MORAES ENGENHARIA
CONSULTORIA E PROJETOS

MORAES ENGENHARIA – LTDA
CNPJ: 36.709.275/0001-46
TEL: (43) 99104-7519 | EMAIL: moraescontroletech@gmail.com

PROJETO GEOTÉCNICO

(Análise e CBR para dimensionamento do Pavimento)

Obra: Prefeitura Municipal de Palotina – PR

Engenheiro Civil Responsável: Cleiton Barboza de Moraes

CREA/PR: PR-185013/D

CLEITON BARBOZA DE MORAES:10628182708

Assinado de forma digital por CLEITON BARBOZA DE MORAES:10628182708
Dados: 2026.04.02 10:57:32 -03'00'

Marialva, 04 de novembro de 2025

Cleiton Barboza de Moraes
Engenharia
Consultoria e Projetos

MORAES ENGENHARIA – LTDA
CNPJ: 36.709.275/0001-46
TEL: (43) 99104-7519 | EMAIL: moraescontroletech@gmail.com

Sumário

1. APRESENTAÇÃO 2
2. OBJETO DE LEVANTAMENTO 3
3. ENSAIO CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) 4
4. DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL – MÉTODO DER 4
6. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO SONDAGEM A TRADO 16
7. ART 17

1. APRESENTAÇÃO

A Moraes Engenharia Consultoria e Projetos, vem pelo presente relatório técnico apresentar os resultados obtidos na análise estrutural para pavimentação em via rural, estrada Caravaggio x Floresta - ADERFA KD 103 na cidade de Palotina – PR.

Foi solicitado pela Prefeitura Municipal de Palotina, a análise - California Bearing Ratio - CBR, caracterização do solo, coletado por sondagem a trado, para dimensionamento do pavimento.

Para tal avaliação foi contratada a Moraes Engenharia, a qual apresenta neste relatório um parecer técnico a fim de fornecer dados para a execução da estrutura do pavimento e estabelecer características técnicas de projeto, em função do conhecimento prévio do estado do subleito, embasado nas seguintes análises:

- Sondagem a trado, coleta de solo para ensaio CBR (Compactação e caracterização), NBR 9603:2023.

