

Concorrência N° 08/2023-SODF Processo N° 00110-00001440/2023-03

Objeto: Elaboração e readequação de Projeto Executivo de Infraestrutura Urbana compreendendo implantação e readequação de meios fios e calçadas, vias e ciclovias, desenvolvimento de geometria/terraplenagem, pavimentação, drenagem pluvial, sinalização viária, projeto de desvio de trânsito, plano de execução/ataque de obra, construção da matriz de riscos, paisagismo, supressão vegetal, recuperação florestal, na Região Administrativa do Sol Nascente/Pôr do Sol – RA SOL, especificamente em poligonal do Pôr do Sol



Produto 3.3
Projeto Executivo de Pavimento

Índice

Apresentação	4
Equipe Técnica	5
Mapa de Localização	6
1 Introdução ao Projeto de Pavimento	7
1.1 Determinação do Número "N"	8
2 Projeções USACE e AASHTO	10
3 Estudo Geotécnico	14
3.1 Subleito	14
3.2 Materiais para Base	17
3.3 Materiais para Sub-Base	17
3.4 Cálculo do CBR de Projeto	18
4 Dimensionamento Prévio - Método DNIT	20
5 Dimensionamento Definitivo - Método MeDiNa - Análise Empírico Mecanística	24
5.1 Parâmetros de Entrada	24
5.2 Resultados Obtidos	26
5.3 Estrutura Final Proposta	27
5.4 Análise de Economicidade	27
5.4.1 Opção 2	27
5.4.2 Opção 3	28
5.5 Considerações Finais	28
6 Dimensionamento do Pavimento em Bloco Intertravado	29
7 Especificações Técnicas de Materiais e Serviços	31
7.1 Regularização de Subleito	31
7.2 Reforço de Subleito	31
7.3 Sub Base de Solo e Cal	31
7.4 Sub Base Estabilizada Granulometricamente	31
7.5 Base de Brita Graduada Simples	31
7.6 Imprimação	32
7.7 Pintura de Ligação	32
7.8 Concreto Betuminoso Usinado a Quente	32
7.9 Blocos Intertravados	32
8 Seção Transversal Tipo	33
9 ANEXOS	36
9.1 Anexo I – Análise do Pavimento – Opção 01	37
9.2 Anexo II – Análise do Pavimento – Opção 02	38

9.3	Anexo III – Análise do Pavimento – Opção 03	39
9.4	Anexo IV – Composições de Preços	40
9.5	Anexo V - Planta de Localização de Pontos de Sondagem e Estudo Geotécnico (Digital) ..	41
9.6	Anexo VI - Planta dos Tipos de Pavimento	42
9.7	Anexo VII - Planta de Eixos com Reforço	43
9.8	Anexo VIII – Quadro de Distância de Transporte	44
9.9	Anexo IX – Quadro Quantidades	45
	Termo de Encerramento	46

Apresentação

A Secretaria de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal (SODF), sob a coordenação da Subsecretaria de Projetos, Orçamentos e Planejamento de Obras (SUPOP), firmou com o Consórcio AeT/Volar o Contrato nº 017/2024 - SODF que tem por objetivo a elaboração do **Projeto Executivo de Infraestrutura Urbana do Bairro Pôr do Sol**, localizado na Região Administrativa do Sol Nascente/Pôr do Sol – RA SOL.

O projeto executivo compreende, conforme objeto do contrato, a implantação e readequação de meios fios e calçadas, vias e ciclovias, desenvolvimento de geometria/terraplenagem, pavimentação, drenagem pluvial (contemplando redes, todos os dispositivos necessários para o funcionamento do sistema, como por exemplo, bocas de lobo, poços de visita, estruturas de lançamentos/dissipadores e Lagoas/Bacias de Detenção, readequação/atualização de projetos existentes, quando houver, nas áreas de contribuição do Ribeirão Taguatinga), sinalização viária, projeto de desvio de trânsito, plano de execução/ataque de obra, construção da matriz de riscos, paisagismo, supressão vegetal e recuperação florestal.

