Para o acabamento, podem ser dadas algumas passadas de rolo vibratório liso até que a superfície esteja desempenada, sem depressões. **Após a compactação e as correções necessárias, a camada deve ser aberta ao tráfego da obra e dos usuários**, de forma controlada e direcionada, mantendo-se a superfície umedecida. Esta etapa se estende por um período suficiente de forma a garantir a verificação de eventuais problemas localizados de travamento deficiente. Se necessário, as operações corretivas descritas anteriormente são novamente aplicadas. Após a limpeza da pista, caso se trate de camada de base, é feito o umedecimento e nova rolagem de acabamento com rolo liso, sem vibração, preparando-se a base para sua impermeabilização através dos serviços de imprimação. Na execução do serviço deverá ser obedecida a especificação DER-PR ES-P 03-23.

- **Camada de Base**
  Material: Brita Graduada Simples (BGS)

Brita Graduada Simples é a mistura em usina de produtor de britagem, apresentando granulometria contínua, cuja estabilização é obtida pela ação mecânica do equipamento de compactação. Recomenda-se a adoção das faixas granulométricas da especificação DER-PR ES-P 05-23.

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso		
ABNT	Abertura, mm	Faixa I	Faixa II	Faixa III
2"	50,8	100	-	-
1 ½"	38,1	90-100	100	100
1"	25,4	-	-	77-100
¾"	19,1	50-85	60-95	66-88
⅜"	9,5	35-65	40-75	46-71
n.º 4	4,8	25-45	25-60	30-56
n.º 10	2,0	18-35	15-45	20-44
n.º 40	0,42	8-22	8-25	8-25
n.º 200	0,074	3-9	2-10	5-10

A camada deve apresentar-se uniforme quando distribuída no leito da estrada e a camada deverá ser espalhada de forma única. O espalhamento da camada deverá ser realizado com distribuidor de agregados auto-propelido. Em áreas onde o distribuidor de agregados for inviável, será permitida a utilização de motoniveladora. Após o espalhamento, o agregado umedecido deverá ser compactado com equipamento apropriado. A fim de facilitar a compressão e assegurar um grau de compactação uniforme, a camada deverá apresentar um teor de umidade constante e dentro da faixa especificada no projeto. Além disso, a espessura da camada individual acabada deve situar-se no intervalo de 0,10 a 0,17 m, no máximo. Quando se desejar camadas de base ou sub-bases de maior espessura, os serviços devem ser executados em mais de uma camada. A camada de brita graduada deverá estar perfeitamente compactada, na umidade ótima e **100% da energia modificada** de compactação. Na execução do serviço deverá ser obedecida a especificação DER-ES-PA-05-23.

- **Imprimação**

  Material: Emulsão Asfáltica p/ Imprimação (EA-I)

Tal serviço consiste na aplicação de material betuminoso sobre a camada de base, para promover uma maior coesão da superfície, uma maior aderência entre a base e o revestimento, e também para impermeabilizar a base. O material utilizado poderá ser o CM-30, ou, se permitido pela fiscalização, a Emulsão Asfáltica para Imprimação (EA-I). O teor deverá ser

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

determinado experimentalmente variando-se a taxa de aplicação de 0,8 l/m² a 1,7 l/m² (verificar recomendação do fabricante para a camada de BGS) e, após 24 horas, observando-se a que produziu maior eficiência em termos de penetração e formou uma película asfáltica consistente na superfície imprimada, sem excessos ou deficiências. O equipamento utilizado é o caminhão espargidor, salvo em locais de difícil acesso ou em pontos falhos que deverá ser utilizado o espargidor manual. A área imprimada deverá ser varrida para a eliminação do pó e de todo material solto e estar seca ou ligeiramente umedecida. É vedado proceder a imprimação da superfície molhada ou quando a temperatura do ar seja inferior a 10ºC. O tráfego nas regiões imprimadas só deve ser permitido após decorridas, no mínimo, 24 horas de aplicação do material asfáltico. Na execução do serviço deverá ser obedecida a especificação DER-ES-PA-17-23.

- **Pintura de Ligação**
  Material: Emulsão Asfáltica de Ruptura Rápida (RR-1C)

Tal serviço consiste na aplicação de material betuminoso sobre a superfície de base, para promover aderência entre um revestimento betuminoso e a camada subjacente. O material utilizado será emulsão asfáltica tipo RR-1C. A taxa de aplicação é obtida experimentalmente, no canteiro da obra, variando-se a taxa de aplicação de 0,5 l/m² a 0,8 l/m² de emulsão asfáltica, acrescentando-se proporcionalmente água variando de 0,5 l/m² a 0,2 l/m², de forma que a taxa total de emulsão e água seja sempre igual a 1,0 l/m². Deve ser observado, após o tempo de cura requerido, normalmente de 4 a 6 horas, qual o teor total de emulsão e água que não provocou escorrimento do ligante para os bordos e formou uma película superficial consistente, sem excessos ou deficiências. O equipamento utilizado é o caminhão espargidor, salvo em locais de difícil acesso ou em pontos falhos que deverá ser utilizado o espargidor manual. Na execução do serviço deverá ser obedecida a especificação DER-ES-PA-17-23.

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

- **Revestimento (Capa)**

  Material: CAUQ Faixa "C" do DER-PR

O revestimento deve ser de Concreto Asfáltico Usinado a Quente - CAUQ (DER-ES-PA-21-23), uma mistura asfáltica executada em usina apropriada, composta de agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente.

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso					
ABNT	Abertura, mm	Faixa A	Faixa B	Faixa C	Faixa D	Faixa E	Faixa F
1 ½"	38,1	100	100	–	–	–	–
1"	25,4	95 – 100	90 –100	100	–	–	–
¾"	19,1	80 –100	–	90 – 100	100	100	–
½"	12,7	–	56 – 80	–	80 – 100	90 – 100	–
⅜"	9,5	45 – 80	–	56 – 80	70 – 90	75 – 90	100
n.º 4	4,8	28 – 60	29 – 59	35 – 65	50 – 70	45 – 65	75 – 100
n.º 10	2,00	20 – 45	18 – 42	22 – 46	33 – 48	25 – 35	50 – 90
n.º 40	0,42	10 – 32	8 – 22	8 – 24	15 – 25	8 – 17	20 – 50
n.º 80	0,18	8 – 20	–	–	8 – 17	5 – 13	7 – 28
n.º 200	0,075	3 – 8	1 – 7	2 – 8	4 – 10	2 – 10	3 – 10
Utilização como		Ligação		Rolamento			Reperfilagem
Variação do teor de ligante		4,0 – 5,5		4,5 – 6,0			5,0 – 6,5
Espessura máx., cm		6,0		5,0			3,0

A mistura a ser aplicada deverá estar de acordo com o projeto de dosagem apresentado pela executante. Os equipamentos a serem utilizados para execução dos serviços são: vibro acabadora, que proporcione o espalhamento homogêneo e de maneira que se obtenha a espessura indicada, e os rolos de pneus e tandem liso, que proporcionem a compactação desejada e uma superfície lisa e desempenada. Deverá ser observado o completo resfriamento do revestimento para abertura ao tráfego;

NOTA IMPORTANTE:

Controle Tecnológico

Deverá haver um controle tecnológico sistemático dos materiais e dos serviços de forma a garantir a qualidade da obra, de modo que todos os serviços deverão obedecer rigorosamente

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

às especificações do DER-PR e/ou DNIT, que poderão ser obtidas, se necessárias, diretamente em seus respectivos sites.

12. TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente relatório tem o objetivo de apresentar à PREF. DE GUAPIRAMA - PR o memorial descritivo e justificativo do projeto de pavimentação asfáltica realizado a partir de estudos de tráfego, estudos geotécnicos, e dimensionamento estrutural do pavimento a implantar em três vias localizadas no Município de Guapirama - PR, apresenta 59 páginas, incluso os anexos a seguir.

Londrina, 07 de novembro de 2025

FELIPE HIROMI WESTPHAL:06437949996

Assinado de forma digital por FELIPE HIROMI WESTPHAL:06437949996
Dados: 2025.11.08 09:59:49 -03'00'

Felipe H. Westphal
Eng. Civil
CREA PR-186228/D

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

ANEXO I - SONDAGEM A TRADO - PERFIL GEOTÉCNICO

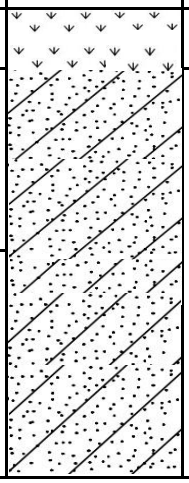
ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

PERFIL GEOTÉCNICO INDIVIDUAL
SOLOS
Sondagem a trado

Sondagem Nº				
ST-13	**Cliente:**	Pref. de Guapirama - PR	**Município:**	Guapirama - PR
	Trecho:	Rua Sebastião Ribeiro da Silva	**Operador:**	Equipe
	Coleta:	0,00 a 2,00 m	**Objetivo:**	Caracterização
	Trado:	TH (Trado Helicoidal)	**Data:**	06/10/2025

PERFIL GEOTÉCNICO INDIVIDUAL (SOLOS)

Sondador: Equipe | Localização: 596914.12 m E 7399669.92 m S | Início: 06/10/2025 | Término: 06/10/2025 | N.A. inicial: Seco | N.A. final: Seco

PROF. (m)	PERFIL GEOTÉCNICO	DESCRIÇÃO DO MATERIAL (ANÁLISE VISUAL E TÁTIL)	AMOSTRA REG. Nº	UMIDADE NATURAL (%)	N.A. PROF. (m)
0,20		Camada vegetal	-	-	-
1,00		Argila arenosa marrom	-	-	SECO
2,00		Limite da sondagem	090A.S13.SO	25,8	

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



Observações:

- Após análise táctil visual do material no horizonte de sondagem, verificou-se um solo com características homogêneas, em cor e textura. Portanto, neste furo de sondagem, apenas 01 (uma) amostra foi coletada para caracterização geotécnica em laboratório, sendo:

Am. Reg. Nº: **090A.S13.SO**
Horizonte da coleta (m): 1,0m a 2,0m

É o que temos a relatar.

Nota: Os resultados deste ensaio têm significação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) ensaiada(s).

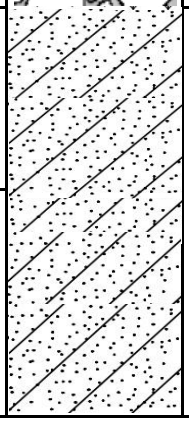
Felipe H. Westphal
Eng. Civil
CREA PR-186228/D

PERFIL GEOTÉCNICO INDIVIDUAL
SOLOS
Sondagem a trado
NBR - 9603/86

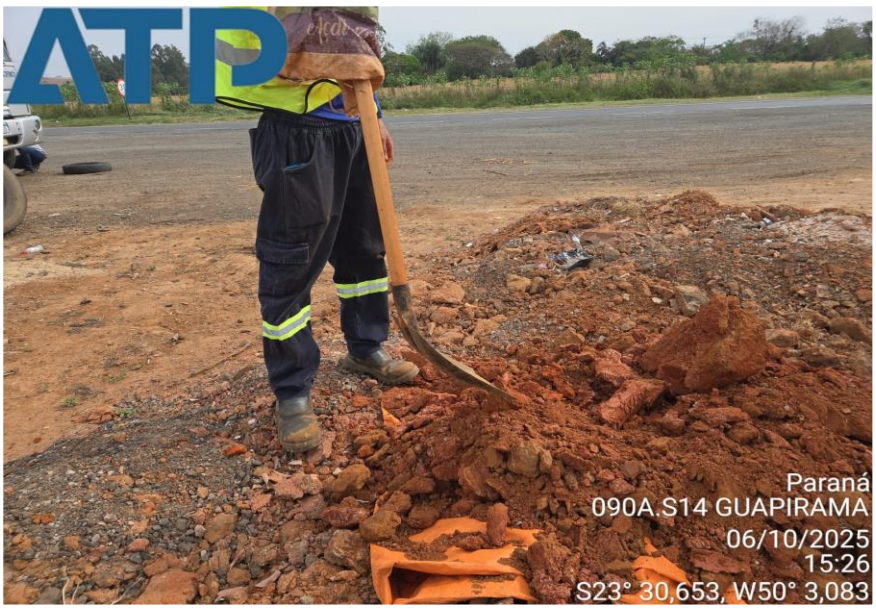
Sondagem Nº				
ST-14	**Cliente:**	Pref. de Guapirama - PR	**Município:**	Guapirama - PR
	Trecho:	Rua José Morelin (marginal PR-218)	**Operador:**	Equipe
	Coleta:	0,00 a 2,00 m	**Objetivo:**	Caracterização
	Trado:	TH (Trado Helicoidal)	**Data:**	06/10/2025

PERFIL GEOTÉCNICO INDIVIDUAL (SOLOS)

Sondador: Equipe | Localização: 596849.01 m E 7399603.91 m S | Início: 06/10/2025 | Término: 06/10/2025 | N.A. inicial: Seco | N.A. final: Seco

PROF. (m)	PERFIL GEOTÉCNICO	DESCRIÇÃO DO MATERIAL (ANÁLISE VISUAL E TÁTIL)	AMOSTRA REG. Nº	UMIDADE NATURAL (%)	N.A. PROF. (m)
0,20		**Revestimento primário**	-	-	-
1,00		**Argila arenosa marrom**	-	-	SECO
2,00		Limite da sondagem	090A.S14.SO	27,3	

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



Observações:

- Após análise táctil visual do material no horizonte de sondagem, verificou-se um solo com características homogêneas, em cor e textura. Portanto, neste furo de sondagem, apenas 01 (uma) amostra foi coletada para caracterização geotécnica em laboratório, sendo:

Am. Reg. Nº: **090A.S14.SO**
Horizonte da coleta (m): 1,0m a 2,0m

É o que temos a relatar.

Nota: Os resultados deste ensaio têm significação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) ensaiada(s).

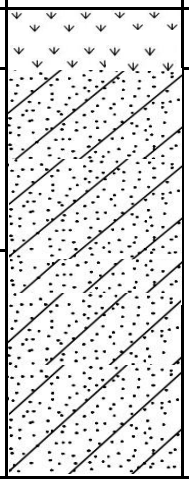
Felipe H. Westphal
Eng. Civil
CREA PR-186228/D

PERFIL GEOTÉCNICO INDIVIDUAL
SOLOS
Sondagem a trado
NBR - 9603/86

Sondagem Nº				
ST-15	**Cliente:**	Pref. de Guapirama - PR	**Município:**	Guapirama - PR
	Trecho:	Rua José Souza Silva	**Operador:**	Equipe
	Coleta:	0,00 a 2,00 m	**Objetivo:**	Caracterização
	Trado:	TH (Trado Helicoidal)	**Data:**	07/10/2025

PERFIL GEOTÉCNICO INDIVIDUAL (SOLOS)

Sondador: Equipe	Localização: 597055.94 m E 7398986.19 m S	Início: 07/10/2025	N.A. inicial: Seco		
		Término: 07/10/2025	N.A. final: Seco		

PROF. (m)	PERFIL GEOTÉCNICO	DESCRIÇÃO DO MATERIAL (ANÁLISE VISUAL E TÁTIL)	AMOSTRA REG. Nº	UMIDADE NATURAL (%)	N.A. PROF. (m)
0,20		Camada vegetal	-	-	-
1,00		Argila arenosa marrom	-	-	SECO
2,00		Limite da sondagem	090A.S15.SO	27,1	

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



Observações:

- Após análise táctil visual do material no horizonte de sondagem, verificou-se um solo com características homogêneas, em cor e textura. Portanto, neste furo de sondagem, apenas 01 (uma) amostra foi coletada para caracterização geotécnica em laboratório, sendo:

Am. Reg. Nº: **090A.S15.SO**
Horizonte da coleta (m): 1,0m a 2,0m

É o que temos a relatar.

Nota: Os resultados deste ensaio têm significação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) ensaiada(s).