2. OBJETO DE LEVANTAMENTO

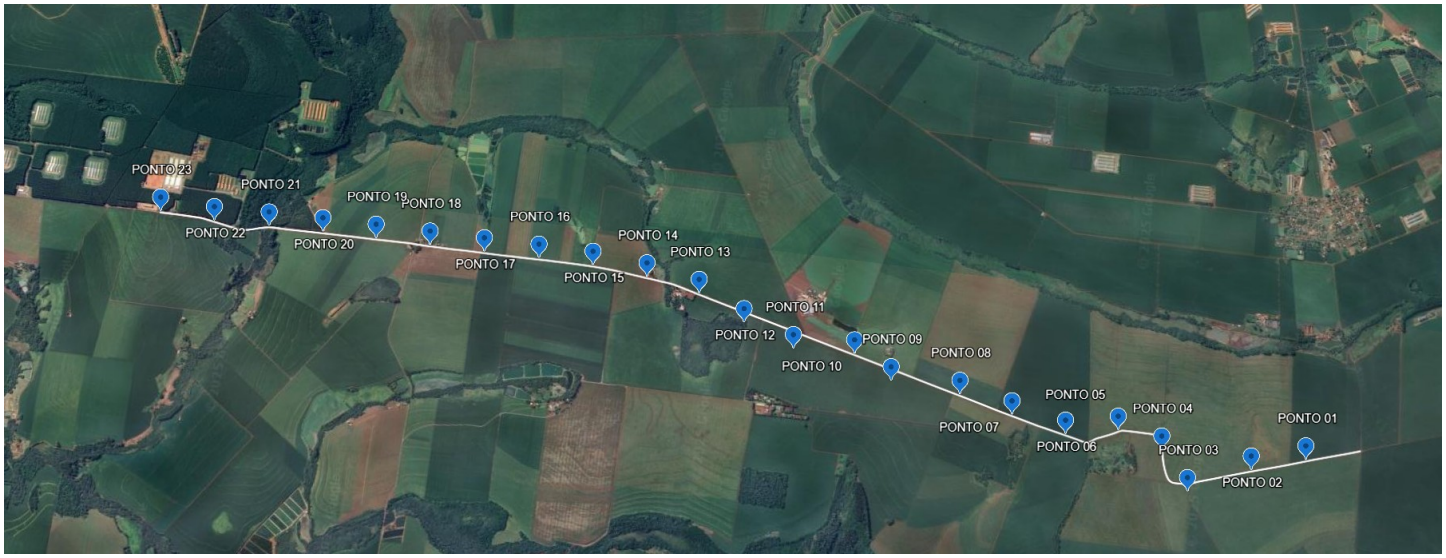


IMAGEM 01: Localização da estrada rural Caravaggio x Floresta KD 103 no Município de Palotina – PR.

Ponto 01: 24°19'34"S 53°42'51"W	Ponto 13: 24°16'34"S 53°42'21"W
Ponto 02: 24°19'18"S 53°42'56"W	Ponto 14: 24°16'18"S 53°42'18"W
Ponto 03: 24°19'00"S 53°43'02"W	Ponto 15: 24°16'02"S 53°42'16"W
Ponto 04: 24°18'53"S 53°42'53"W	Ponto 16: 24°15'45"S 53°42'16"W
Ponto 05: 24°18'40"S 53°42'48"W	Ponto 17: 24°15'29"S 53°42'16"W
Ponto 06: 24°18'24"S 53°42'52"W	Ponto 18: 24°15'13"S 53°42'16"W
Ponto 07: 24°18'09"S 53°42'48"W	Ponto 19: 24°14'57"S 53°42'16"W
Ponto 08: 24°17'53"S 53°42'43"W	Ponto 20: 24°14'40"S 53°42'16"W
Ponto 09: 24°17'34"S 53°42'38"W	Ponto 21: 24°14'24"S 53°42'16"W
Ponto 10: 24°17'21"S 53°42'34"W	Ponto 22: 24°14'08"S 53°42'17"W
Ponto 11: 24°17'04"S 53°42'30"W	Ponto 23: 24°13'52"S 53°42'16"W
Ponto 12: 24°16'49"S 53°42'25"W	

Foram realizadas 23 coletas de amostra de solos para ensaio de caracterização e CBR.

3. ENSAIO CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)

Em resultados em anexo.

4. DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL – MÉTODO DER

Estrada rural Caravaggio x Floresta KD 103, Município de Palotina – PR.

5.1 FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA

O presente dimensionamento segue as orientações do Manual de Pavimentação do DNIT, respaldada a resolução contida na portaria nº 166 – DG/DNIT, de 03/02/2002 que impõe a adoção do chamado padrão DNIT, configurado pelas normas DNIT 001/001/2002 – PRO e 002/2002 – PRO.

As camadas do pavimento flexível são dimensionadas em função do tipo de material constituinte e da sua respectiva capacidade de suporte e principalmente do subleito.

Tal capacidade do subleito e dos materiais é definida pelo ensaio de CBR, o qual é preconizado pelo DER e normatizado pelo método de ensaio ME 172/2016, onde corpos de prova são moldados em laboratório para as condições de massa específica aparente e umidade especifica para o serviço.

O ensaio CBR é um método importante para determinar a capacidade de suporte de um solo, sendo utilizado para classificar o material e projetar camadas de pavimentação. A norma DNIT 172/2016-ME estabelece critérios para a aceitação dos serviços, como a exigência de um ISC ≥ 2% e expansão ≤ 4% para corpos de aterro, e ISC ≥ ISC de projeto e expansão ≤ 2% para camadas finais.

5.2 CARACTERIZAÇÃO MÍNIMA DOS MATERIAIS

As características mínimas dos materiais por camadas devem ser as seguintes:

Subleito:

CBR ≥ 2%

Resultado encontrado através do ensaio, valor de 15,8%

Resultado adotado por fator de segurança, valor de 12,0%

Expansão ≤ 2%

Sub base:

CBR ≥ 20%

Expansão ≤ 1%

Base:

CBR ≥ 80%

Expansão ≤ 0,5%

5.3 METODOLOGIA

Além dos materiais, o dimensionamento do pavimento também leva em consideração o efeito destrutivo do tráfego que é representado pelo número equivalente de operações de um eixo tomado como padrão, durante o período de projeto escolhido.