O presente relatório corresponde ao **Produto 3.3 – Projeto Executivo de Pavimento**, na sua primeira emissão.

A área denominada Administração Regional do Sol Nascente/Por do Sol (RA SOL) está localizada no trecho compreendido dentro da poligonal de estudo (Por do Sol) numa área aproximada de 113,29 hectares para pavimento novo e rede de drenagem.

Equipe Técnica

COORDENAÇÃO TÉCNICA e EXECUÇÃO:

PAULO CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE

Arquiteto e Urbanista – CAU: A80095-3

ANA CECÍLIA PARISI

Arquiteta e Urbanista – CAU: A80096-1

FERNANDO MARQUES ELY

Administrador - CRA 026.034/DF

THIAGO PEIXOTO NOVAIS

Engenheiro Civil - CREA/MG RN: 04.0.0000147293

JORDAN PAULO MEROS

Arquiteto e Urbanista – CAU: A55153-8

RENATO GRILLO ELY

Engenheiro Civil – CREA: 13611/D-RS

GERALDO AUGUSTO NOVAIS

Engenheiro Civil – CREA: 30616/D-MG

PAULA ADRIANA DE MELO LOPES

Engenheira Civil – CREA/MG: 60.173/D-MG

EDUARDO DE SOUZA COSTA

Engenheiro Civil – CREA/MG: 52.471/D-MG

ROBERTO TRAMONTINA ARAÚJO

Engenheiro Florestal – CREA/DF: 20.173/D-DF

1 Introdução ao Projeto de Pavimento

O projeto de pavimentação objetiva a definição do tipo de pavimento e seu dimensionamento, a indicação das fontes de materiais para a construção, a definição da seção transversal e a apresentação gráfica da distribuição dos materiais de jazida e espessura das camadas.

O dimensionamento de um pavimento consiste na determinação das camadas de regularização e compactação do subleito, sub-base, base e revestimento, de forma que essas camadas sejam suficientes para resistir, transmitir e distribuir as pressões resultantes da passagem dos veículos ao subleito, sem que o conjunto sofra ruptura, deformações apreciáveis ou desgaste superficial excessivo.

Para elaboração do projeto foram consideradas as características apresentadas pelo material de subleito e as ocorrências de materiais disponíveis na região, de forma a definir, da maneira mais econômica, uma estrutura capaz de resistir aos esforços impostos pelo tráfego e pelas intempéries.

Para as vias com classificação de tráfego meio pesado o dimensionamento do pavimento foi feito de acordo com o método do Eng^o Murilo Lopes de Souza, preconizado no Manual de Projeto de Pavimentos do DNIT. Este método estabelece a espessura total do pavimento, em termos de camada granular, visando proteger o subleito das solicitações de tráfego. Sequencialmente, o dimensionamento foi validado pela análise empírica mecânica através do Método MeDiNa do DNIT.

No caso das vias locais e estacionamentos, foi adotado revestimento em bloco intertravado. Para isso, o dimensionamento foi guiado pela IP-06 - Instrução para Dimensionamento de Pavimento com Blocos Intertravados de Concreto elaborado pela Prefeitura Municipal de São Paulo.

O **Produto 3.1.1 Anteprojeto Geométrico - SIV**, na sua primeira emissão, apresenta as Diretrizes de Sistema Viário e Circulação e Diretrizes de Uso e Ocupação do Solo da ARIS Pôr do Sol. No caso do Anteprojeto Viário – SIV – em pauta, importa a indicação de **Vias de Circulação de Vizinhança**, no interior do bairro, além da classificação da Av. Elmo Serejo como uma **Via de Atividades**.