Felipe H. Westphal
Eng. Civil
CREA PR-186228/D

ANEXO II - ESTUDO GEOTÉCNICO

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

Certificado de Ensaio Nº
090A.S13.SO

Prefeitura de Guapirama - PR

Rev. Nº: R0
Data: 23/10/2025

ENSAIOS DE GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO, ÍNDICES FÍSICOS E CLASSIFICAÇÃO (SOLOS)

Obra	Coleta (coordenadas)	Cliente
Pavimentação	23°30'36.94"S 50° 3'2.71"O	Prefeitura de Guapirama - PR
	Condição da amostra	**Localização**
	☑ Informe ☐ Não Conforme	Guapirama - PR
Nº Reg. (amostra) / **Material**	**Procedimento**	**Data de amostragem**
090A.S13.SO / **Solos**	Sondagem a Trado	06/10/2025
	Horizonte (m)	**Data de ensaio**
	0,0 a 2,0	23/10/2025

GRANULOMETRIA (PENEIRAMENTO)

UMIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula nº.		10	88	53
Solo úm. + cáp.	g	101,98	103,52	103,84
Solo seco + cáp	g	98,52	99,76	100,15
Tara da cáp.	g	24,14	22,56	23,88
Peso da agua	g	3,46	3,76	3,69
Solo Seco	g	74,38	77,20	76,27
Umidade	%	4,65	4,87	4,84
Média	%	4,79		
Fator de correção		0,9543		

AMOSTRA TOTAL

Amostra total úmida (seca ao ar)	g	1042,16
Amostra total seca	g	994,57
Material total retido na #10	g	0,36

AMOSTRA PARCIAL

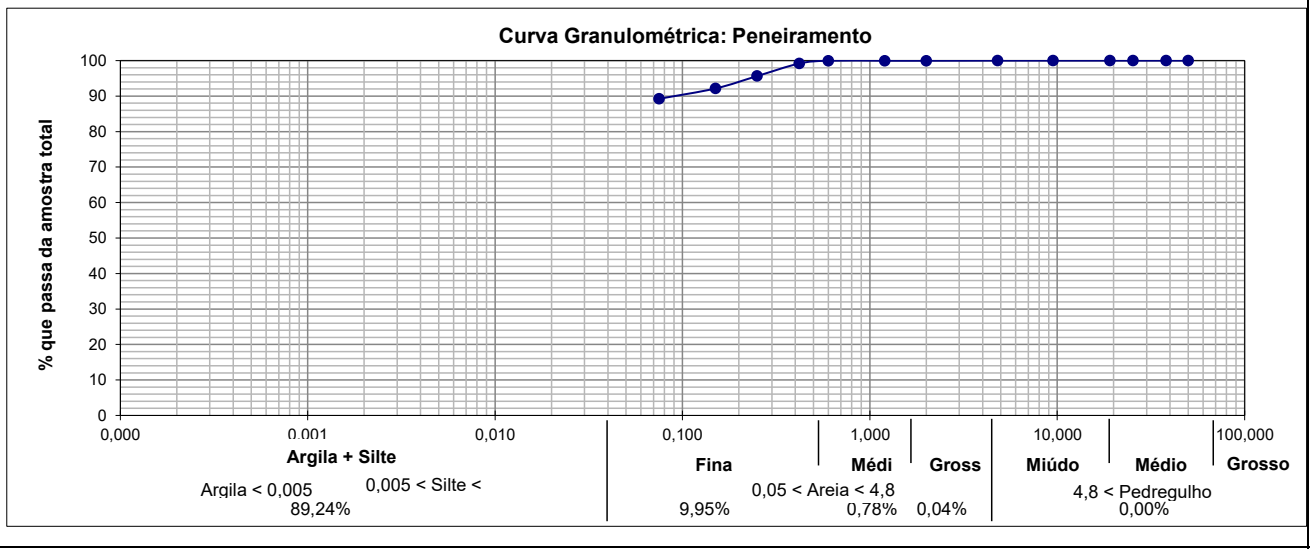
Amostra parcial úmida	g	75,41
Amostra parcial seca	g	71,97

PENEIRAMENTO - AMOSTRA TOTAL

Peneiras		Am. Seca (g)		% Passando
Nº	**mm**	**Retido**	**Passado**	**Am. Total**
2"	**50**	0,00	994,57	100,00
1 1/2"	**38,1**	0,00	994,57	100,00
1"	**25,4**	0,00	994,57	100,00
3/4"	**19,1**	0,00	994,57	100,00
3/8"	**9,5**	0,00	994,57	100,00
4	**4,8**	0,00	994,57	100,00
10	**2,0**	0,36	994,21	99,96

PENEIRAMENTO - AMOSTRA PARCIAL

Peneiras		Am. seca (g)		% Passando	
Nº	**mm**	**Ret.**	**Pass.**	**Am. Parcial**	**Am. Total**
16	**1,2**	0,00	71,97	100,00	99,96
30	**0,6**	0,00	71,97	100,00	99,96
40	**0,42**	0,56	71,41	99,22	99,19
60	**0,25**	2,55	68,86	95,68	95,64
100	**0,15**	2,51	66,35	92,19	92,16
200	**0,075**	2,10	64,25	89,27	89,24



Certificado de Ensaio Nº
090A.S13.SO

Prefeitura de Guapirama - PR

Rev. Nº: R0
Data: 23/10/2025

ENSAIOS DE GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO, ÍNDICES FÍSICOS E CLASSIFICAÇÃO (SOLOS)

Obra	Coleta (coordenadas)	Cliente
Pavimentação	23°30'36.94"S 50° 3'2.71"O	Prefeitura de Guapirama - PR
	Condição da amostra: ☑ Informe ☐ Conforme	Localização: Guapirama - PR
Nº Reg. (amostra): 090A.S13.SO — Material: Solos	Procedimento: Sondagem a Trado	Data de amostragem: 06/10/2025
	Horizonte (m): 0,0 a 2,0	Data de ensaio: 23/10/2025

ÍNDICES DE FÍSICOS (LIMITES DE ATTERBERG)

		LIMITE DE LIQUIDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE				
Capsula nº.		134	39	111	75	99	139	124	60	23	16
Cápsula + Solo Úmido	g	38,41	24,91	27,52	33,35	39,16	18,07	16,03	17,16	17,69	17,91
Cápsula + Solo Seco	g	30,44	21,49	22,87	26,38	29,99	17,17	15,38	16,54	16,70	17,13
Peso da Cápsula	g	13,01	14,18	13,41	13,12	12,65	14,35	13,40	14,70	13,74	14,72
Peso da Água	g	7,97	3,42	4,65	6,97	9,17	0,90	0,65	0,62	0,99	0,78
Peso do Solo Seco	g	17,43	7,31	9,46	13,26	17,34	2,82	1,98	1,84	2,96	2,41
Porcentagem de Água	%	**45,7**	**46,8**	**49,2**	**52,6**	**52,9**	**31,9**	**32,8**	**33,7**	**33,4**	**32,4**
Nº de Golpes		51	39	31	19	10	Nº de pontos aproveitados				
Valores para cálculo do índice de grupo (IG):		a	b	c	d						
		40,0	40,0	10,4	7,6						

Gráfico do Limite de Liquidez - LL (%)

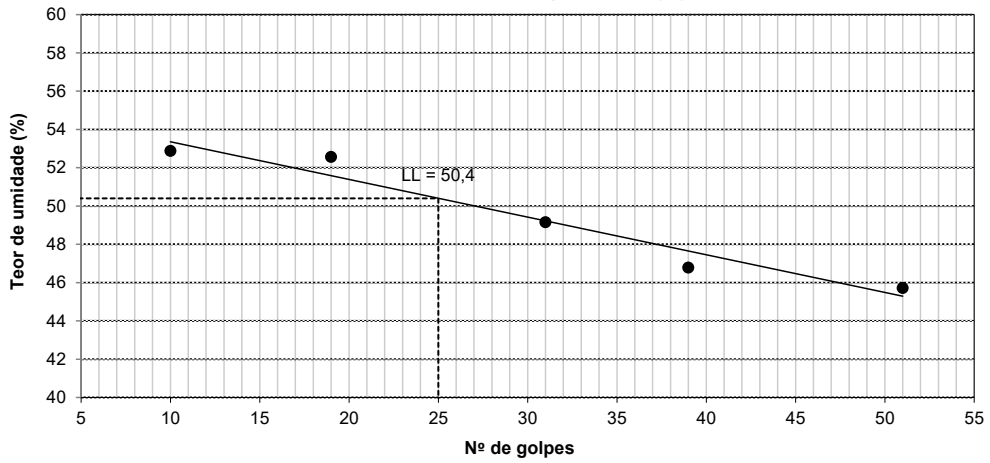
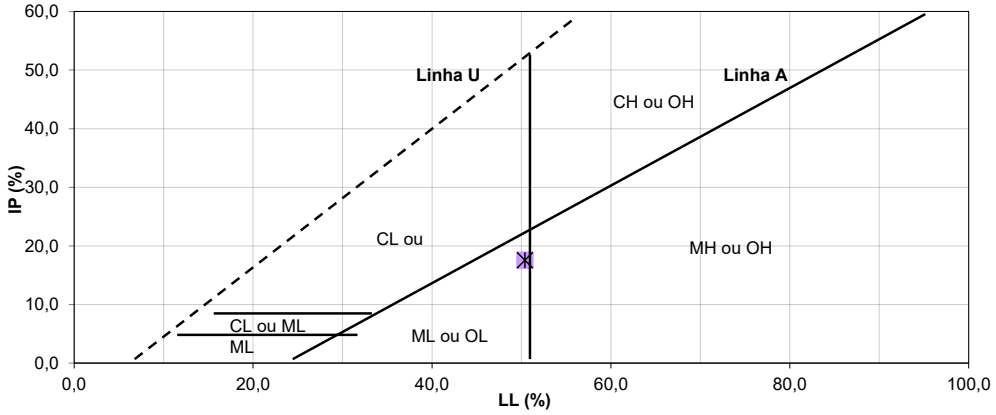


Gráfico de Plasticidade de Casagrande (solos finos)



RESULTADOS

Análise Granulométrica	
Pedregulho	0,00 %
Areia Grossa	0,04 %
Areia Média	0,78 %
Areia Fina	9,95 %
Argila + Silte	89,24 %
TOTAL	100,00 %

Limites de Atterberg	
LL	50,4 %
LP	32,8 %
IP	17,6 %

Classificação do material	
IG	13
HRB	A-7-5
SUCS	MH

CALIBRAÇÃO RBC

BAL-01, BAL-02, BAL-03
Certificado de Calibração
Nº 18715 e 18714, 18713

CG-01
Certificado de Calibração
Nº 18697

ES-01
Certificado de Calibração
Nº 18703

NOTA IMPORTANTE

Os resultados deste ensaio têm significação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) ensaiada(s).s).

Resultados	Análise Granulométrica				Classificação do Material	
090A.S13.SO	Pedregulho	0,00 %	Areia Fina	9,95 %	IG: 13	Solo argiloso
	Areia Grossa	0,04 %	Argila + Silte	89,24 %	HRB: A-7-5	
	Areia Média	0,78 %			SUCS: MH	

ATP ENGENHARIA VIÁRIA
Assessoria Técnica em Pavimentação Ltda Epp.
CNPJ – 04385896/0001-25
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

Certificado de Ensaio Nº
090A.S13.SO

Prefeitura de Guapirama - PR

Rev. Nº: R0
Data: 23/10/2025

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO (PROCTOR), EXPANSÃO E ISC/CBR (SOLOS)

Obra	Coleta (coordenadas)	Cliente
Pavimentação	23°30'36.94"S 50° 3'2.71"O	Prefeitura de Guapirama - PR
	Condição da amostra	**Localização**
	☑ onforme ☐ ão Conforme	Guapirama - PR
Nº Reg. (amostra) / **Material**	**Procedimento**	**Data de amostragem**
090A.S13.SO / **Solos**	Sondagem a Trado	06/10/2025
	Horizonte (m)	**Data de ensaio**
	0,0 a 2,0	23/10/2025

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

Água acrescentada	ml	700	800	900	1000	1100	**Energia**
Cilindro nº.		9	42	3	51	10	Normal
Cilindro + Solo Úmido	g	8.237	7.847	8.602	8.395	8.276	**Nº. golpes:** 12
Peso do Cilindro	g	4.692	3.924	4.552	4.376	4.396	**Nº. camadas:** 5
Peso do Solo Úmido	g	3.545	3.923	4.050	4.019	3.880	**H. amostra:** 11,42
Volume do Cilindro	cm³	2.055	2.108	2.088	2.083	2.070	**Soquete:** Grande
Densidade Úmida	g/cm³	1,725	1,861	1,940	1,929	1,875	**Cilindro:** Grande
Cápsula nº.		101	25	66	93	5	**Disco:** 2 1/2"
Cápsula + Solo Úmido	g	159,66	117,13	144,77	156,73	115,55	
Cápsula + Solo Seco	g	142,54	103,97	125,60	133,75	98,33	
Peso da Água	g	17,12	13,16	19,17	22,98	17,22	**W. ótima (%)**
Tara da Cápsula	g	22,48	24,86	22,78	22,09	22,17	**18,7**
Peso do Solo Seco	g	120,06	79,11	102,82	111,66	76,16	
Teor de Umidade	%	**14,3**	**16,6**	**18,6**	**20,6**	**22,6**	**D.Máx. (g/cm³)**
Densidade Seca	g/cm³	**1,510**	**1,596**	**1,635**	**1,600**	**1,529**	**1,635**

ENSAIO DE EXPANSÃO

	Hora	Tempo	Leitura (mm)	Leitura (mm)	Leitura (mm)	Leitura (mm)	Leitura (mm)	**CBR (%)**
Data inicial	**9:00**	**0 h**	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**10,1**
Data final	**9:00**	**96 h**	1,28	1,15	1,13	1,05	1,03	**Expansão (%)**
% de Expansão			**0,25**	**0,13**	**0,11**	**0,04**	**0,03**	**0,1**

CBR - ENSAIO DE ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA

Cilindro nº.		9		42		3		51		10		**Prensa CBR Nº 01**
Tempo (minutos)	**Pen.** (mm)	**Leitura / Pressão**										
		mm	kg/cm²	mm	kg/cm²	mm	kg/cm²	mm	kg/cm²	mm	kg/cm²	
0,5	**0,63**	6,0	**0,5**	36,0	**3,3**	43,0	**3,9**	16,0	**1,5**	9,0	**0,8**	
1,0	**1,27**	9,0	**0,8**	41,0	**3,7**	58,0	**5,3**	21,0	**1,9**	14,0	**1,3**	Anel Dinamométrico AD-01
1,5	**1,90**	10,0	**0,9**	46,0	**4,2**	61,0	**5,6**	27,0	**2,5**	17,0	**1,5**	Certificado Nº 17111
2,0	**2,54**	21,0	**1,9**	61,0	**5,6**	78,0	**7,1**	34,0	**3,1**	21,0	**1,9**	Constante do anel 0,091
3,0	**3,81**	26,0	**2,4**	67,0	**6,1**	86,0	**7,8**	39,0	**3,5**	25,0	**2,3**	
4,0	**5,08**	31,0	**2,8**	70,0	**6,4**	94,0	**8,6**	42,0	**3,8**	31,0	**2,8**	
6,0	**7,62**	34,0	**3,1**	74,0	**6,7**	106,0	**9,6**	44,0	**4,0**	38,0	**3,5**	
8,0	**10,16**	37,0	**3,4**	75,0	**6,8**	109,0	**9,9**	51,0	**4,6**	32,0	**2,9**	Relógio Comparador RC-01-AD02
Pressão corrig.	**P/ 2,54 mm**	**PC=**	**2,4**	**PC=**	**5,6**	**PC=**	**7,1**	**PC=**	**3,1**	**PC=**	**1,9**	Certificado Nº 18712
	P/ 5,08 mm	**PC'=**	**3,0**	**PC'=**	**6,4**	**PC'=**	**8,6**	**PC'=**	**3,8**	**PC'=**	**2,8**	RC-02-AD02
ISC (CBR) corrig.	**PC/0,7031**	**ISC=**	**3,4**	**ISC=**	**7,9**	**ISC=**	**10,1**	**ISC=**	**4,4**	**ISC=**	**2,7**	Certificado Nº 18711
	PC/1,0546	**ISC'=**	**2,8**	**ISC'=**	**6,0**	**ISC'=**	**8,1**	**ISC'=**	**3,6**	**ISC'=**	**2,7**	
CBR		**3,4**		**7,9**		**10,1**		**4,4**		**2,7**		

ATP ENGENHARIA VIÁRIA
Assessoria Técnica em Pavimentação Ltda Epp.
CNPJ – 04385896/0001-25
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

Certificado de Ensaio Nº
090A.S13.SO

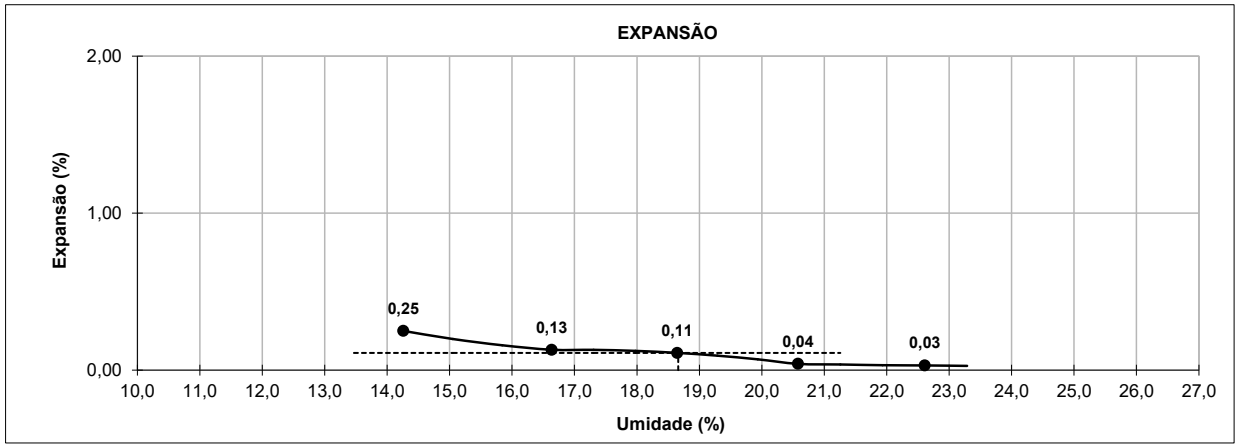
Prefeitura de Guapirama - PR

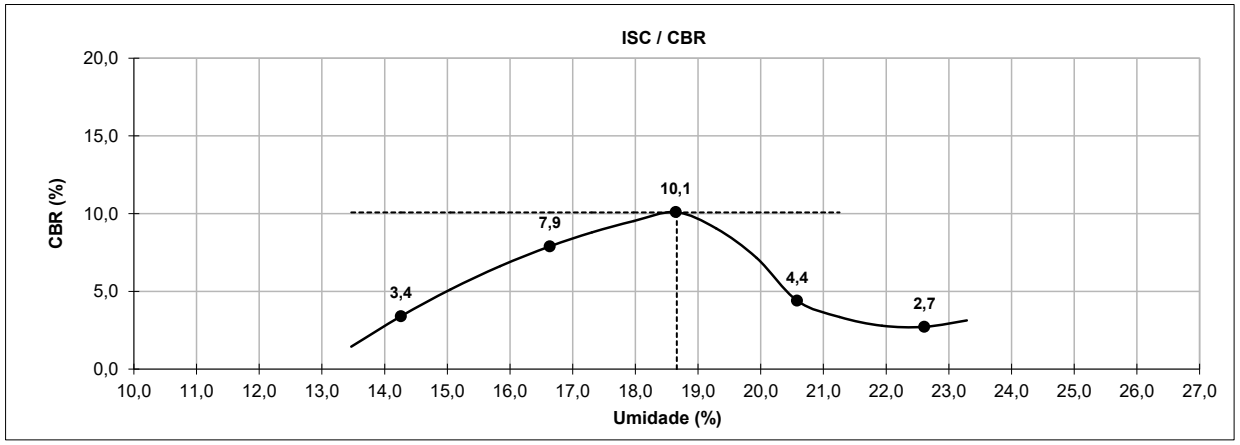
Rev. Nº: R0
Data: 23/10/2025

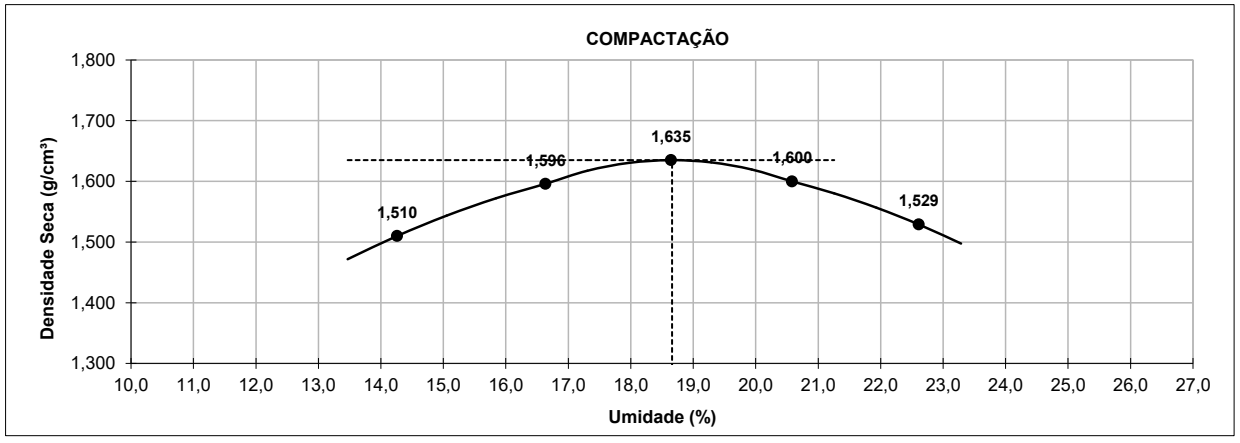
ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO (PROCTOR), EXPANSÃO E ISC/CBR (SOLOS)