De posse das informações das camadas constituintes e do número “N”, a próxima etapa é determinar os coeficientes de equivalência estrutural para as diferentes camadas que irão constituir o futuro pavimento.

De acordo com o tipo de material é possível determinar o coeficiente através da tabela da figura 01, tal coeficiente varia de duas unidades de base ou revestimento com material betuminoso até uma unidade para as camadas granulares.

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

Figura 1- Coeficiente de equivalência estrutural

Segundo o manual de pavimentação do DNIT, os coeficientes estruturais são designados genericamente por:

- Revestimento – KR
- Base – KB
- Sub base – KS
- Reforço – KRef

O primeiro passo para definição das camadas é escolher o tipo de revestimento, o qual está diretamente relacionando com o esforço do tráfego indicado pelo número “N”.

5.4 CÁLCULO DO “N”

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

- Estimativa das porcentagens mais prováveis de cada tipo de veículo de carga na composição da frota. Isso é efetuado levando-se em conta a função preponderante de cada classe de via.
- Carregamento provável de acordo com cada classe de via. Constata-se que, em viagens curtas e principalmente nas zonas urbanas, a porcentagem de veículos circulando com carga abaixo do limite mesmo “vazio” é elevada.

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

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

  105% da carga útil máxima

  100% da carga útil máxima

  75% da carga útil máxima

- Estabelecimento de percentuais dos carregamentos para os tipos de veículos comerciais componentes da frota, de acordo com as características de cada classe de via, sendo calculados os fatores de equivalência final e determinado o número “N” na tabela 01, segue abaixo.

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

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

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

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

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

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

Tráfego Leve: Ruas de características essencialmente residências, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podemos existir ocasionalmente passagens de caminhões e ônibus em número não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizando por número “N” típico de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 KN) para o período de projeto de 10 anos.

Tráfego Médio: Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego, caracterizando “N” típico $5x10^5$ solicitações do eixo simples padrão (80 KN) para período de 10 anos.

Tráfego Meio Pesado: Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 101 a 300 por dia, pro faixa de tráfego, caracterizado por número “N” típico de 2x10^6 solicitações do eixo simples padrão (80 KN) para o período de 10 anos.

Tráfego Pesado: Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 301 a 1.000 por dia, pro faixa de tráfego, caracterizado por número “N” típico de 2x10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 KN) para o período de 10 anos a 12 anos.

Tráfego Muito pesado: Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 1.001 a 2.000 por dia, pro faixa de tráfego, caracterizado por número “N” típico de 5x10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 KN) para o período de 12 anos.

Faixa exclusiva de ônibus: Vias para as quais é prevista, quase que exclusivamente, a passagem de caminhões e ônibus e veículos comerciais e número reduzido, caracterizado por número “N” típico de 5x10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 KN) para o período de 12 anos.

Principais parâmetros adotados para a classificação da estrada rural Caravaggio x Floresta KD 103 na cidade de Palotina – PR.

Classificação das vias e parâmetros de tráfego

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

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

Notas:

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

(2)Números de solicitações adotadas:

N = 365 x 10 x Vo x 1,25 x e = 4560.Vo.e

N = 365 x 12 x Vo x 1,30 x e = 5690.Vo.e

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

(3)Equivalente expresso em nº de solicitações do eixo padrão de 82 kN (equivalência do DNIT).

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

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

Para determinação do valor de “N”, utilizando a tabela 01 observamos que a estrada Caravaggio x Floresta - ADERFA KD 103 (Objeto do dimensionamento) é uma via local e coletora com trânsito médio, portanto seu valor é de $N = 5\ x\ 10^6$.

Tipo de espessura mínima do revestimento são definidos, conforme tabela a baixo:

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

Figura 2 - tabela de espessura mínima de revestimento betuminoso.

O revestimento será, portanto, em Concreto Asfáltico Usinado a Quente, com espessura de 5,00 cm.

Utilizando a tabela mostrada na figura 2, em seguida determinar o coeficiente estrutural do mesmo, utilizando a figura 1, coeficiente K para componentes do pavimento e camadas granulares.

O número “N” igual a 5×10^6 então o tipo de revestimento a ser utilizado deve ser concreto asfáltico usinado a quente, com espessura de 5,00 cm de espessura.