A figura 1, em sequência, apresenta a hierarquia viária adotada no anteprojeto geométrico, compatíveis com a DIUPE 18/2023 e URB 009/18, consistindo em:

1. A Av. Elmo Serejo (Via de Atividades) deverá ser recapitada com a incorporação da rótula de acesso ao bairro e via local de distribuição. Essas medidas já estavam apontadas na URB 009/18, sendo nesse detalhadas nesse produto a fim de passarem a compor o elenco de obras a realizar.
2. A Rua Pôr do Sol e as vias adjacentes às quadras 301/203, 202/103 e 201/102, classificadas como Vias de Circulação de Vizinhança, passam a ser, nesse anteprojeto, guarnecidas de estacionamentos laterais e calçadas (com larguras entre 5 e 4 m), a fim de atender às vocações comerciais e ciclovias unidirecionais.
3. As Vias Locais, passam a ser classificadas em duas categorias:
 - a. Vias Locais com dimensões regulamentares, quanto às faixas de tráfego mínimas e demais elementos de geometria viária; e
 - b. Via Locais Compartilhadas, já indicadas na URB 009/18, mas que passam a ser guarnecidas de “Faixas de Arremate”, a fim de conter o pavimento e interagir com as soleiras das casas.

Figura 1 - Hierarquia Viária

LEGENDA

- VIA DE ATIVIDADES (Av. Elmo Serejo)
- VIA DE CIRCULAÇÃO DE VIZINHANÇA - COMERCIAL
- VIA LOCAL (REGULAMENTAR)
- VIA LOCAL (VIAS CALMAS COMPARTILHADAS)



Figura 1 - Hierarquia Viária

1.1 Determinação do Número “N”

O número equivalente “N” necessário ao dimensionamento do pavimento é definido pelo número de repetições equivalentes de um eixo padrão de 8,2 tf (18.000 lb) durante o período de vida útil do projeto.

Na determinação do Número “N” são considerados fatores relacionados à composição do trânsito e referidos a cada categoria de veículos, definida em função da carga transportada e do número de eixos dos veículos. Seus valores anuais acumulados, durante o período de projeto, são calculados com base nas projeções de trânsito. Para tanto, é necessário o conhecimento qualitativo e quantitativo da composição presente e futura do trânsito.

Com base no estudo de tráfego das vias de projeto e na experiência da Prefeitura Municipal de São Paulo, materializada nas Instruções de Projeto nº 2, 4 e 6 foi determinado o número “N” característico deste projeto.

De acordo com a IP-02/PMSP, a via urbana a ser pavimentada será classificada, para fins de dimensionamento de pavimento, de acordo com tráfego previsto para as mesmas, nos seguintes tipos:

- **Tráfego Leve** - Ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões e ônibus em número não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos;
- **Tráfego Médio** - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 5×10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos;
- **Tráfego Meio Pesado** - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número 101 a 300 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por

número "N" típico de 2×10^6 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 ou ônibus em número de 301 a 1000 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 2×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos a 12 anos;
- **Tráfego Muito Pesado** - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 1001 a 2000 por dia, na faixa de tráfego mais solicitada, caracterizada por número "N" típico superior a 5×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos.

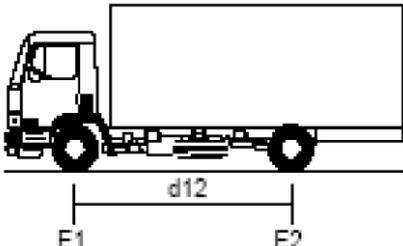
Fundamentado nas classificações prescritas propõe-se para a região uma composição de tráfego como apresentado na TABELA 1. A IP-0 "Classificação da via" serviu como embasamento para correlacionar o Número N característico com a função predominante da via.

Tabela 1 - Classificação da via e o respectivo número "N" característico

Denominação	Função predominante	Tráfego previsto	N característico
Vias de Circulação de Vizinhança - CBUQ	Via coletora	Meio Pesado	2×10^6
Vias Locais e Estacionamentos	Via Local	Leve	10^5

O veículo-tipo que será utilizado no projeto é denominado, pelo Manual de Estudos de Tráfego – DNIT (2006), como caminhão 2C e está detalhado na TABELA 2. Como premissa do estudo de tráfego, este é o único veículo pesado a ser contabilizado no cálculo do Número "N".