Obra		Coleta (coordenadas)	Cliente
Pavimentação		23°30'36.94"S 50° 3'2.71"O	Prefeitura de Guapirama - PR
		Condição da amostra	**Localização**
		☑ onforme ☐ ão Conforme	Guapirama - PR
Nº Reg. (amostra)	**Material**	**Procedimento**	**Data de amostragem**
090A.S13.SO	**Solos**	Sondagem a Trado	06/10/2025
		Horizonte (m)	**Data de ensaio**
		0,0 a 2,0	23/10/2025

GRÁFICOS DE EXPANSÃO, CBR E COMPACTAÇÃO







ATP ENGENHARIA VIÁRIA
Assessoria Técnica em Pavimentação Ltda Epp.
CNPJ – 04385896/0001-25
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

Certificado de Ensaio Nº
090A.S13.SO

Prefeitura de Guapirama - PR

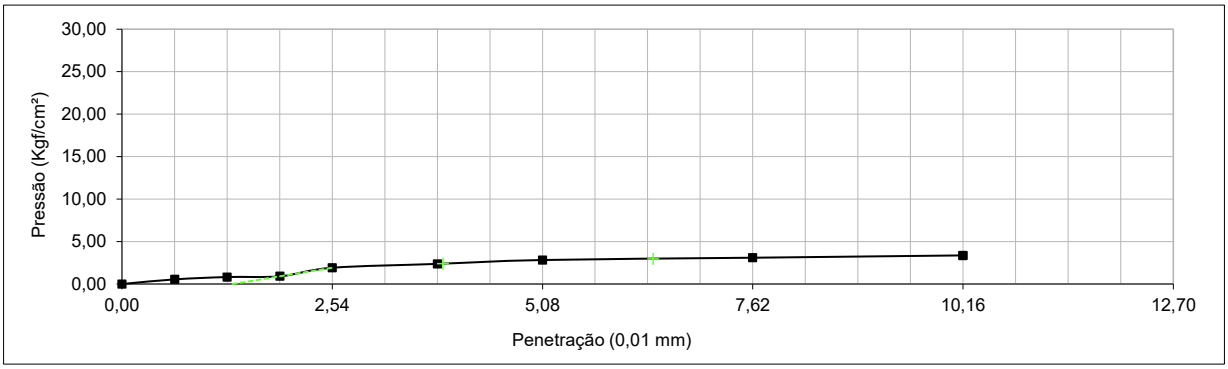
Rev. Nº: R0
Data: 23/10/2025

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO (PROCTOR), EXPANSÃO E ISC/CBR (SOLOS)

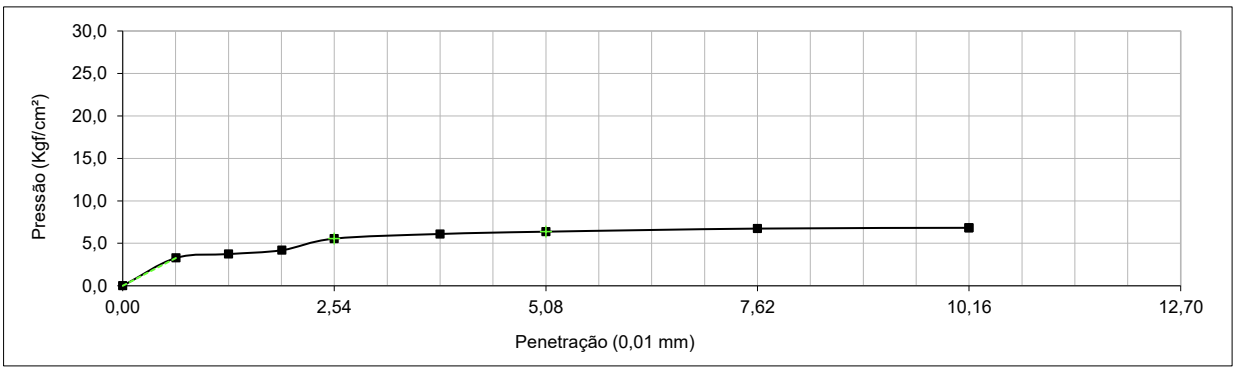
Obra		Coleta (coordenadas)	Cliente
Pavimentação		23°30'36.94"S 50° 3'2.71"O	Prefeitura de Guapirama - PR
		Condição da amostra	**Localização**
		☑ onforme ☐ ão Conforme	Guapirama - PR
Nº Reg. (amostra)	**Material**	**Procedimento**	**Data de amostragem**
090A.S13.SO	**Solos**	Sondagem a Trado	06/10/2025
		Horizonte (m)	**Data de ensaio**
		0,0 a 2,0	23/10/2025

CURVAS DE PRESSÃO / PENETRAÇÃO (CBR)

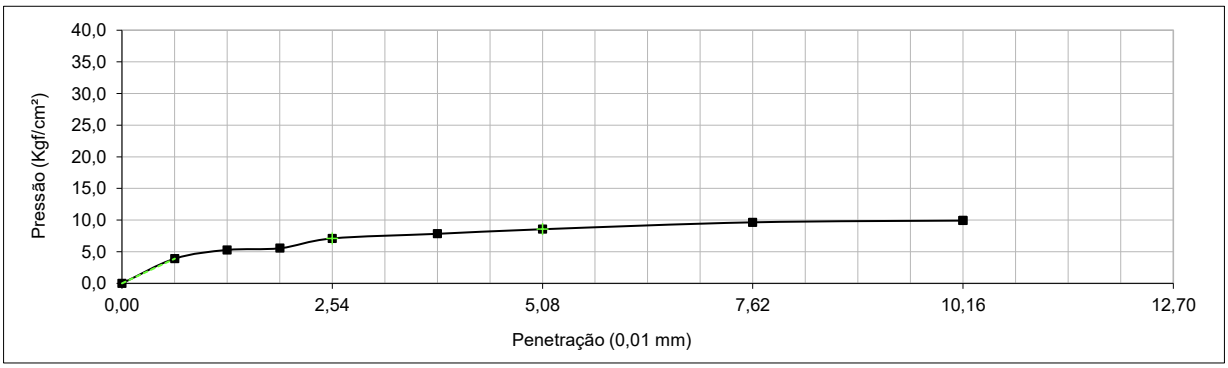
Cilindro Nº 9



Cilindro Nº 42



Cilindro Nº 3



ATP ENGENHARIA VIÁRIA
Assessoria Técnica em Pavimentação Ltda Epp.
CNPJ – 04385896/0001-25
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

Certificado de Ensaio Nº
090A.S13.SO

Prefeitura de Guapirama - PR

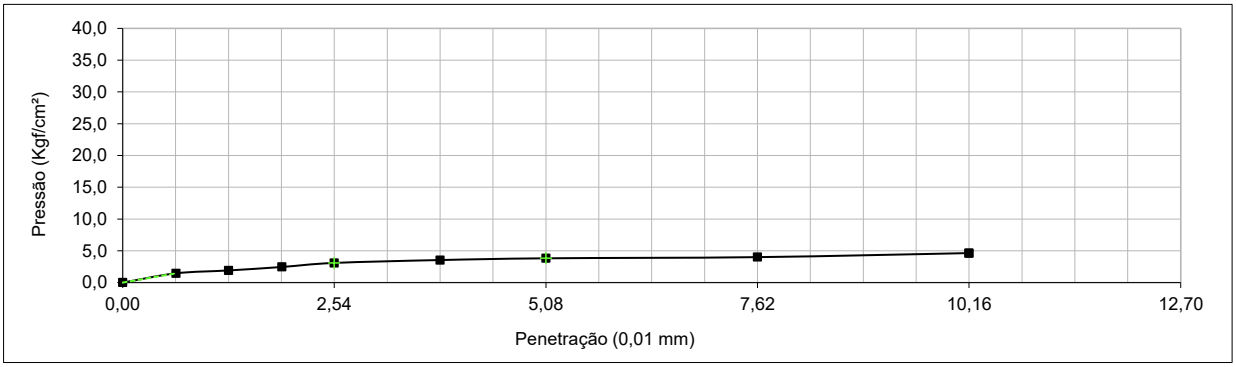
Rev. Nº: R0
Data: 23/10/2025

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO (PROCTOR), EXPANSÃO E ISC/CBR (SOLOS)

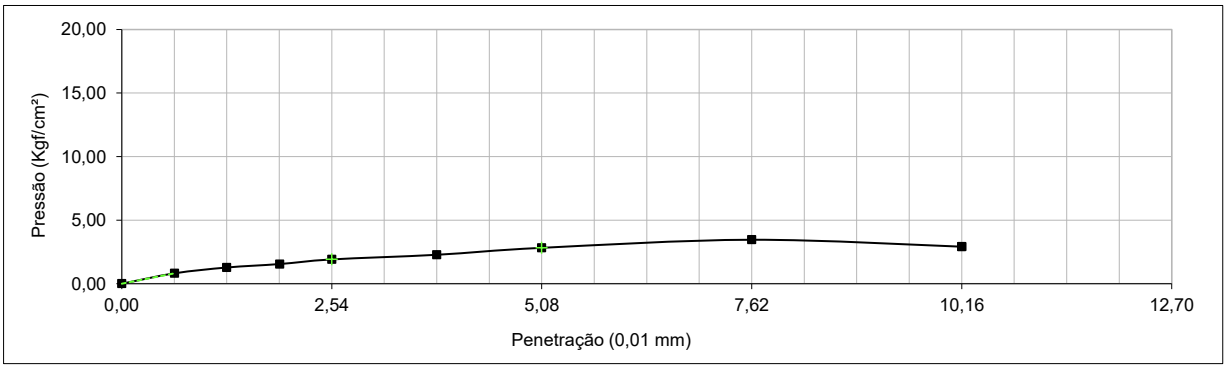
Obra		Coleta (coordenadas)	Cliente
Pavimentação		23°30'36.94"S 50° 3'2.71"O	Prefeitura de Guapirama - PR
		Condição da amostra	**Localização**
		☑ onforme ☐ ão Conforme	Guapirama - PR
Nº Reg. (amostra)	**Material**	**Procedimento**	**Data de amostragem**
090A.S13.SO	**Solos**	Sondagem a Trado	06/10/2025
		Horizonte (m)	**Data de ensaio**
		0,0 a 2,0	23/10/2025

CURVAS DE PRESSÃO / PENETRAÇÃO (CBR)

Cilindro Nº 51



Cilindro Nº 10



Resultados: 090A.S13.SO	W. ótima (%)	Dens. Máxima (g/cm³)	CBR (%)	Expansão (%)
	18,7	1,635	10,1	0,1

Conclusão:	Material com baixo índice de expansividade, sendo permitido, conforme recomendações técnicas (Manual do DNIT), exercer função estrutural como sub-leito (expansão < 2,0%). Valor de CBR dentro do esperado para solos finos encontrados na região, compactados conforme energia adotada no ensaio de laboratório.
Referências:	Ensaio de Compactação: DNIT 164/2013-ME; NBR 7182:2016; Ensaio de CBR e Expansão: DNIT 172/2016-ME; NBR 9895:2016; Ensaio de Granulometria: DNER-ME 080/94; ANBR 7181:2018; Ensaio de Limite de Liquidez: DNER-ME 122/94; Ensaio de Limite de Plasticidade: DNER-ME 082/94;

Equipe:	Marcelo Luciano Tofalini RG Nº 7.846.698-7 Laboratorista	Felipe H. Westphal Eng. Civil CREA PR-186228/D

Certificado de Ensaio Nº
090A.S14.SO

Prefeitura de Guapirama - PR

Rev. Nº: R0
Data: 23/10/2025

ENSAIOS DE GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO, ÍNDICES FÍSICOS E CLASSIFICAÇÃO (SOLOS)

Obra	Coleta (coordenadas)	Cliente
Pavimentação	23°30'39.90"S 50° 3'4.48"O	Prefeitura de Guapirama - PR
	Condição da amostra ☑ Conforme ☐ Não Conforme	**Localização** Guapirama - PR
Nº Reg. (amostra) / **Material**	**Procedimento**	**Data de amostragem**
090A.S14.SO / **Solos**	Sondagem a Trado	06/10/2025
	Horizonte (m)	**Data de ensaio**
	0,0 a 2,0	23/10/2025

GRANULOMETRIA (PENEIRAMENTO)

UMIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula nº.		98	114	72
Solo úm. + cáp.	g	127,23	126,64	137,91
Solo seco + cáp	g	125,42	124,84	135,91
Tara da cáp.	g	22,40	21,01	21,96
Peso da agua	g	1,81	1,80	2,00
Solo Seco	g	103,02	103,83	113,95
Umidade	%	1,76	1,73	1,76
Média	%	1,75		
Fator de correção		0,9828		

AMOSTRA TOTAL

Amostra total úmida (seca ao ar)	g	1007,05
Amostra total seca	g	989,75
Material total retido na #10	g	0,24

AMOSTRA PARCIAL

Amostra parcial úmida	g	121,89
Amostra parcial seca	g	119,80

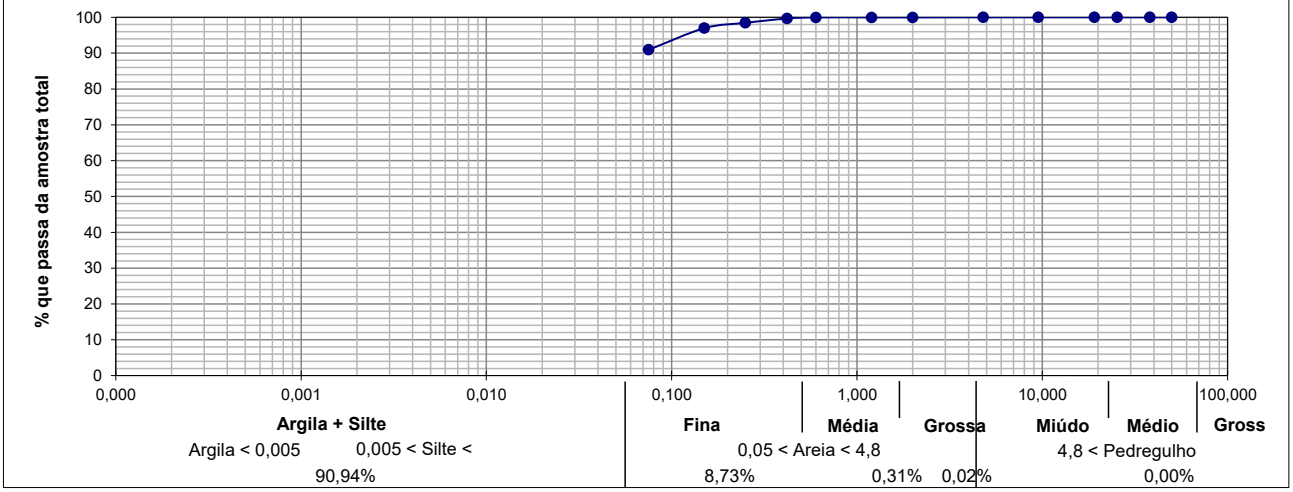
PENEIRAMENTO - AMOSTRA TOTAL

Peneiras		Am. Seca (g)		% Passando
Nº	**mm**	**Retido**	**Passado**	**Am. Total**
2"	**50**	0,00	989,75	100,00
1 1/2"	**38,1**	0,00	989,75	100,00
1"	**25,4**	0,00	989,75	100,00
3/4"	**19,1**	0,00	989,75	100,00
3/8"	**9,5**	0,00	989,75	100,00
4	**4,8**	0,00	989,75	100,00
10	**2,0**	0,24	989,51	99,98

PENEIRAMENTO - AMOSTRA PARCIAL

Peneiras		Am. seca (g)		% Passando	
Nº	**mm**	**Ret.**	**Pass.**	**Am. Parcial**	**Am. Total**
16	**1,2**	0,00	119,80	100,00	99,98
30	**0,6**	0,00	119,80	100,00	99,98
40	**0,42**	0,37	119,43	99,69	99,67
60	**0,25**	1,44	117,99	98,49	98,47
100	**0,15**	1,79	116,20	96,99	96,97
200	**0,075**	7,23	108,97	90,96	90,94