Sendo assim KR = 2.

Para a sequência nos cálculos seguem as seguintes informações:

- Subleito existente: CBR = 15,8 % (resultado do ensaio de CBR)
- Material com CBR mínimo para sub base: CBR=20%
- Material com CBR mínimo para a base: CBR=80%

A próxima etapa para o dimensionamento do pavimento é definir as espessuras das camadas utilizando o cruzamento das informações da figura 03 e o gráfico das curvas para a determinação das espessuras indicadas na figura 04, as quais determinam a espessura de material que deve estar sobre uma camada considerando parâmetro de tráfego e de suporte dos materiais constituintes.

$$RK_R + BK_B \geq H_{20}$$

$$RK_R + BK_B + h_{20}\,Ks \geq H_n$$

$$RK_R + BK_B + h_{20}\,Ks + h_n\,K_{Ref} \geq H_m$$

- Inequações para determinação das espessuras das camadas, onde:

R – Espessura do revestimento;

B – Espessura da camada de base;

H_{20} – Espessura sobre a camada de sub base;

h_{20} – Espessura da camada de sub base;

H_n – Espessura sobre a camada de reforço do subleito;

h_n – Espessura da camada de reforço do subleito;

H_m – Espessura sobre a camada de subleito.

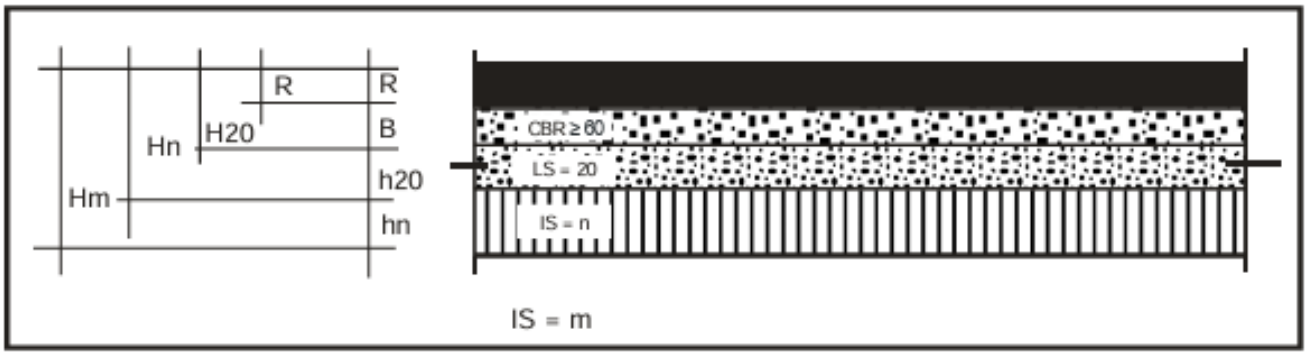
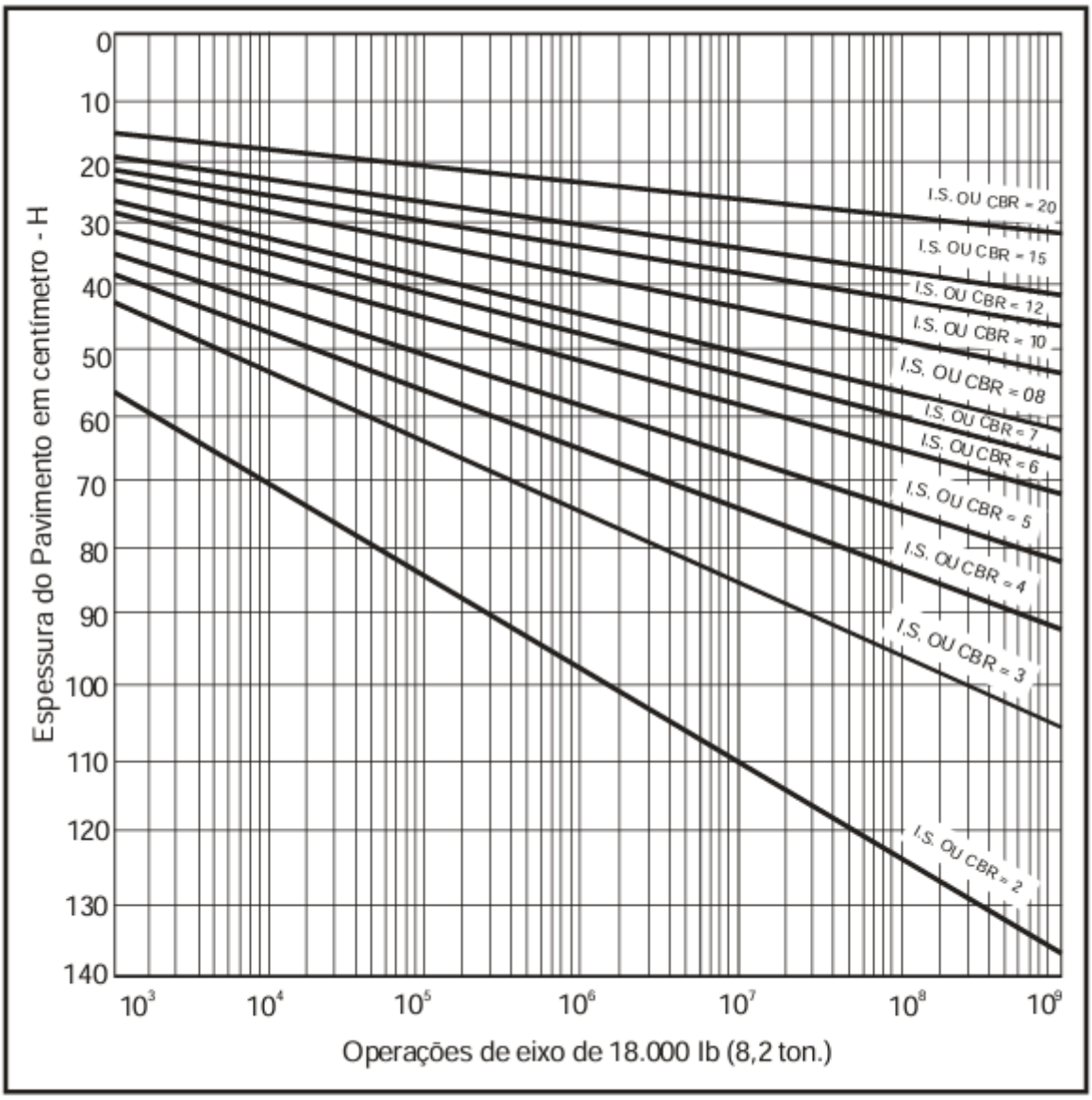