Tabela 2 - Veículo-tipo do projeto, conforme descrição do Manual de Estudos de Tráfego – DNIT (2006)

Silhueta	Nº de Eixos	PBT/CMT Máx. (t)	Caracterização	Classe
	2	16 (16,8)	E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ES, RD, CM 10t $d_{12} \leq 3,50$ m	2C

Com base neste veículo tipo (TABELA 2) e no Número "N" proposto (TABELA 1), os subitens seguintes apresentam uma análise do tráfego com o intuito de obter o Volume Médio Diário (VMD) da via projetada. Esta análise tem o intuito de estabelecer o VMD no ano de abertura e ao final da vida útil para, posteriormente, obter-se o Número "N" de acordo com as metodologias USACE e AASHTO. Ambos os valores serão necessários para a análise empírica mecânica do pavimento.

2 Projeções USACE e AASHTO

Na TABELA 3 e na

TABELA 4 apresenta-se o tráfego, com taxa de crescimento de 3%, para o ano de abertura do trecho (2025) e o último ano da vida útil (2034).

Tabela 3 - Projeção de Tráfego para o pavimento – Vias Circulação de Vizinhança

Etapas	Período	Caminhão (2C)	Taxa de Crescimento (%)
1º ano (Abertura)	2025	102	3 % a.a.
2º ano	2026	105	
3º ano	2027	108	
4º ano	2028	111	
5º ano	2029	115	
6º ano	2030	118	
7º ano	2031	122	
8º ano	2032	125	
9º ano	2033	129	
10º ano	2034	133	

Tabela 4 - Projeção de Tráfego para o pavimento – Vias Locais

Etapas	Período	Caminhão (2C)	Taxa de Crescimento (%)
1º ano (Abertura)	2025	6	3 % a.a.
2º ano	2026	6	
3º ano	2027	6	
4º ano	2028	7	
5º ano	2029	7	
6º ano	2030	7	
7º ano	2031	7	
8º ano	2032	7	
9º ano	2033	8	
10º ano	2034	8	

Na TABELA 5 apresentam-se os valores das cargas por eixo, cálculo dos fatores de equivalência para cada eixo e o fator de equivalência total para cada veículo admitindo a tolerância de 12,5% no peso por eixo ou 7,5% no peso bruto para veículos de até 50 toneladas, conforme Lei 14.229, de 2021. Para

composição do tráfego, considerou-se que 20% dos veículos estarão vazios e 80% carregados, de acordo com os limites impostos pela lei da balança.

Tabela 5 - Fatores de veículo USACE e AASHTO

FATORES DE VEÍCULOS - USACE										
VEÍCULOS VAZIOS										
Configuração		Conjunto de Eixos			Carga por Eixo (t)			Fator de Equivalência		
		ESRS	ESRD	Total	ESRS	ESRD	Total	ESRS	ESRD	FVi
Caminhões	2C	1	1	2	5,16	8,60	13,76	0,1516	1,2808	1,4324
VEÍCULOS CARREGADOS (LEI DA BALANÇA) - TOLERÂNCIA DE 12,5% POR EIXO E 5,0% PARA PBTC										
Configuração		Conjunto de Eixos			Carga por Eixo (t)			Fator de Equivalência		
		ESRS	ESRD	Total	ESRS	ESRD	Total	ESRS	ESRD	FVi
Caminhões	2C	1	1	2	6,45	10,75	17,20	0,3716	5,1708	5,5424
FATORES DE VEÍCULOS - AASHTO										
VEÍCULOS VAZIOS										
Configuração		Conjunto de Eixos			Carga por Eixo (t)			Fator de Equivalência		
		ESRS	ESRD	Total	ESRS	ESRD	Total	ESRS	ESRD	FVi
Caminhões	2C	1	1	2	5,16	8,60	13,76	0,1706	1,2481	1,4187
VEÍCULOS CARREGADOS (LEI DA BALANÇA) - TOLERÂNCIA DE 12,5% POR EIXO E 5,0% PARA PBTC										
Configuração		Conjunto de Eixos			Carga por Eixo (t)			Fator de Equivalência		
		ESRS	ESRD	Total	ESRS	ESRD	Total	ESRS	ESRD	FVi
Caminhões	2C	1	1	2	6,45	10,75	17,20	0,4474	3,2725	3,7199

Na TABELA 6 apresentam-se os valores do fator de veículo.