Curva Granulométrica: Peneiramento



ATP ENGENHARIA VIÁRIA
Assessoria Técnica em Pavimentação Ltda Epp.
CNPJ – 04385896/0001-25
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

Certificado de Ensaio Nº
090A.S14.SO

Prefeitura de Guapirama - PR

Rev. Nº: R0
Data: 23/10/2025

ENSAIOS DE GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO, ÍNDICES FÍSICOS E CLASSIFICAÇÃO (SOLOS)

Obra	Coleta (coordenadas)	Cliente
Pavimentação	23°30'39.90"S 50° 3'4.48"O	Prefeitura de Guapirama - PR
	Condição da amostra: ☑ Conforme ☐ Não Conforme	Localização: Guapirama - PR
Nº Reg. (amostra) / Material	Procedimento	Data de amostragem
090A.S14.SO / Solos	Sondagem a Trado	06/10/2025
	Horizonte (m)	Data de ensaio
	0,0 a 2,0	23/10/2025

ÍNDICES DE FÍSICOS (LIMITES DE ATTERBERG)

		LIMITE DE LIQUIDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE				
Capsula nº.		23	12	86	129	96	53	122	115	132	54
Cápsula + Solo Úmido	g	29,90	33,61	33,28	34,91	36,75	17,25	15,72	15,73	17,35	17,82
Cápsula + Solo Seco	g	24,92	27,60	26,81	27,76	28,50	16,67	15,07	15,08	16,68	17,04
Peso da Cápsula	g	13,74	14,56	13,39	13,99	13,26	14,96	13,13	13,24	14,68	14,77
Peso da Água	g	4,98	6,01	6,47	7,15	8,25	0,58	0,65	0,65	0,67	0,78
Peso do Solo Seco	g	11,18	13,04	13,42	13,77	15,24	1,71	1,94	1,84	2,00	2,27
Porcentagem de Água	%	**44,5**	**46,1**	**48,2**	**51,9**	**54,1**	**33,9**	**33,5**	**35,3**	**33,5**	**34,4**
Nº de Golpes		51	42	31	20	9	Nº de pontos aproveitados				
Valores para cálculo do índice de grupo (IG):		a	b	c	d						
		40,0	40,0	10,3	6,2						

Gráfico do Limite de Liquidez - LL (%)

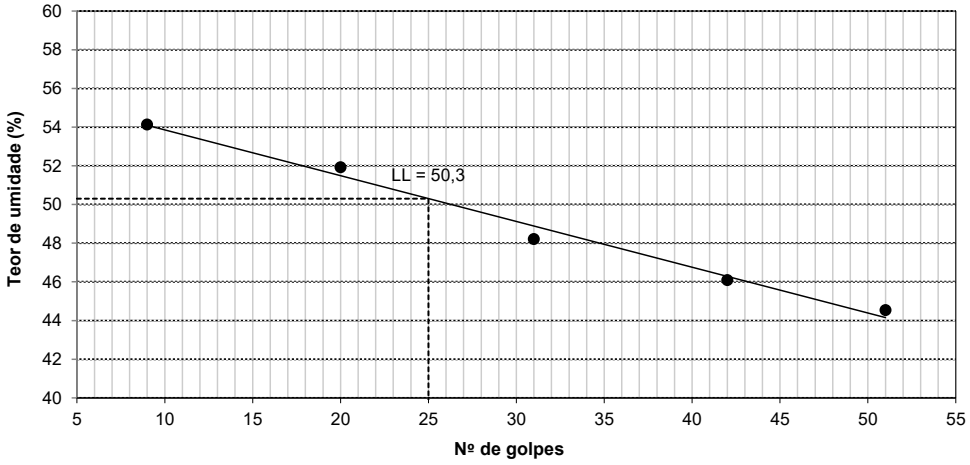
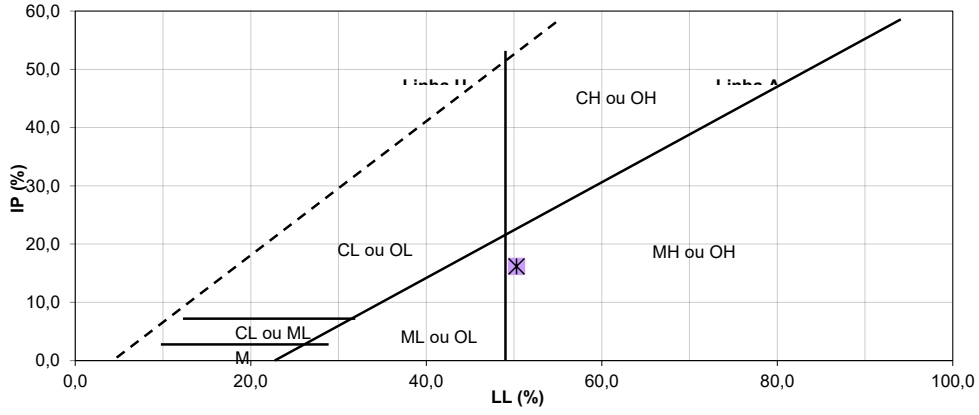


Gráfico de Plasticidade de Casagrande (solos finos)



RESULTADOS

Análise Granulométrica	
Pedregulho	0,00 %
Areia Grossa	0,02 %
Areia Média	0,31 %
Areia Fina	8,73 %
Argila + Silte	90,94 %
TOTAL	100,00 %

Limites de Atterberg	
LL	50,3 %
LP	34,1 %
IP	16,2 %

Classificação do material	
IG	13
HRB	A-7-5
SUCS	MH

CALIBRAÇÃO RBC

BAL-01, BAL-02, BAL-03
Certificado de Calibração
Nº 18715 e 18714, 18713

CG-01
Certificado de Calibração
Nº 18697

ES-01
Certificado de Calibração
Nº 18703

NOTA IMPORTANTE

Os resultados deste ensaio têm significação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) ensaiada(s).s).

Resultados	Análise Granulométrica				Classificação do Material	
090A.S14.SO	Pedregulho	0,00 %	Areia Fina	8,73 %	IG: 13	Solo argiloso
	Areia Grossa	0,02 %	Argila + Silte	90,94 %	HRB: A-7-5	
	Areia Média	0,31 %			SUCS: MH	

ATP ENGENHARIA VIÁRIA
Assessoria Técnica em Pavimentação Ltda Epp.
CNPJ – 04385896/0001-25
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

Certificado de Ensaio Nº
090A.S14.SO

Prefeitura de Guapirama - PR

Rev. Nº: R0
Data: 23/10/2025

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO (PROCTOR), EXPANSÃO E ISC/CBR (SOLOS)

Obra	Coleta (coordenadas)	Cliente
Pavimentação	23°30'39.90"S 50° 3'4.48"O	Prefeitura de Guapirama - PR
	Condição da amostra ☑ Conforme ☐ Não Conforme	**Localização** Guapirama - PR
Nº Reg. (amostra) / **Material**	**Procedimento**	**Data de amostragem**
090A.S14.SO / **Solos**	Sondagem a Trado	06/10/2025
	Horizonte (m)	**Data de ensaio**
	0,0 a 2,0	23/10/2025

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

Água acrescentada	ml	700	800	900	1000	1100	**Energia**
Cilindro nº.		25	43	28	46	5	Normal
Cilindro + Solo Úmido	g	7.492	7.780	8.306	8.354	8.176	**Nº. golpes:** 12
Peso do Cilindro	g	3.865	3.940	4.269	4.332	4.246	**Nº. camadas:** 5
Peso do Solo Úmido	g	3.627	3.840	4.037	4.022	3.930	**H. amostra:** 11,42
Volume do Cilindro	cm³	2.068	2.063	2.089	2.083	2.075	**Soquete:** Grande
Densidade Úmida	g/cm³	1,754	1,861	1,933	1,931	1,894	**Cilindro:** Grande
Cápsula nº.		94	21	58	22	15	**Disco:** 2 1/2"
Cápsula + Solo Úmido	g	139,84	155,46	135,01	146,49	134,05	
Cápsula + Solo Seco	g	124,25	136,49	117,56	125,16	113,28	
Peso da Água	g	15,59	18,97	17,45	21,33	20,77	**W. ótima (%)**
Tara da Cápsula	g	22,43	23,94	25,96	23,62	23,43	**19,0**
Peso do Solo Seco	g	101,82	112,55	91,60	101,54	89,85	
Teor de Umidade	%	**15,3**	**16,9**	**19,1**	**21,0**	**23,1**	**D.Máx. (g/cm³)**
Densidade Seca	g/cm³	**1,521**	**1,593**	**1,624**	**1,596**	**1,538**	**1,624**

ENSAIO DE EXPANSÃO

	Hora	Tempo	Leitura (mm)	Leitura (mm)	Leitura (mm)	Leitura (mm)	Leitura (mm)	**CBR (%)**
Data inicial	**9:00**	**0 h**	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**9,9**
Data final	**9:00**	**96 h**	1,42	1,25	1,13	1,09	1,02	**Expansão (%)**
% de Expansão			**0,37**	**0,22**	**0,11**	**0,08**	**0,02**	**0,1**

CBR - ENSAIO DE ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA

Cilindro nº.		25		43		28		46		5		**Prensa CBR Nº 01**
Tempo (minutos)	**Pen.** (mm)	**Leitura / Pressão**										
		mm	kg/cm²	mm	kg/cm²	mm	kg/cm²	mm	kg/cm²	mm	kg/cm²	
0,5	**0,63**	14,0	**1,3**	22,0	**2,0**	33,0	**3,0**	17,0	**1,5**	8,0	**0,7**	
1,0	**1,27**	19,0	**1,7**	42,0	**3,8**	58,0	**5,3**	32,0	**2,9**	13,0	**1,2**	Anel Dinamométrico AD-01
1,5	**1,90**	24,0	**2,2**	54,0	**4,9**	70,0	**6,4**	42,0	**3,8**	16,0	**1,5**	Certificado Nº 17111
2,0	**2,54**	27,0	**2,5**	62,0	**5,6**	76,0	**6,9**	50,0	**4,6**	22,0	**2,0**	Constante do anel 0,091
3,0	**3,81**	34,0	**3,1**	74,0	**6,7**	90,0	**8,2**	62,0	**5,6**	28,0	**2,5**	
4,0	**5,08**	39,0	**3,5**	84,0	**7,6**	102,0	**9,3**	70,0	**6,4**	32,0	**2,9**	
6,0	**7,62**	51,0	**4,6**	89,0	**8,1**	107,0	**9,7**	74,0	**6,7**	34,0	**3,1**	
8,0	**10,16**	55,0	**5,0**	91,0	**8,3**	110,0	**10,0**	77,0	**7,0**	37,0	**3,4**	Relógio Comparador RC-01-AD02
Pressão corrig.	**P/ 2,54 mm**	**PC=**	**2,5**	**PC=**	**5,6**	**PC=**	**6,9**	**PC=**	**4,6**	**PC=**	**2,1**	Certificado Nº 18712
	P/ 5,08 mm	**PC'=**	**3,5**	**PC'=**	**7,6**	**PC'=**	**9,3**	**PC'=**	**6,4**	**PC'=**	**2,9**	RC-02-AD02
ISC (CBR) corrig.	**PC/0,7031**	**ISC=**	**3,5**	**ISC=**	**8,0**	**ISC=**	**9,8**	**ISC=**	**6,5**	**ISC=**	**3,0**	Certificado Nº 18711
	PC/1,0546	**ISC'=**	**3,4**	**ISC'=**	**7,2**	**ISC'=**	**8,8**	**ISC'=**	**6,0**	**ISC'=**	**2,8**	
CBR		**3,5**		**8,0**		**9,8**		**6,5**		**3,0**		

ATP ENGENHARIA VIÁRIA
Assessoria Técnica em Pavimentação Ltda Epp.
CNPJ – 04385896/0001-25
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

Certificado de Ensaio Nº
090A.S14.SO

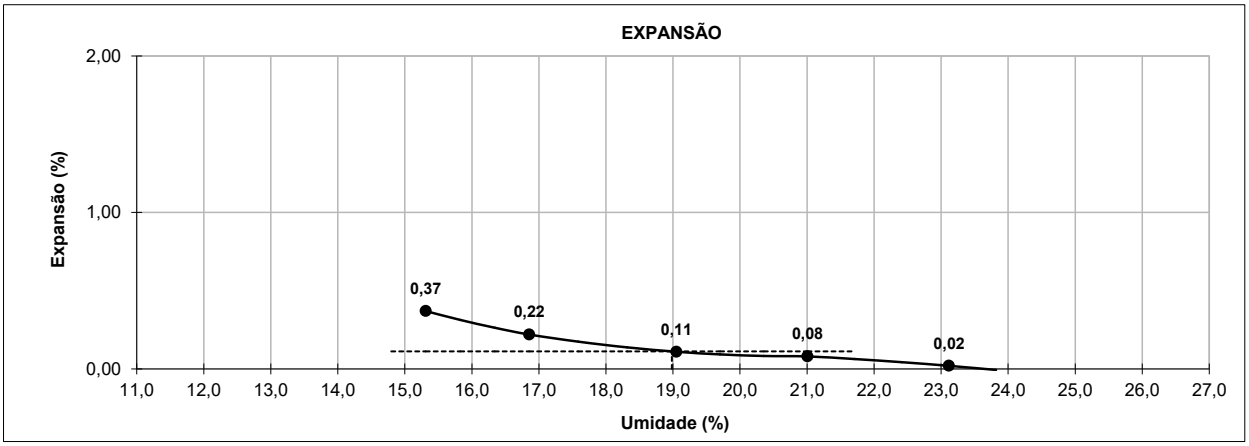
Prefeitura de Guapirama - PR

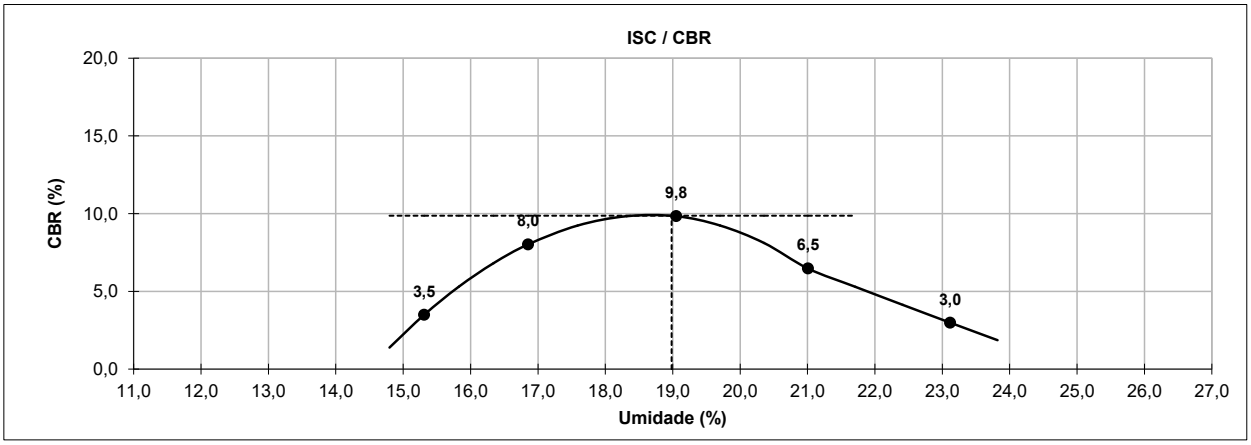
Rev. Nº: R0
Data: 23/10/2025

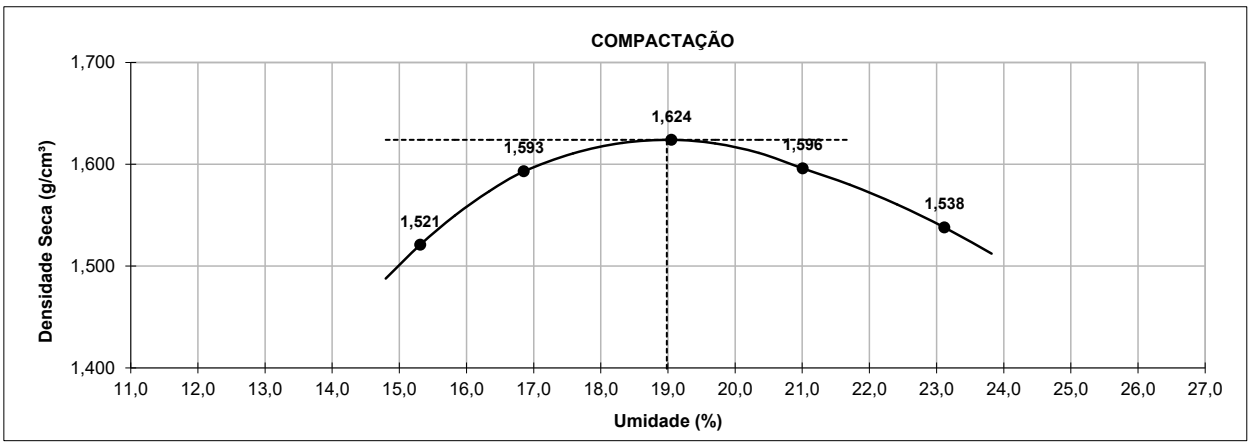
ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO (PROCTOR), EXPANSÃO E ISC/CBR (SOLOS)

Obra	Coleta (coordenadas)	Cliente
Pavimentação	23°30'39.90"S 50° 3'4.48"O	Prefeitura de Guapirama - PR
	Condição da amostra ☑ Conforme ☐ Não Conforme	**Localização** Guapirama - PR
Nº Reg. (amostra) / **Material**	**Procedimento**	**Data de amostragem**
090A.S14.SO / **Solos**	Sondagem a Trado	06/10/2025
	Horizonte (m)	**Data de ensaio**
	0,0 a 2,0	23/10/2025

GRÁFICOS DE EXPANSÃO, CBR E COMPACTAÇÃO







ATP ENGENHARIA VIÁRIA
Assessoria Técnica em Pavimentação Ltda Epp.
CNPJ – 04385896/0001-25
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