Figura 3 - Dimensionamento



$$H_t = 77{,}67 \cdot N^{0{,}0482} \cdot CBR^{-0{,}598}$$

Figura 4 - Espessura das camadas

5.5 DETERMINAÇÃO DAS CAMADAS DE BASE E SUB BASE

Para determinar a espessura da camada sobre a sub base, usamos a as curvas da figura 4, utilizando o CBR de 12% com o valor de N = 5 x 10^6 obtém-se pelo gráfico o valor de H_{20} = 30 cm.

Para determinar a espessura da camada sobre o subleito, usando as curvas da figura 4, utilizando o CBR de 6% com o valor de N = 5 x 10^6 obtém-se pelo gráfico o valor de H_n = 60 cm

- Utilizando a inequação 1 para a base:

$RK_R + BK_B \geq H_{20}$

5x2 x B ≥ 30

10 + B ≥ 30

B ≥ 30-10

B ≥ 20 cm

- Utilizando a inequação 2 para a sub base:

$RK_R + BK_B + h_{20} Ks \geq H_n$

5x4 + 20 + Sub Base ≥ 60

Sub base ≥ 60-20-15

Sub base ≥ 25 cm

Quadro Resumo das Espessuras do Pavimento	
Estrutura do Pavimento	***Espessura do Pavimento (cm)***
Concreto asfáltico usinado a quente	***5,00***
Base (Brita Graduada Simples)	***20,00***
Sub-base (Macadame seco)	***25,00***
Regularização do subleito	***20,00***
Total da seção transversal do Pavimento	***50,00***

Obs.: Regularizar o subleito, tratando 20 cm.

6. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO SONDAGEM A TRADO

	
Registro 01	Registro 02
	
Registro 03	Registro 04

7. ART

Página 1/2

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

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720256494936

1. Responsável Técnico

CLEITON BARBOZA DE MORAES

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **1719162417**
Carteira: **PR-185013/D**

2. Dados do Contrato

Contratante: **GESTAO TECNICA PROJETOS TECNICOS CONSULTORIA E PLANEJAMENTO URBANO LTDA** CNPJ: **40.977.301/0001-94**

TRAVESSA ANA NERI, 115
JARDIM ALBINO BIACHI - APUCARANA/PR 86802-100

Contrato: (Sem número) Celebrado em: 01/10/2025
Valor: R$ 1.500,00 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Privado) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

ESTRADA RURAL ARDEFA KD 128, S/N
ZONA RUARL - PALOTINA/PR 85950-000
Data de início: 02/10/2025 **Previsão de término:** 02/10/2026 **Coordenadas Geográficas:** -24,249206 x -53,865871
Proprietário: GESTAO TECNICA PROJETOS TECNICOS CONSULTORIA E PLANEJAMENTO URBANO LTDA CNPJ: **40.977.301/0001-94**

ESTRADA RURAL ARDEFA KD 434, S/N
ESTRADA RURAL - PALOTINA/PR 85950-000
Data de início: 02/10/2025 **Previsão de término:** 02/10/2026 **Coordenadas Geográficas:** -24,280805 x -53,861587
Proprietário: GESTAO TECNICA PROJETOS TECNICOS CONSULTORIA E PLANEJAMENTO URBANO LTDA CNPJ: **40.977.301/0001-94**

ESTRADAV RURAL CARAVAGGIO X FLORESTA - KD 103, S/N
ESTRADA RURAL - PALOTINA/PR 85950-000
Data de início: 02/10/2025 **Previsão de término:** 02/10/2026 **Coordenadas Geográficas:** -24,28002 x -53,707035
Proprietário: GESTAO TECNICA PROJETOS TECNICOS CONSULTORIA E PLANEJAMENTO URBANO LTDA CNPJ: **40.977.301/0001-94**

ESTRADA RURAL ESQUINA PROGRESSO, S/N
ESTRADA RURAL - PALOTINA/PR 85950-000
Data de início: 02/10/2025 **Previsão de término:** 02/10/2026 **Coordenadas Geográficas:** -24,198335 x -53,877766
Proprietário: GESTAO TECNICA PROJETOS TECNICOS CONSULTORIA E PLANEJAMENTO URBANO LTDA CNPJ: **40.977.301/0001-94**

ESTRADA RURAL LINHA ARATIBA, S/N
PARQUE INDUSTRIAL C. VALE - PALOTINA/PR 85950-000
Data de início: 02/10/2025 **Previsão de término:** 02/10/2026 **Coordenadas Geográficas:** -24,194772 x -53,768251
Proprietário: GESTAO TECNICA PROJETOS TECNICOS CONSULTORIA E PLANEJAMENTO URBANO LTDA CNPJ: **40.977.301/0001-94**

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Análise, Coleta de dados, Dimensionamento, Ensaio, Laudo, Projeto] *de sondagem geotécnica a trado*	70,00	PONTO
[Dimensionamento, Ensaio, Laudo] *de pavimentação*	20000,00	METRO

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

A autenticidade desta ART pode ser verificada em https://servicos.crea-pr.org.br/publico/art
Impresso em: 04/11/2025 09:48:45

CREA-PR
www.crea-pr.org.br

Página 2/2

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

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720256494936

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações registradas nesta Anotação de Responsabilidade Técnica.

Documento assinado eletronicamente por CLEITON BARBOZA DE MORAES, registro Crea-PR PR-185013/D, na área restrita do profissional com uso de login e senha, na data 04/11/2025 e hora 09h48.

GESTAO TECNICA PROJETOS TECNICOS CONSULTORIA E PLANEJAMENTO URBANO LTDA
CNPJ: 40.977.301/0001-94

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Valor da ART: R$ 103,03 **Registrada em : 04/11/2025** **Valor Pago: R$ 103,03**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em https://servicos.crea-pr.org.br/publico/art
Impresso em: 04/11/2025 09:49:45

CREA-PR
www.crea-pr.org.br