Tabela 6 - Cálculo dos Fatores de Veículo – FV

Veículos-tipo		VMD	Fator de Veículo USACE		Fator de Veículo AASHTO	
			FVi	$(VMD*FV)/\sum VMD$	FVi	$(VMD*FV)/\sum VMD$
Caminhões	2C	102 / 6	4,72	4,720	3,26	3,260
Total		102 / 6		FVusace = 4,720		FVaashto = 3,260

Para as vias de Circulação de Vizinhança, na Tabela 7 são apresentados os parâmetros necessários para o cálculo do número “N”, para o período de projeto, nos métodos USACE e AASHTO.

Tabela 7 - Projeção do VMDAT e do Número "N" – Vias Circulação de Vizinhança

Ano	Volumes de Tráfego (VMDAT)					Valores do Número "N"				Observações
	Veículos-tipo				Total	USACE		AASHTO		
	Moto	Passeio	Coletivo	Carga		Ano	Acumulado	Ano	Acumulado	
2025	0	0	0	102	102	1,76E+05	1,76E+05	1,21E+05	1,21E+05	1º ano
2026	0	0	0	105	105	1,81E+05	3,57E+05	1,25E+05	2,46E+05	
2027	0	0	0	108	108	1,86E+05	5,43E+05	1,29E+05	3,75E+05	
2028	0	0	0	111	111	1,92E+05	7,35E+05	1,33E+05	5,08E+05	
2029	0	0	0	115	115	1,98E+05	9,33E+05	1,37E+05	6,44E+05	5º ano
2030	0	0	0	118	118	2,04E+05	1,14E+06	1,41E+05	7,85E+05	
2031	0	0	0	122	122	2,10E+05	1,35E+06	1,45E+05	9,30E+05	
2032	0	0	0	125	125	2,16E+05	1,56E+06	1,49E+05	1,08E+06	
2033	0	0	0	129	129	2,23E+05	1,79E+06	1,54E+05	1,23E+06	
2034	0	0	0	133	133	2,29E+05	2,01E+06	1,58E+05	1,39E+06	10º ano
Composição Percentual de Tráfego				Parâmetros adotados no cálculo do número de operações do eixo padrão de 8,2t						
Moto	Passeio	Coletivo	Carga	Fatores de Veículos - FV		Fator climático		Fator de pista		
0,00	0,00	0,00	100%	FVusace	FVaashto	FR		FP		
Taxas de Crescimento de Tráfego				4,72	3,26	1,00		1,00		
Moto	Passeio	Coletivo	Carga	Ano inicial para cálculo do Número "N"					2025	
3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	Período de projeto para o cálculo do número "N" (anos)					10	

Para as vias locais e estacionamentos, na Tabela 8 são apresentados os parâmetros necessários para o cálculo do número "N", para o período de projeto, nos métodos USACE e AASHTO.

Tabela 8 - Projeção do VMDAT e do Número "N" – Vias Locais

Ano	Volumes de Tráfego (VMDAT)					Valores do Número "N"				Observações
	Veículos-tipo				Total	USACE		AASHTO		
	Moto	Passeio	Coletivo	Carga		Ano	Acumulado	Ano	Acumulado	
2025	0	0	0	6	6	1,03E+04	1,03E+04	7,14E+03	7,14E+03	1º ano
2026	0	0	0	6	6	1,06E+04	2,10E+04	7,35E+03	1,45E+04	
2027	0	0	0	6	6	1,10E+04	3,20E+04	7,57E+03	2,21E+04	
2028	0	0	0	7	7	1,13E+04	4,32E+04	7,80E+03	2,99E+04	