Certificado de Ensaio Nº
090A.S14.SO

Prefeitura de Guapirama - PR

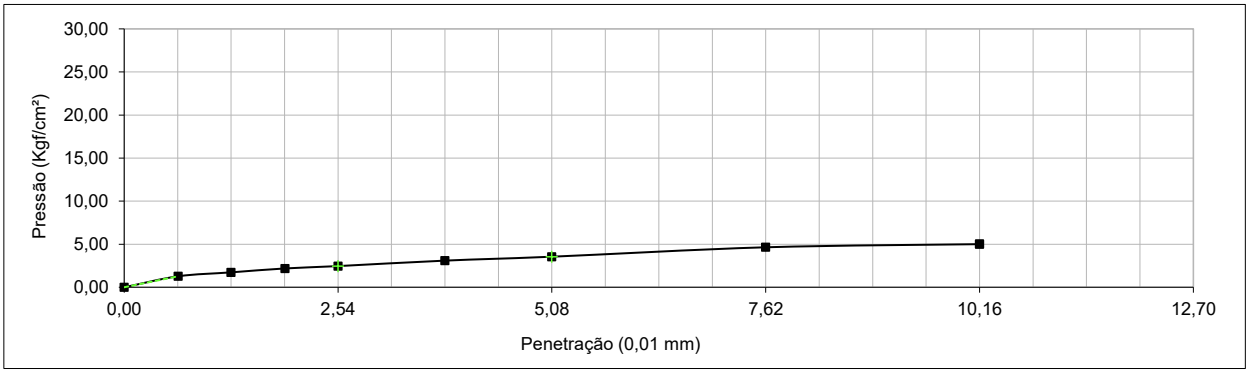
Rev. Nº: R0
Data: 23/10/2025

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO (PROCTOR), EXPANSÃO E ISC/CBR (SOLOS)

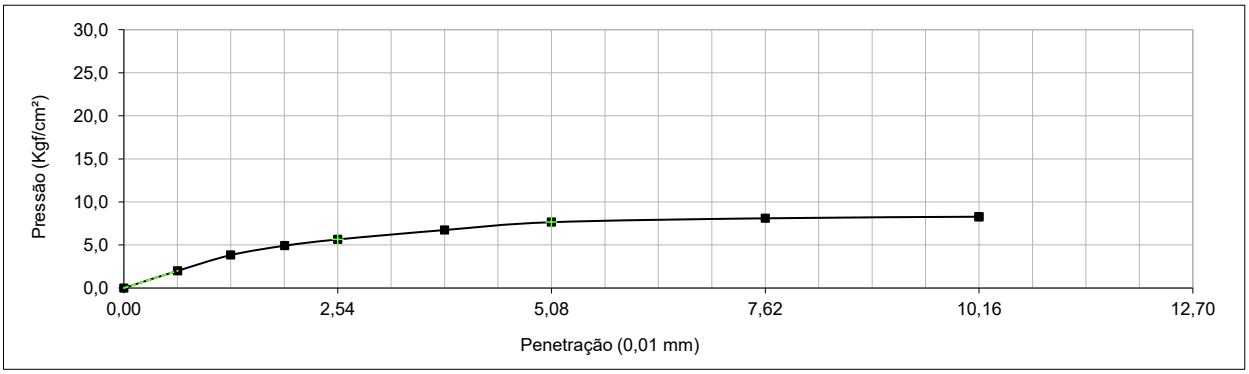
Obra		Coleta (coordenadas)	Cliente
Pavimentação		23°30'39.90"S 50° 3'4.48"O	Prefeitura de Guapirama - PR
		Condição da amostra	**Localização**
		☑ Conforme ☐ Não Conforme	Guapirama - PR
Nº Reg. (amostra)	**Material**	**Procedimento**	**Data de amostragem**
090A.S14.SO	**Solos**	Sondagem a Trado	06/10/2025
		Horizonte (m)	**Data de ensaio**
		0,0 a 2,0	23/10/2025

CURVAS DE PRESSÃO / PENETRAÇÃO (CBR)

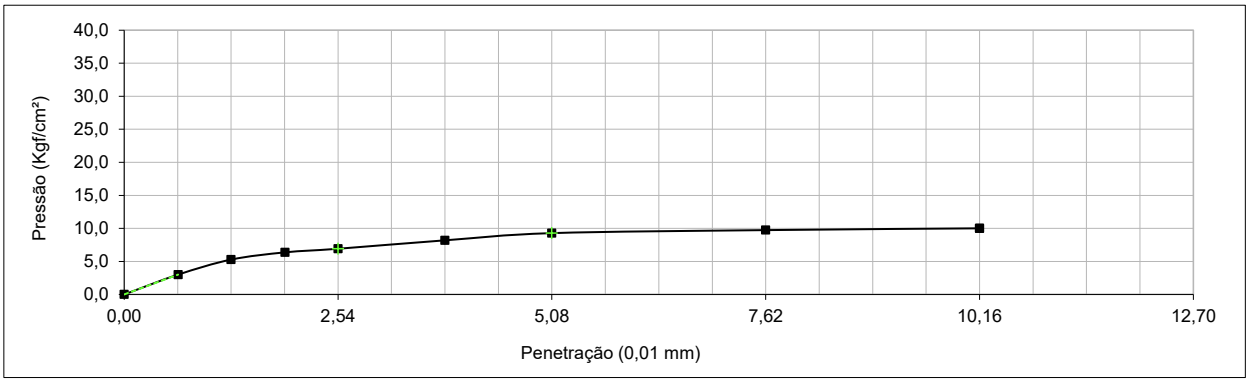
Cilindro Nº 25



Cilindro Nº 43



Cilindro Nº 28



ATP ENGENHARIA VIÁRIA
Assessoria Técnica em Pavimentação Ltda Epp.
CNPJ – 04385896/0001-25
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

Certificado de Ensaio Nº
090A.S14.SO

Prefeitura de Guapirama - PR

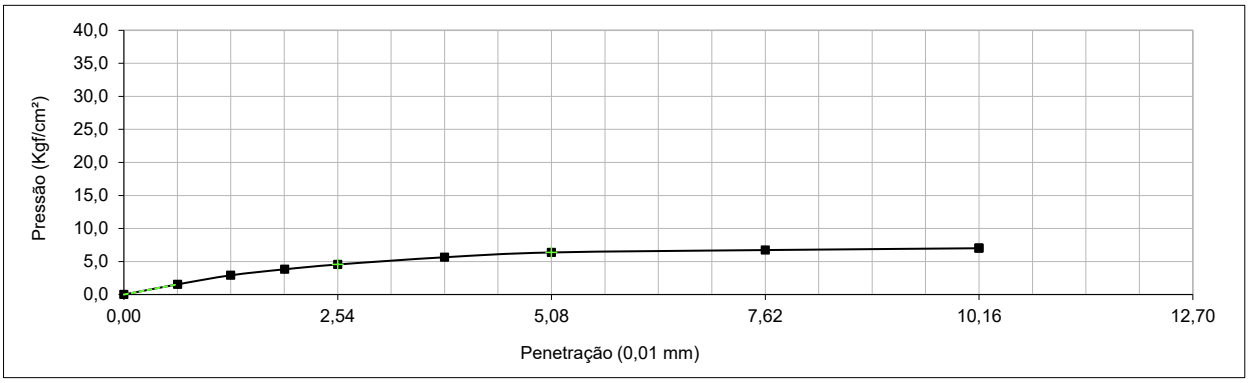
Rev. Nº: R0
Data: 23/10/2025

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO (PROCTOR), EXPANSÃO E ISC/CBR (SOLOS)

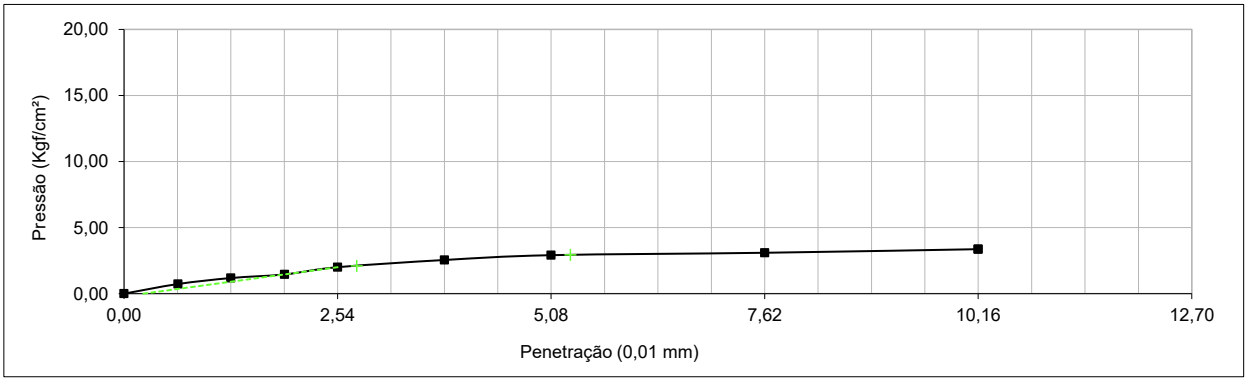
Obra		Coleta (coordenadas)	Cliente
Pavimentação		23°30'39.90"S 50° 3'4.48"O	Prefeitura de Guapirama - PR
		Condição da amostra ☑ Conforme ☐ Não Conforme	**Localização** Guapirama - PR
Nº Reg. (amostra)	**Material**	**Procedimento**	**Data de amostragem**
090A.S14.SO	**Solos**	Sondagem a Trado	06/10/2025
		Horizonte (m)	**Data de ensaio**
		0,0 a 2,0	23/10/2025

CURVAS DE PRESSÃO / PENETRAÇÃO (CBR)

Cilindro Nº 46



Cilindro Nº 5



Resultados: 090A.S14.SO	W. ótima (%)	Dens. Máxima (g/cm³)	CBR (%)	Expansão (%)
	19,0	1,624	9,9	0,1

Conclusão:	Material com baixo índice de expansividade, sendo permitido, conforme recomendações técnicas (Manual do DNIT), exercer função estrutural como sub-leito (expansão < 2,0%). Valor de CBR dentro do esperado para solos finos encontrados na região, compactados conforme energia adotada no ensaio de laboratório.
Referências:	Ensaio de Compactação: DNIT 164/2013-ME; NBR 7182:2016; Ensaio de CBR e Expansão: DNIT 172/2016-ME; NBR 9895:2016; Ensaio de Granulometria: DNER-ME 080/94; ANBR 7181:2018; Ensaio de Limite de Liquidez: DNER-ME 122/94; Ensaio de Limite de Plasticidade: DNER-ME 082/94;

Equipe:		
	Marcelo Luciano Tofalini RG Nº 7.846.698-7 Laboratorista	Felipe H. Westphal Eng. Civil CREA PR-186228/D

Certificado de Ensaio Nº
090A.S15.SO

Prefeitura de Guapirama - PR

Rev. Nº: R0
Data: 31/10/2025

ENSAIOS DE GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO, ÍNDICES FÍSICOS E CLASSIFICAÇÃO (SOLOS)

Obra	Coleta (coordenadas)	Cliente
Pavimentação	23°30'59.74"S 50° 2'57.55"O	Prefeitura de Guapirama - PR
	Condição da amostra	**Localização**
	C☑nforme N☐ Conforme	Guapirama - PR
Nº Reg. (amostra) / **Material**	**Procedimento**	**Data de amostragem**
090A.S15.SO / **Solos**	Sondagem a Trado	06/10/2025
	Horizonte (m)	**Data de ensaio**
	0,0 a 2,0	31/10/2025

GRANULOMETRIA (PENEIRAMENTO)

UMIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula nº.		26	97	96
Solo úm. + cáp.	g	136,43	110,64	111,49
Solo seco + cáp	g	132,14	107,23	108,08
Tara da cáp.	g	23,53	22,55	22,73
Peso da agua	g	4,29	3,41	3,41
Solo Seco	g	108,61	84,68	85,35
Umidade	%	3,95	4,03	4,00
Média	%	3,99		
Fator de correção		0,9616		

AMOSTRA TOTAL

Amostra total úmida (seca ao ar)	g	1004,87
Amostra total seca	g	966,36
Material total retido na #10	g	1,31

AMOSTRA PARCIAL

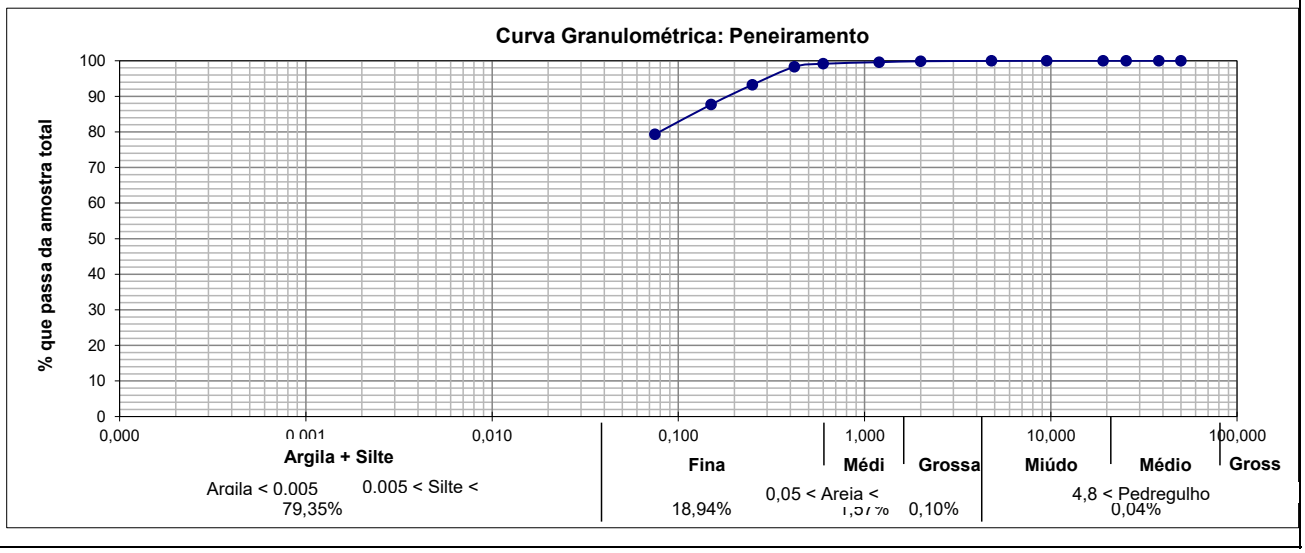
Amostra parcial úmida	g	75,87
Amostra parcial seca	g	72,96

PENEIRAMENTO - AMOSTRA TOTAL

Peneiras		Am. Seca (g)		% Passando
Nº	mm	Retido	Passado	Am. Total
2"	50	0,00	966,36	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	966,36	100,00
1"	25,4	0,00	966,36	100,00
3/4"	19,1	0,00	966,36	100,00
3/8"	9,5	0,00	966,36	100,00
4	4,8	0,37	965,99	99,96
10	2,0	0,94	965,05	99,86

PENEIRAMENTO - AMOSTRA PARCIAL

Peneiras		Am. seca (g)		% Passando	
Nº	mm	Ret.	Pass.	Am. Parcial	Am. Total
16	1,2	0,19	72,77	99,74	99,60
30	0,6	0,33	72,44	99,29	99,15
40	0,42	0,63	71,81	98,42	98,29
60	0,25	3,68	68,13	93,38	93,25
100	0,15	4,05	64,08	87,83	87,71
200	0,075	6,11	57,97	79,45	79,35



ATP ENGENHARIA VIÁRIA
Assessoria Técnica em Pavimentação Ltda Epp.
CNPJ – 04385896/0001-25
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

Certificado de Ensaio Nº
090A.S15.SO

Prefeitura de Guapirama - PR

Rev. Nº: R0
Data: 31/10/2025

ENSAIOS DE GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO, ÍNDICES FÍSICOS E CLASSIFICAÇÃO (SOLOS)

Obra	Coleta (coordenadas)	Cliente
Pavimentação	23°30'59.74"S 50° 2'57.55"O	Prefeitura de Guapirama - PR
	Condição da amostra	**Localização**
	C☑nforme N☐ Conforme	Guapirama - PR
Nº Reg. (amostra) / **Material**	**Procedimento**	**Data de amostragem**
090A.S15.SO / Solos	Sondagem a Trado	06/10/2025
	Horizonte (m)	**Data de ensaio**
	0,0 a 2,0	31/10/2025

ÍNDICES DE FÍSICOS (LIMITES DE ATTERBERG)

		LIMITE DE LIQUIDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE				
Capsula nº.		126	44	46	74	91	100	1	61	101	67
Cápsula + Solo Úmido	g	37,63	33,46	33,98	31,68	38,25	16,88	17,30	16,46	16,20	16,77
Cápsula + Solo Seco	g	31,42	27,92	27,81	25,53	29,25	16,12	16,70	15,91	15,54	16,11
Peso da Cápsula	g	15,53	14,44	13,92	13,11	13,14	13,53	14,67	14,00	13,24	13,78
Peso da Água	g	6,21	5,54	6,17	6,15	9,00	0,76	0,60	0,55	0,66	0,66
Peso do Solo Seco	g	15,89	13,48	13,89	12,42	16,11	2,59	2,03	1,91	2,30	2,33
Porcentagem de Água	%	**39,1**	**41,1**	**44,4**	**49,5**	**55,9**	**29,3**	**29,6**	**28,8**	**28,7**	**28,3**
Nº de Golpes		52	42	30	22	12	**Nº de pontos aproveitados**				
Valores para cálculo do índice de grupo (IG):		**a**	**b**	**c**	**d**						
		40,0	40,0	8,8	9,9						

Gráfico do Limite de Liquidez - LL (%)

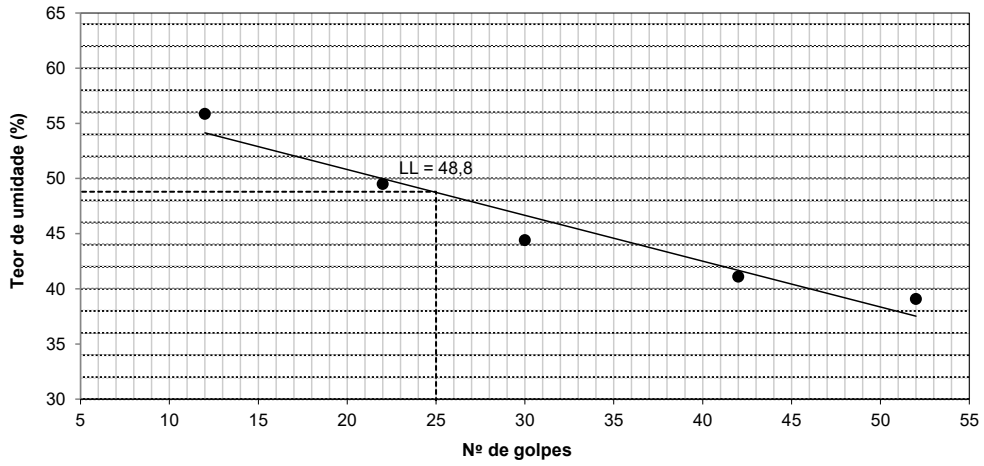
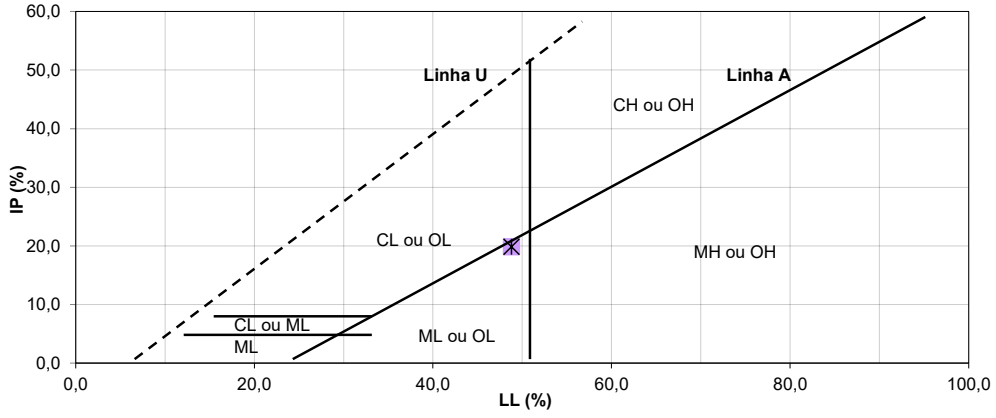


Gráfico de Plasticidade de Casagrande (solos finos)



RESULTADOS

Análise Granulométrica	
Pedregulho	0,04 %
Areia Grossa	0,10 %
Areia Média	1,57 %
Areia Fina	18,94 %
Argila + Silte	79,35 %
TOTAL	100,00 %

Limites de Atterberg	
LL	48,8 %
LP	28,9 %
IP	19,9 %

Classificação do material	
IG	14
HRB	A-7-6
SUCS	ML

CALIBRAÇÃO RBC

BAL-01, BAL-02, BAL-03
Certificado de Calibração
Nº 18715 e 18714, 18713

CG-01
Certificado de Calibração
Nº 18697

ES-01
Certificado de Calibração
Nº 18703

NOTA IMPORTANTE

Os resultados deste ensaio têm significação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) ensaiada(s).s).

Resultados	Análise Granulométrica				Classificação do Material	
090A.S15.SO	Pedregulho	0,04 %	Areia Fina	18,94 %	IG: 14	Solo argiloso
	Areia Grossa	0,10 %	Argila + Silte	79,35 %	HRB: A-7-6	
	Areia Média	1,57 %			SUCS: ML	

ATP ENGENHARIA VIÁRIA
Assessoria Técnica em Pavimentação Ltda Epp.
CNPJ – 04385896/0001-25
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

Certificado de Ensaio Nº
090A.S15.SO

Prefeitura de Guapirama - PR

Rev. Nº: R0
Data: 31/10/2025

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO (PROCTOR), EXPANSÃO E ISC/CBR (SOLOS)

Obra	Coleta (coordenadas)	Cliente
Pavimentação	23°30'59.74"S 50° 2'57.55"O	Prefeitura de Guapirama - PR
	Condição da amostra	**Localização**
	(☑) nforme (☐) o Conforme	Guapirama - PR
Nº Reg. (amostra) / **Material**	**Procedimento**	**Data de amostragem**
090A.S15.SO / **Solos**	Sondagem a Trado	06/10/2025
	Horizonte (m)	**Data de ensaio**
	0,0 a 2,0	31/10/2025

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

Água acrescentada	ml	500	600	700	800	900	**Energia**
Cilindro nº.		22	5	37	46	4	Normal
Cilindro + Solo Úmido	g	8.062	8.102	8.382	8.350	8.292	**Nº. golpes:** 12
Peso do Cilindro	g	4.428	4.246	4.394	4.332	4.362	**Nº. camadas:** 5
Peso do Solo Úmido	g	3.634	3.856	3.988	4.018	3.930	**H. amostra:** 11,42
Volume do Cilindro	cm³	2.070	2.075	2.055	2.083	2.075	**Soquete:** Grande
Densidade Úmida	g/cm³	1,755	1,858	1,941	1,929	1,894	**Cilindro:** Grande
Cápsula nº.		55	119	19	29	34	**Disco:** 2 1/2"
Cápsula + Solo Úmido	g	129,03	118,54	119,66	186,25	192,00	
Cápsula + Solo Seco	g	113,77	103,20	103,11	155,98	158,89	
Peso da Água	g	15,26	15,34	16,55	30,27	33,11	**W. ótima (%)**
Tara da Cápsula	g	22,69	21,15	21,81	23,48	24,60	**20,8**
Peso do Solo Seco	g	91,08	82,05	81,30	132,50	134,29	
Teor de Umidade	%	**16,8**	**18,7**	**20,4**	**22,8**	**24,7**	**D.Máx. (g/cm³)**
Densidade Seca	g/cm³	**1,503**	**1,565**	**1,613**	**1,570**	**1,519**	**1,615**

ENSAIO DE EXPANSÃO

	Hora	Tempo	Leitura (mm)	Leitura (mm)	Leitura (mm)	Leitura (mm)	Leitura (mm)	**CBR (%)**
Data inicial	**9:00**	**0 h**	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**7,7**
Data final	**9:00**	**96 h**	1,86	1,51	1,18	1,06	1,05	**Expansão (%)**
% de Expansão			**0,75**	**0,45**	**0,16**	**0,05**	**0,04**	**0,1**

CBR - ENSAIO DE ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA

Cilindro nº.		22		5		37		46		4		**Prensa CBR Nº 01**
Tempo (minutos)	**Pen.** (mm)	**Leitura / Pressão**										
		mm	kg/cm²	mm	kg/cm²	mm	kg/cm²	mm	kg/cm²	mm	kg/cm²	
0,5	**0,63**	10,0	**0,9**	52,0	**4,7**	44,0	**4,0**	8,0	**0,7**	4,0	**0,4**	
1,0	**1,27**	20,0	**1,8**	65,0	**5,9**	55,0	**5,0**	11,0	**1,0**	9,0	**0,8**	Anel Dinamométrico AD-01
1,5	**1,90**	27,0	**2,5**	72,0	**6,6**	62,0	**5,6**	14,0	**1,3**	10,0	**0,9**	Certificado Nº 17111
2,0	**2,54**	42,0	**3,8**	78,0	**7,1**	65,0	**5,9**	21,0	**1,9**	16,0	**1,5**	Constante do anel 0,091
3,0	**3,81**	52,0	**4,7**	85,0	**7,7**	70,0	**6,4**	26,0	**2,4**	19,0	**1,7**	
4,0	**5,08**	58,0	**5,3**	90,0	**8,2**	77,0	**7,0**	34,0	**3,1**	20,0	**1,8**	
6,0	**7,62**	61,0	**5,6**	93,0	**8,5**	79,0	**7,2**	38,0	**3,5**	23,0	**2,1**	
8,0	**10,16**	68,0	**6,2**	97,0	**8,8**	81,0	**7,4**	41,0	**3,7**	24,0	**2,2**	Relógio Comparador RC-01-AD02
Pressão corrig.	**P/ 2,54 mm**	**PC=**	**4,4**	**PC=**	**7,1**	**PC=**	**5,9**	**PC=**	**2,1**	**PC=**	**1,6**	Certificado Nº 18712
	P/ 5,08 mm	**PC'=**	**5,4**	**PC'=**	**8,2**	**PC'=**	**7,0**	**PC'=**	**3,2**	**PC'=**	**1,9**	RC-02-AD02
ISC (CBR) corrig.	**PC/0,7031**	**ISC=**	**6,2**	**ISC=**	**10,1**	**ISC=**	**8,4**	**ISC=**	**3,0**	**ISC=**	**2,3**	Certificado Nº 18711
	PC/1,0546	**ISC'=**	**5,1**	**ISC'=**	**7,8**	**ISC'=**	**6,6**	**ISC'=**	**3,0**	**ISC'=**	**1,8**	
CBR		**6,2**		**10,1**		**8,4**		**3,0**		**2,3**		

Certificado de Ensaio Nº
090A.S15.SO

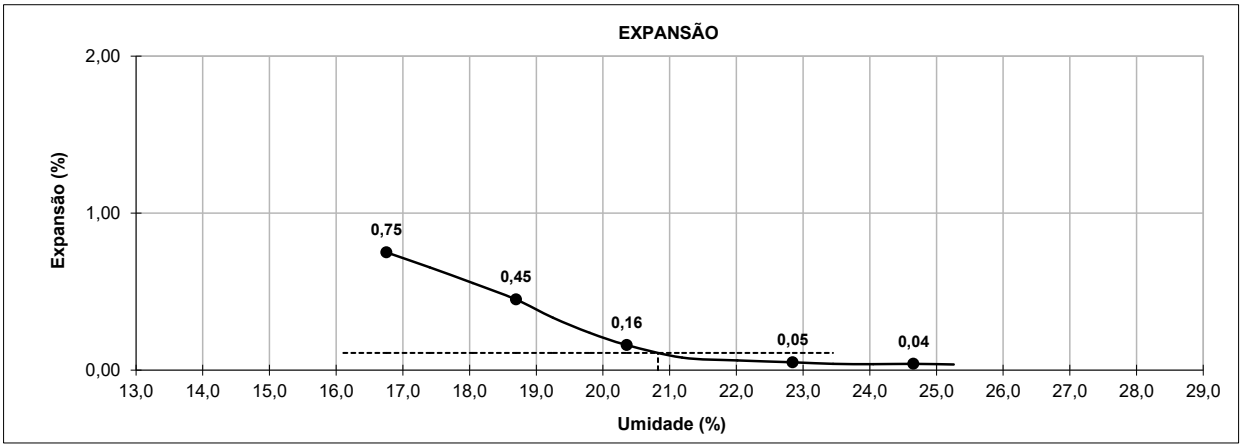
Prefeitura de Guapirama - PR

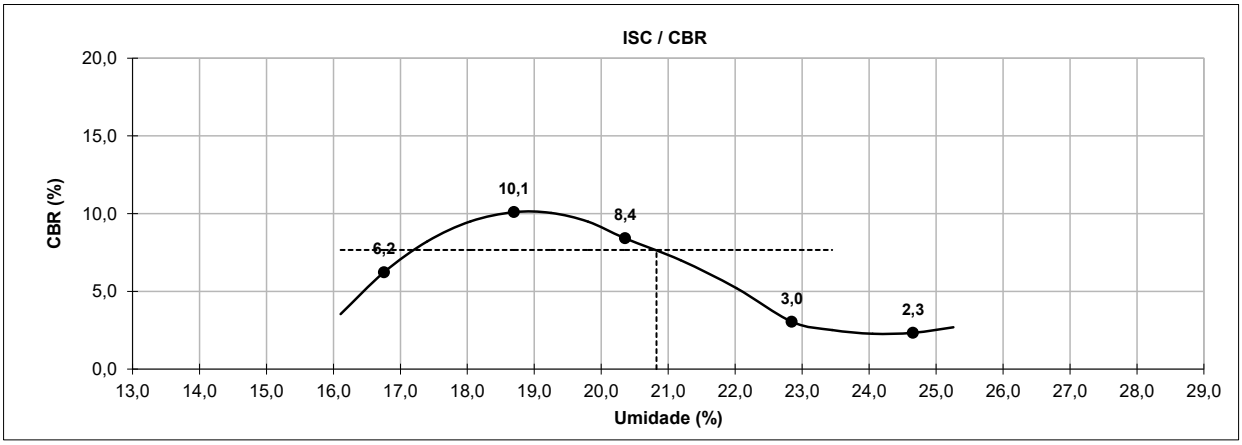
Rev. Nº: R0
Data: 31/10/2025

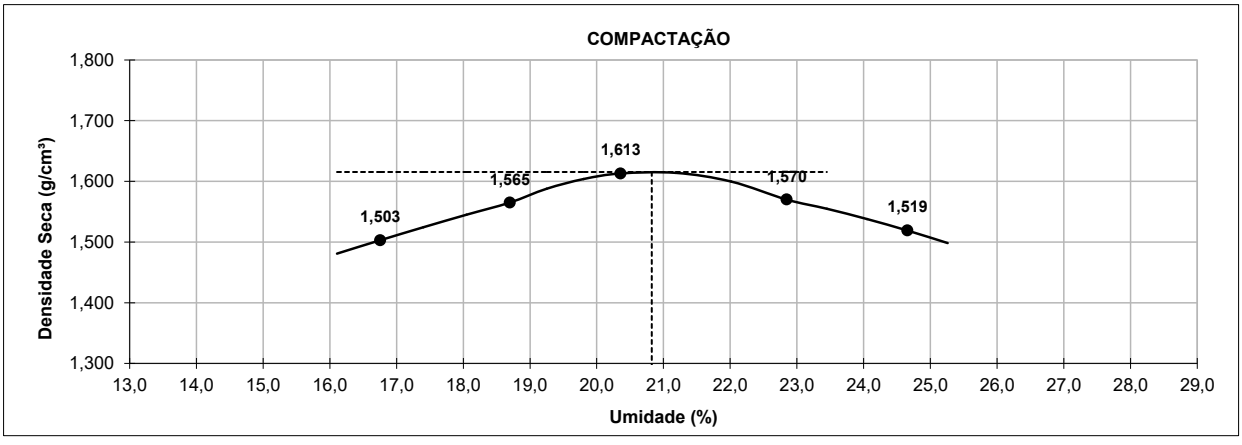
ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO (PROCTOR), EXPANSÃO E ISC/CBR (SOLOS)

Obra		Coleta (coordenadas)	Cliente
Pavimentação		23°30'59.74"S 50° 2'57.55"O	Prefeitura de Guapirama - PR
		Condição da amostra	**Localização**
		(☑) nforme (☐) o Conforme	Guapirama - PR
Nº Reg. (amostra)	**Material**	**Procedimento**	**Data de amostragem**
090A.S15.SO	**Solos**	Sondagem a Trado	06/10/2025
		Horizonte (m)	**Data de ensaio**
		0,0 a 2,0	31/10/2025

GRÁFICOS DE EXPANSÃO, CBR E COMPACTAÇÃO







ATP ENGENHARIA VIÁRIA
Assessoria Técnica em Pavimentação Ltda Epp.
CNPJ – 04385896/0001-25
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

Certificado de Ensaio Nº
090A.S15.SO

Prefeitura de Guapirama - PR

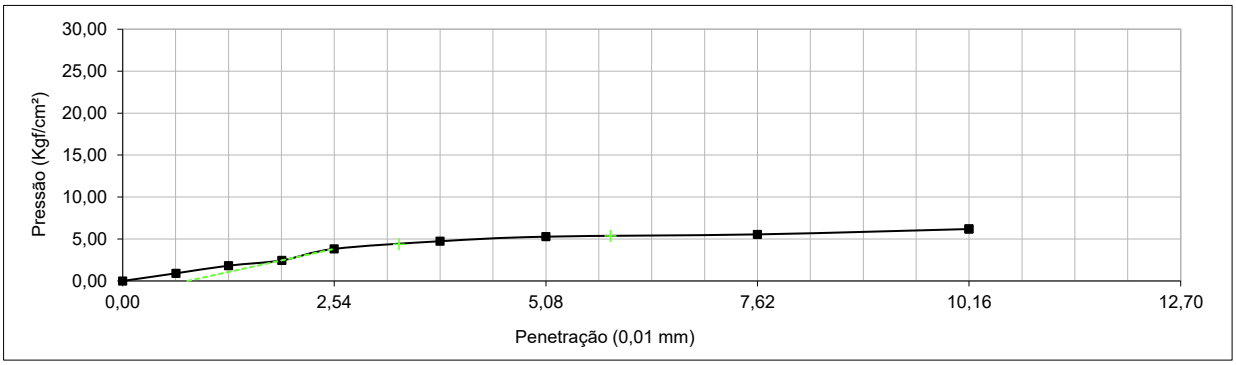
Rev. Nº: R0
Data: 31/10/2025

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO (PROCTOR), EXPANSÃO E ISC/CBR (SOLOS)

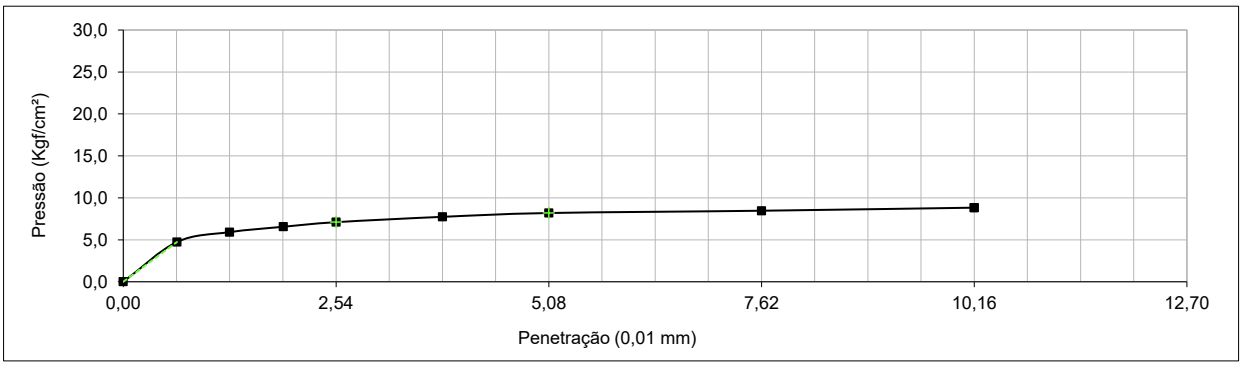
Obra		Coleta (coordenadas)	Cliente
Pavimentação		23°30'59.74"S 50° 2'57.55"O	Prefeitura de Guapirama - PR
		Condição da amostra	**Localização**
		(☑) nforme (☐) o Conforme	Guapirama - PR
Nº Reg. (amostra)	**Material**	**Procedimento**	**Data de amostragem**
090A.S15.SO	**Solos**	Sondagem a Trado	06/10/2025
		Horizonte (m)	**Data de ensaio**
		0,0 a 2,0	31/10/2025

CURVAS DE PRESSÃO / PENETRAÇÃO (CBR)

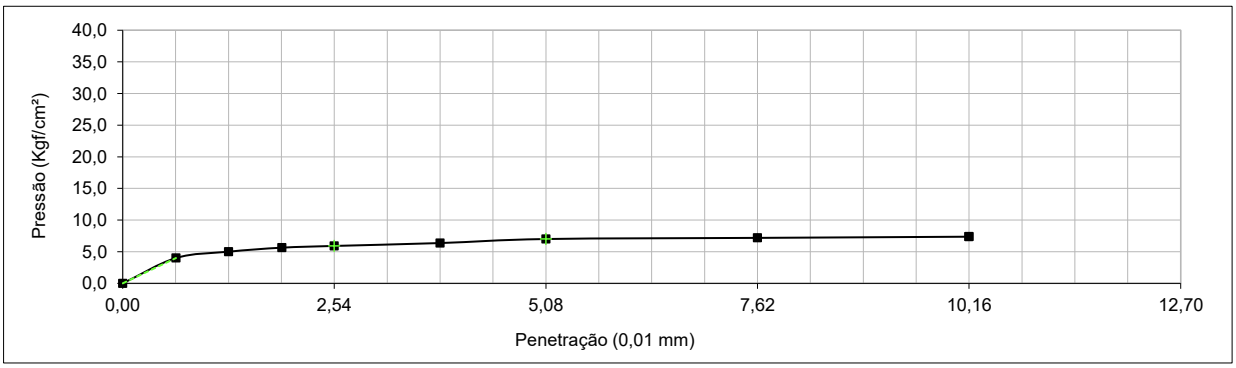
Cilindro Nº 22



Cilindro Nº 5



Cilindro Nº 37



ATP ENGENHARIA VIÁRIA
Assessoria Técnica em Pavimentação Ltda Epp.
CNPJ – 04385896/0001-25
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

Certificado de Ensaio Nº
090A.S15.SO

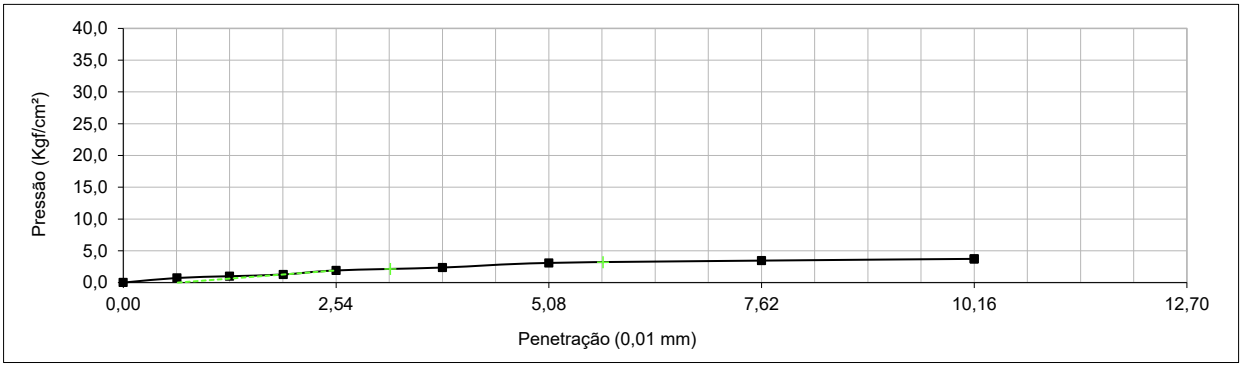
Prefeitura de Guapirama - PR

Rev. Nº: R0
Data: 31/10/2025

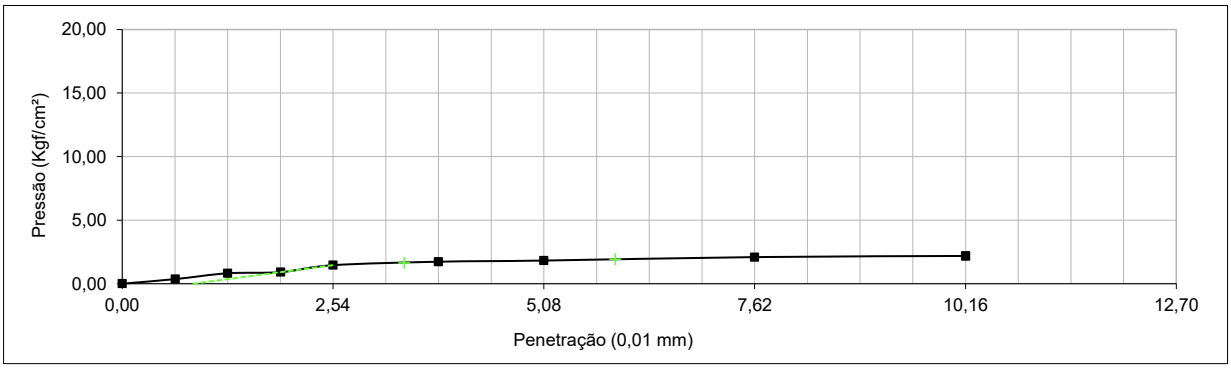
ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO (PROCTOR), EXPANSÃO E ISC/CBR (SOLOS)			
Obra		**Coleta (coordenadas)**	**Cliente**
Pavimentação		23°30'59.74"S 50° 2'57.55"O	Prefeitura de Guapirama - PR
		Condição da amostra	**Localização**
		(☑) nforme (☐) o Conforme	Guapirama - PR
Nº Reg. (amostra)	**Material**	**Procedimento**	**Data de amostragem**
090A.S15.SO	**Solos**	Sondagem a Trado	06/10/2025
		Horizonte (m)	**Data de ensaio**
		0,0 a 2,0	31/10/2025

CURVAS DE PRESSÃO / PENETRAÇÃO (CBR)

Cilindro Nº 46



Cilindro Nº 4



Resultados: 090A.S15.SO	**W. ótima** (%)	**Dens. Máxima** (g/cm³)	**CBR** (%)	**Expansão** (%)
	20,8	1,615	7,7	0,1

Conclusão:	Material com baixo índice de expansividade, sendo permitido, conforme recomendações técnicas (Manual do DNIT), exercer função estrutural como sub-leito (expansão < 2,0%). Valor de CBR dentro do esperado para solos finos encontrados na região, compactados conforme energia adotada no ensaio de laboratório.
Referências:	Ensaio de Compactação: DNIT 164/2013-ME; NBR 7182:2016; Ensaio de CBR e Expansão: DNIT 172/2016-ME; NBR 9895:2016; Ensaio de Granulometria: DNER-ME 080/94; ANBR 7181:2018; Ensaio de Limite de Liquidez: DNER-ME 122/94; Ensaio de Limite de Plasticidade: DNER-ME 082/94;

Equipe:	Marcelo Luciano Tofalini RG Nº 7.846.698-7 Laboratorista	Felipe H. Westphal Eng. Civil CREA PR-186228/D

ANEXO III - ESTUDO DE TRÁFEGO

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

Cliente:	MUNICÍPIO DE GUAPIRAMA - PR	
Município:	GUAPIRAMA - PR	
Segmento:	**Seg. 01**	**Rua Sebastião Ribeiro da Silva**
Tráfego:	Leve	**Rua José Souza Silva**

1. FEC - Fator de Equivalência de Carga

Foram consideradas três cargas para cada tipo de eixo: sem carga (vazio), carregado (carga legal) e carga com tolerância (excesso).

Eixos	Cargas (tf)			FC - USACE		
	Vazio	Carregado	Excesso	Vazio	Carregado	Excesso
Eixo simples (rodas simples)	3,0	6,0	6,60	0,017	0,278	0,408
Eixo simples (rodas duplas)	5,0	10,0	11,00	0,134	3,289	5,970
Eixo tandem duplo (rodas duplas)	6,0	17,0	18,70	0,080	8,549	14,418
Eixo tandem triplo (rodas duplas)	9,0	25,5	28,05	0,128	9,300	15,827

Eixos	Cargas (tf)			FC - AASHTO		
	Vazio	Carregado	Excesso	Vazio	Carregado	Excesso
Eixo simples (rodas simples)	3,0	6,0	6,60	0,016	0,327	0,494
Eixo simples (rodas duplas)	5,0	10,0	11,00	0,120	2,394	3,614
Eixo tandem suplo (rodas duplas)	6,0	17,0	18,70	0,022	1,642	2,437
Eixo tandem triplo (rodas duplas)	9,0	25,5	28,05	0,019	1,560	2,332

Excesso (Limite máximo) = +10,0%

2. Composição do Tráfego e Fator de Veículos (FV)

O fator de veículo (FV) foi calculado a partir da ponderação das possíveis ocorrências de porcentagens de veículos comerciais, considerando a seguinte hipótese: veículos vazios (0%), veículos com carga máxima legal (100%), e veículos com tolerância legal (0%).

COMPOSIÇÃO DO TRÁFEGO				FATOR DE VEÍCULOS - FV							
				USACE				AASHTO			
Classe DNIT	Tipo	TMDA ano 2025	Dist. (%)	Vazio 0%	Carreg. 100%	Exc. 0%	FV por classe	Vazio 0%	Carreg. 100%	Exc. 0%	FV por classe
-		> 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2CB		0	0,0%	0,30	0,74	3,57	0,00	0,28	0,75	2,72	0,00
2CC		6	35,3%	0,03	0,56	0,82	0,20	0,03	0,65	0,99	0,23
2C		10	58,8%	0,15	3,57	6,38	2,10	0,14	2,72	4,11	1,60
3C		1	5,9%	0,10	8,83	14,83	0,52	0,04	1,97	2,93	0,12
4C		0	0,0%	0,14	9,58	16,23	0,00	0,04	1,89	2,83	0,00
2S1		0	0,0%	0,28	6,86	12,35	0,00	0,26	5,12	7,72	0,00
2S2		0	0,0%	0,23	12,12	20,80	0,00	0,16	4,36	6,55	0,00
2S3		0	0,0%	0,28	12,87	22,21	0,00	0,16	4,28	6,44	0,00
3S2		0	0,0%	0,18	17,38	29,24	0,00	0,06	3,61	5,37	0,00
3S3		0	0,0%	0,23	18,13	30,65	0,00	0,06	3,53	5,26	0,00
2C2		0	0,0%	0,42	10,15	18,32	0,00	0,38	7,51	11,34	0,00
2C3		0	0,0%	0,36	15,41	26,77	0,00	0,28	6,76	10,16	0,00
3C2		0	0,0%	0,36	15,41	26,77	0,00	0,28	6,76	10,16	0,00
3C3		0	0,0%	0,31	20,66	35,21	0,00	0,18	6,01	8,98	0,00
3D4		0	0,0%	0,26	25,92	43,66	0,00	0,08	5,25	7,80	0,00
Veículos Comerciais		**17**	**100,0%**			**FV - USACE**	**2,81**			**FV - AASHTO**	**1,95**

Cliente:	MUNICÍPIO DE GUAPIRAMA - PR	
Município:	GUAPIRAMA - PR	
Segmento:	**Seg. 01**	**Rua Sebastião Ribeiro da Silva**
Tráfego:	Leve	**Rua José Souza Silva**

3. Determinação do Número "N"

Cálculo do número equivalente de operações de eixo simples padrão, durante o período de projeto (ESRD; 8,2tf = 18.000lbs = 80KN), considerando uma taxa de crescimento de 3,0% ao ano em progressão aritmética:

N = 365 x VMDA x FP x P x FV x FR

Onde:
N = Número equivalente de operações de eixo padrão
VMDA = Volume médio diário anual
P = Período de projeto (P = 10 anos)
FV = Fator de veículos
FR = Fator climático regional (FR = 1,0)
FP = Fator pista (FP = 0,5 p/ duas faixas simples)

Cálculo e Projeção do Número "N"

Município: GUAPIRAMA - PR

Segmento: Seg. 01

ANO	Volumes de Tráfego			FV		Valores do Número "N"			
	Diário (Taxa 3,0%)	FP = 0,5	Anual (TMDA)	USACE	AASHTO	USACE		AASHTO	
	VMDA	VMDA x 0,5	VMDA x 365	Fv_{Total}	Fv_{Total}	N_{ano}	N_{acum}	N_{ano}	N_{acum}
2026	17	9	3.103	2,81	1,95	8,73E+03	8,73E+03	6,04E+03	6,04E+03
2027	18	9	3.196	2,81	1,95	8,99E+03	1,77E+04	6,22E+03	1,23E+04
2028	18	9	3.291	2,81	1,95	9,26E+03	2,70E+04	6,41E+03	1,87E+04
2029	19	9	3.390	2,81	1,95	9,54E+03	3,65E+04	6,60E+03	2,53E+04
2030	19	10	3.492	2,81	1,95	9,83E+03	4,63E+04	6,80E+03	3,21E+04
2031	20	10	3.597	2,81	1,95	1,01E+04	5,65E+04	7,01E+03	3,91E+04
2032	20	10	3.705	2,81	1,95	1,04E+04	6,69E+04	7,22E+03	4,63E+04
2033	21	10	3.816	2,81	1,95	1,07E+04	7,76E+04	7,43E+03	5,37E+04
2034	22	11	3.930	2,81	1,95	1,11E+04	8,87E+04	7,66E+03	6,14E+04
2035	22	11	4.048	2,81	1,95	1,14E+04	1,00E+05	7,89E+03	6,93E+04
						N_{USACE}	**1,00E+05**	**N_{AASHTO}**	**6,93E+04**

Cliente:	MUNICÍPIO DE GUAPIRAMA - PR	
Município:	GUAPIRAMA - PR	
Segmento:	**Seg. 02**	**Rua José Morelin (marginal PR-218)**
Tráfego:	Leve a Médio	

1. FEC - Fator de Equivalência de Carga

Foram consideradas três cargas para cada tipo de eixo: sem carga (vazio), carregado (carga legal) e carga com tolerância (excesso).

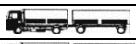
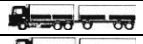
Eixos	Cargas (tf)			FC - USACE		
	Vazio	Carregado	Excesso	Vazio	Carregado	Excesso
Eixo simples (rodas simples)	3,0	6,0	6,60	0,017	0,278	0,408
Eixo simples (rodas duplas)	5,0	10,0	11,00	0,134	3,289	5,970
Eixo tandem duplo (rodas duplas)	6,0	17,0	18,70	0,080	8,549	14,418
Eixo tandem triplo (rodas duplas)	9,0	25,5	28,05	0,128	9,300	15,827

Eixos	Cargas (tf)			FC - AASHTO		
	Vazio	Carregado	Excesso	Vazio	Carregado	Excesso
Eixo simples (rodas simples)	3,0	6,0	6,60	0,016	0,327	0,494
Eixo simples (rodas duplas)	5,0	10,0	11,00	0,120	2,394	3,614
Eixo tandem suplo (rodas duplas)	6,0	17,0	18,70	0,022	1,642	2,437
Eixo tandem triplo (rodas duplas)	9,0	25,5	28,05	0,019	1,560	2,332

Excesso (Limite máximo) = +10,0%

2. Composição do Tráfego e Fator de Veículos (FV)

O fator de veículo (FV) foi calculado a partir da ponderação das possíveis ocorrências de porcentagens de veículos comerciais, considerando a seguinte hipótese: veículos vazios (0%), veículos com carga máxima legal (100%), e veículos com tolerância legal (0%).

COMPOSIÇÃO DO TRÁFEGO				FATOR DE VEÍCULOS - FV							
Classe DNIT	Tipo	TMDA ano 2025	Dist. (%)	USACE				AASHTO			
				Vazio 0%	Carreg. 100%	Exc. 0%	FV por classe	Vazio 0%	Carreg. 100%	Exc. 0%	FV por classe
-		> 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2CB		4	9,5%	0,30	0,74	3,57	0,07	0,28	0,75	2,72	0,07
2CC		16	38,1%	0,03	0,56	0,82	0,21	0,03	0,65	0,99	0,25
2C		14	33,3%	0,15	3,57	6,38	1,19	0,14	2,72	4,11	0,91
3C		6	14,3%	0,10	8,83	14,83	1,26	0,04	1,97	2,93	0,28
4C		0	0,0%	0,14	9,58	16,23	0,00	0,04	1,89	2,83	0,00
2S1		0	0,0%	0,28	6,86	12,35	0,00	0,26	5,12	7,72	0,00
2S2		0	0,0%	0,23	12,12	20,80	0,00	0,16	4,36	6,55	0,00
2S3		0	0,0%	0,28	12,87	22,21	0,00	0,16	4,28	6,44	0,00
3S2		0	0,0%	0,18	17,38	29,24	0,00	0,06	3,61	5,37	0,00
3S3		1	2,4%	0,23	18,13	30,65	0,43	0,06	3,53	5,26	0,08
2C2		0	0,0%	0,42	10,15	18,32	0,00	0,38	7,51	11,34	0,00
2C3		0	0,0%	0,36	15,41	26,77	0,00	0,28	6,76	10,16	0,00
3C2		0	0,0%	0,36	15,41	26,77	0,00	0,28	6,76	10,16	0,00
3C3		0	0,0%	0,31	20,66	35,21	0,00	0,18	6,01	8,98	0,00
3D4		1	2,4%	0,26	25,92	43,66	0,62	0,08	5,25	7,80	0,13
Veículos Comerciais		**42**	**100,0%**			**FV - USACE**	**3,78**			**FV - AASHTO**	**1,72**

Cliente:	MUNICÍPIO DE GUAPIRAMA - PR	
Município:	GUAPIRAMA - PR	
Segmento:	**Seg. 02**	**Rua José Morelin (marginal PR-218)**
Tráfego:	Leve a Médio	

3. Determinação do Número "N"

Cálculo do número equivalente de operações de eixo simples padrão, durante o período de projeto (ESRD; 8,2tf = 18.000lbs = 80KN), considerando uma taxa de crescimento de 3,0% ao ano em progressão aritmética:

N = 365 x VMDA x FP x P x FV x FR

Onde:
N = Número equivalente de operações de eixo padrão
VMDA = Volume médio diário anual
P = Período de projeto (P = 10 anos)
FV = Fator de veículos
FR = Fator climático regional (FR = 1,0)
FP = Fator pista (FP = 0,5 p/ duas faixas simples)

Cálculo e Projeção do Número "N"

Município: GUAPIRAMA - PR
Segmento: Seg. 02

ANO	Volumes de Tráfego			FV		Valores do Número "N"			
	Diário (Taxa 3,0%)	FP = 0,5	Anual (TMDA)	USACE	AASHTO	USACE		AASHTO	
	VMDA	VMDA x 0,5	VMDA x 365	Fv_{Total}	Fv_{Total}	N_{ano}	N_{acum}	N_{ano}	N_{acum}
2026	42	21	7.665	3,78	1,72	2,90E+04	2,90E+04	1,32E+04	1,32E+04
2027	43	22	7.895	3,78	1,72	2,98E+04	5,88E+04	1,36E+04	2,67E+04
2028	45	22	8.132	3,78	1,72	3,07E+04	8,96E+04	1,40E+04	4,07E+04
2029	46	23	8.376	3,78	1,72	3,17E+04	1,21E+05	1,44E+04	5,51E+04
2030	47	24	8.627	3,78	1,72	3,26E+04	1,54E+05	1,48E+04	6,99E+04
2031	49	24	8.886	3,78	1,72	3,36E+04	1,87E+05	1,53E+04	8,52E+04
2032	50	25	9.152	3,78	1,72	3,46E+04	2,22E+05	1,57E+04	1,01E+05
2033	52	26	9.427	3,78	1,72	3,56E+04	2,58E+05	1,62E+04	1,17E+05
2034	53	27	9.710	3,78	1,72	3,67E+04	2,94E+05	1,67E+04	1,34E+05
2035	55	27	10.001	3,78	1,72	3,78E+04	3,32E+05	1,72E+04	1,51E+05
						N_{USACE}	**3,32E+05**	**N_{AASHTO}**	**1,51E+05**

ANEXO IV - DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO

ATP - ENGENHARIA VIÁRIA
Rua Monte Carlo nº 55, Jd. Igapó, CEP 86046-340, Londrina - PR
Tel: (43) 99925-8240 / E-mail: atplondrina@gmail.com

Cliente:	MUNICÍPIO DE GUAPIRAMA - PR
Município:	GUAPIRAMA - PR
Segmento:	**Seg. 01** **Rua Sebastião Ribeiro da Silva**
Tráfego:	Leve

1. Método Empírico – DNER 1966/1981

a) Dados da entrada:

N_{USACE} = 1,00E+05
CBRsubleito = 10,1 %
CBRreforço = 10,1 %
CBR SubBase ≥ 20 %
CBR Base ≥ 80 %

b) Espessura mínima de revestimento

N_{USACE}	Materiais	Esp. mín. (cm)
$N \leq 10^6$	Tratamentos	1,5 a 3,0
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	CA, PMQ, PMF	5
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto asfáltico	7,5
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico	10
$N > 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico	12,5

c) Coeficientes de equivalência estrutural

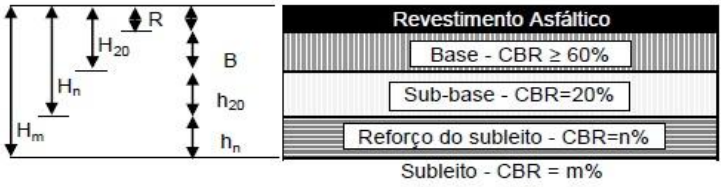
Materiais	Coeficiente
Base ou revestimento de concreto asfáltico	2,0
Base ou revestimento de pré-misturado a quente de graduação densa	1,7
Base ou revestimento de pré-misturado a frio de graduação densa	1,4
Base ou revestimento asfáltico por penetração	1,2
Base granulares	1,0
Sub-base granulares	0,77 a 1,0
Reforço do subleito	0,71 a 1,0
Solo-cimento com resistência aos 7 dias superior a 4,5 MPa (compressão)	1,7
Solo-cimento com resistência aos 7 dias entre 2,8 a 4,5 MPa (compressão)	1,4
Solo-cimento com resistência aos 7 dias entre 2,1 a 4,5 Mpa (compressão)	1,2
Bases de solo-cal	1,2

d) Espessura total de pavimento

$H_m = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$
H_m = 33,94 p/ CBRsubleito = 10,1 %

e) Espessura da sub-base + base + revestimento

$H_n = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$
H_n = 33,94 p/ CBRreforço = 10,1 %



f) Espessura da base + revestimento

$H_{20} = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$
H_{20} = 22,56 p/ CBRsubbase = 20,0 %

g) Espessura do revestimento

Adotou-se:
R = 4,0 cm [Revestimento: CA]

h) Espessura da base

$R \times K_R + B \times K_B \geq 1,0 \times H_{20}$ (1)
4,0 x 2,0 + B x 1,0 ≥ 22,6
8 + B ≥ 22,6
B ≥ 14,6
Adotou-se:
B = 15,0 cm [Base: Brita Graduada Simples]

i) Espessura da sub-base

$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_S \geq H_n$ (2)
4,0 x 2,0 + 15,0 x 1,0 + h_{20} x 1,0 ≥ 33,9
8,0 + 15,0 + 1,0 h_{20} ≥ 33,9
$h_{20} \geq$ 10,9
Adotou-se:
h_{20} = 15,0 cm [Sub-base: Macadame Seco]

Cliente:	MUNICÍPIO DE GUAPIRAMA - PR
Município:	GUAPIRAMA - PR
Segmento:	**Seg. 01** **Rua Sebastião Ribeiro da Silva**
Tráfego:	Leve

j) Espessura do reforço do subleito

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

4,0 x 2,0 + 15,0 x 1,0 + 15,0 x 1,0 + h_n x 1,00 ≥ 33,9

8,0 + 15,0 + 15,0 + h_n 1,00 ≥ 33,9

$h_n \geq$ -4,1

Adotou-se:

h_n = 0,0 cm [Reforço: Não aplicável]

k) Estrutura do pavimento projetado

Com base nos estudos apresentados e levando em consideração a espessura mínima construtiva por camada, visando a garantia de sua homogeneidade e qualidade, esta projetista define, conforme Método Empírico de Dimensionamento, a seguinte estrutura de pavimento.

Dimensionamento de Pavimento Flexível - Método Empírico

Município: GUAPIRAMA - PR — $CBR_{PROJETO}$: 10,1 %

Segmento: **Rua Sebastião Ribeiro da Silva** — Número N_{USACE}: 1,00E+05

Item	Materiais	Especificação DER-PR	Espessuras (cm)	Coeficientes (K)
1. Pavimentação				
a	Concreto Asfáltico - Faixa C - DER-PR (GC = 97 a 101%)	ES-P 21/23	4,0	2,0
b	Pintura de Ligação com Emulsão RR-1C	ES-P 17/23	-	-
c	Imprimação com EA-I	ES-P 17/23	-	-
d	Base em Brita Graduada Simples - BGS (CBR ≥ 100%) (100% PM)	ES-P 05/23	15,0	1,0
e	Sub-base de Macadame Seco	ES-P 03/23	15,0	1,0
2. CFT - Camadas Finais de Terraplenagem				
a	Regularização e compactação do subleito (100% PN)	ES-P 01/23	20,0	-

Cliente:	MUNICÍPIO DE GUAPIRAMA - PR
Município:	GUAPIRAMA - PR
Segmento:	**Seg. 01** **Rua José Souza Silva**
Tráfego:	Leve

1. Método Empírico – DNER 1966/1981

a) Dados da entrada:

N_{USACE} = 1,00E+05
CBRsubleito = 7,7 %
CBRreforço = 7,7 %
CBR SubBase ≥ 20 %
CBR Base ≥ 80 %

b) Espessura mínima de revestimento

N_{USACE}	Materiais	Esp. mín. (cm)
$N \leq 10^6$	Tratamentos	1,5 a 3,0
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	CA, PMQ, PMF	5
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto asfáltico	7,5
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico	10
$N > 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico	12,5

c) Coeficientes de equivalência estrutural

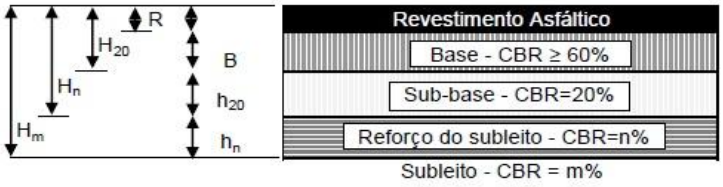
Materiais	Coeficiente
Base ou revestimento de concreto asfáltico	2,0
Base ou revestimento de pré-misturado a quente de graduação densa	1,7
Base ou revestimento de pré-misturado a frio de graduação densa	1,4
Base ou revestimento asfáltico por penetração	1,2
Base granulares	1,0
Sub-base granulares	0,77 a 1,0
Reforço do subleito	0,71 a 1,0
Solo-cimento com resistência aos 7 dias superior a 4,5 MPa (compressão)	1,7
Solo-cimento com resistência aos 7 dias entre 2,8 a 4,5 MPa (compressão)	1,4
Solo-cimento com resistência aos 7 dias entre 2,1 a 4,5 Mpa (compressão)	1,2
Bases de solo-cal	1,2

d) Espessura total de pavimento

$H_m = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$
H_m = 39,92 p/ CBRsubleito = 7,7 %

e) Espessura da sub-base + base + revestimento

$H_n = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$
H_n = 39,92 p/ CBRreforço = 7,7 %



f) Espessura da base + revestimento

$H_{20} = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$
H_{20} = 22,56 p/ CBRsubbase = 20,0 %

g) Espessura do revestimento

Adotou-se:
R = 4,0 cm [Revestimento: CA]

h) Espessura da base

$R \times K_R + B \times K_B \geq 1,0 \times H_{20}$ (1)
4,0 x 2,0 + B x 1,0 ≥ 22,6
8 + B ≥ 22,6
B ≥ 14,6
Adotou-se:
B = 15,0 cm [Base: Brita Graduada Simples]

i) Espessura da sub-base

$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_S \geq H_n$ (2)
4,0 x 2,0 + 15,0 x 1,0 + h_{20} x 1,0 ≥ 39,9
8,0 + 15,0 + 1,0 h_{20} ≥ 39,9
$h_{20} \geq$ 16,9
Adotou-se:
h_{20} = 17,0 cm [Sub-base: Macadame Seco]

Cliente:	MUNICÍPIO DE GUAPIRAMA - PR
Município:	GUAPIRAMA - PR
Segmento:	**Seg. 01** **Rua José Souza Silva**
Tráfego:	Leve

j) Espessura do reforço do subleito

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

4,0 x 2,0 + 15,0 x 1,0 + 17,0 x 1,0 + h_n x 1,00 ≥ 39,9

8,0 + 15,0 + 17,0 + h_n 1,00 ≥ 39,9

$h_n \geq$ 0

Adotou-se:

h_n = 0,0 cm [Reforço: Não aplicável]

k) Estrutura do pavimento projetado

Com base nos estudos apresentados e levando em consideração a espessura mínima construtiva por camada, visando a garantia de sua homogeneidade e qualidade, esta projetista define, conforme Método Empírico de Dimensionamento, a seguinte estrutura de pavimento.

Dimensionamento de Pavimento Flexível - Método Empírico

Município: GUAPIRAMA - PR — $CBR_{PROJETO}$: 7,7 %

Segmento: **Rua José Souza Silva** — Número N_{USACE}: 1,00E+05

Item	Materiais	Especificação DER-PR	Espessuras (cm)	Coeficientes (K)
1. Pavimentação				
a	Concreto Asfáltico - Faixa C - DER-PR (GC = 97 a 101%)	ES-P 21/23	4,0	2,0
b	Pintura de Ligação com Emulsão RR-1C	ES-P 17/23	-	-
c	Imprimação com EA-I	ES-P 17/23	-	-
d	Base em Brita Graduada Simples - BGS (CBR ≥ 100%) (100% PM)	ES-P 05/23	15,0	1,0
e	Sub-base de Macadame Seco	ES-P 03/23	17,0	1,0
2. CFT - Camadas Finais de Terraplenagem				
a	Regularização e compactação do subleito (100% PN)	ES-P 01/23	20,0	-

Cliente:	MUNICÍPIO DE GUAPIRAMA - PR
Município:	GUAPIRAMA - PR
Segmento:	**Seg. 02** **Rua José Morelin (marginal PR-218)**
Tráfego:	Leve a Médio

1. Método Empírico – DNER 1966/1981

a) Dados da entrada:

N_{USACE} = 3,32E+05
CBRsubleito = 9,9 %
CBRreforço = 9,9 %
CBR SubBase ≥ 20 %
CBR Base ≥ 80 %

b) Espessura mínima de revestimento

N_{USACE}	Materiais	Esp. mín. (cm)
$N \leq 10^6$	Tratamentos	1,5 a 3,0
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	CA, PMQ, PMF	5
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto asfáltico	7,5
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico	10
$N > 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico	12,5

c) Coeficientes de equivalência estrutural

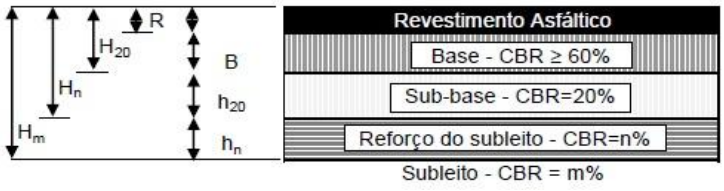
Materiais	Coeficiente
Base ou revestimento de concreto asfáltico	2,0
Base ou revestimento de pré-misturado a quente de graduação densa	1,7
Base ou revestimento de pré-misturado a frio de graduação densa	1,4
Base ou revestimento asfáltico por penetração	1,2
Base granulares	1,0
Sub-base granulares	0,77 a 1,0
Reforço do subleito	0,71 a 1,0
Solo-cimento com resistência aos 7 dias superior a 4,5 MPa (compressão)	1,7
Solo-cimento com resistência aos 7 dias entre 2,8 a 4,5 MPa (compressão)	1,4
Solo-cimento com resistência aos 7 dias entre 2,1 a 4,5 Mpa (compressão)	1,2
Bases de solo-cal	1,2

d) Espessura total de pavimento

$H_m = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$
H_m = 36,39 p/ CBRsubleito = 9,9 %

e) Espessura da sub-base + base + revestimento

$H_n = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$
H_n = 36,39 p/ CBRreforço = 9,9 %



f) Espessura da base + revestimento

$H_{20} = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$
H_{20} = 23,90 p/ CBRsubbase = 20,0 %

g) Espessura do revestimento

Adotou-se:
R = 4,0 cm [Revestimento: CA]

h) Espessura da base

$R \times K_R + B \times K_B \geq 1,0 \times H_{20}$ (1)
4,0 x 2,0 + B x 1,0 ≥ 23,9
8 + B ≥ 23,9
B ≥ 15,9
Adotou-se:
B = 15,0 cm [Base: Brita Graduada Simples]

i) Espessura da sub-base

$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_S \geq H_n$ (2)
4,0 x 2,0 + 15,0 x 1,0 + h_{20} x 1,0 ≥ 36,4
8,0 + 15,0 + 1,0 h_{20} ≥ 36,4
$h_{20} \geq$ 13,4
Adotou-se:
h_{20} = 17,0 cm [Sub-base: Macadame Seco]

Cliente:	MUNICÍPIO DE GUAPIRAMA - PR
Município:	GUAPIRAMA - PR
Segmento:	**Seg. 02** **Rua José Morelin (marginal PR-218)**
Tráfego:	Leve a Médio

j) Espessura do reforço do subleito

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

4,0 x 2,0 + 15,0 x 1,0 + 17,0 x 1,0 + h_n x 1,00 ≥ 36,4

8,0 + 15,0 + 17,0 + h_n 1,00 ≥ 36,4

$h_n \geq$ -4

Adotou-se:

h_n = 0,0 cm [Reforço: Não aplicável]

k) Estrutura do pavimento projetado

Com base nos estudos apresentados e levando em consideração a espessura mínima construtiva por camada, visando a garantia de sua homogeneidade e qualidade, esta projetista define, conforme Método Empírico de Dimensionamento, a seguinte estrutura de pavimento.

Dimensionamento de Pavimento Flexível - Método Empírico

Município: GUAPIRAMA - PR — $CBR_{PROJETO}$: 9,9 %

Segmento: **Rua José Morelin (marginal PR-218)** — Número N_{USACE}: 3,32E+05

Item	Materiais	Especificação DER-PR	Espessuras (cm)	Coeficientes (K)
1. Pavimentação				
a	Concreto Asfáltico - Faixa C - DER-PR (GC = 97 a 101%)	ES-P 21/23	4,0	2,0
b	Pintura de Ligação com Emulsão RR-1C	ES-P 17/23	-	-
c	Imprimação com EA-I	ES-P 17/23	-	-
d	Base em Brita Graduada Simples - BGS (CBR ≥ 100%) (100% PM)	ES-P 05/23	15,0	1,0
e	Sub-base de Macadame Seco	ES-P 03/23	17,0	1,0
2. CFT - Camadas Finais de Terraplenagem				
a	Regularização e compactação do subleito (100% PN)	ES-P 01/23	20,0	-