2029	0	0	0	7	7	1,16E+04	5,49E+04	8,03E+03	3,79E+04	5º ano	
2030	0	0	0	7	7	1,20E+04	6,69E+04	8,28E+03	4,62E+04		
2031	0	0	0	7	7	1,23E+04	7,92E+04	8,52E+03	5,47E+04		
2032	0	0	0	7	7	1,27E+04	9,19E+04	8,78E+03	6,35E+04		
2033	0	0	0	8	8	1,31E+04	1,05E+05	9,04E+03	7,25E+04		
2034	0	0	0	8	8	1,35E+04	1,19E+05	9,31E+03	8,18E+04	10º ano	
Composição Percentual de Tráfego				Parâmetros adotados no cálculo do número de operações do eixo padrão de 8,2t							
Moto	Passeio	Coletivo	Carga	Fatores de Veículos - FV			Fator climático		Fator de pista		
0,00	0,00	0,00	100%	FVusace	FVAashto		FR		FP		
Taxas de Crescimento de Tráfego				4,72		3,26		1,00		1,00	
Moto	Passeio	Coletivo	Carga	Ano inicial para cálculo do Número "N"					2025		
3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	Período de projeto para o cálculo do número "N" (anos)					10		

3 Estudo Geotécnico

A construção de um pavimento exige o conhecimento não só dos materiais constituintes das camadas desse pavimento, mas também dos materiais constituintes do subleito e daqueles que possam interferir na construção de drenos, acostamentos, cortes e aterros. Assim, os serviços geotécnicos foram desenvolvidos e divididos basicamente em serviços de campo e laboratório e de escritório.

Todos os serviços de campo ou de laboratório foram executados segundo procedimentos normatizados, obedecendo-se a seguinte ordem:

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- PMSP – Prefeitura Municipal de São Paulo;
- Métodos de Ensaio / DNER.

3.1 Subleito

As sondagens a trado para reconhecimento (análise tátil-visual), coleta de amostras e anotação da cota do nível d'água (se constatado), foram executadas com auxílio de equipamentos manuais, tipo trado mecânico, cavadeira, pá, picareta e outros pequenos equipamentos.

A sondagem a trado consiste em estudo geotécnico de campo que permite visualizar o perfil geotécnico do terreno por meio de amostras deformadas coletadas em diversas profundidades.

Os principais dados a serem obtidos de uma sondagem a trado são:

- O tipo de solo ao longo da profundidade;
- A posição do nível d'água, quando determinado durante ou após a perfuração.

A amostragem das camadas representativas do revestimento primário e do subleito, visando à obtenção de suas características geotécnicas, foi realizada abaixo da cota de fundação do pavimento, sendo representativa das camadas encontradas.

Para o estudo da área, a título de reconhecimento geotécnico, foram executadas sondagens a trado – ST as quais representam o trecho a ser pavimentado, bem como os ensaios pertinentes aos materiais coletados.

Fundamentado nas informações obtidas no reconhecimento preliminar de campo e numa predefinição da cota de implantação do pavimento, realizou-se a programação de ensaios de laboratório, considerando a graduação do material do subleito e a presença ou não do revestimento primário.

Visando caracterizar esses materiais de subleito, foram coletadas amostras para a realização de ensaios geotécnicos. Para cada uma delas executou-se os ensaios de compactação, Índice de Suporte Califórnia – ISC, expansão, granulometria e limites de liquidez e de plasticidade. No ensaio de compactação a amostra foi compactada sem reuso de material, na energia Proctor Normal.

A locação destas sondagens, os laudos dos ensaios com os resultados e o memorial de cálculo são apresentados no Relatório de Estudos Geotécnicos. A seguir, na

Tabela 9 apresenta-se o resumo geral dos resultados desses ensaios para a área objeto de estudo.

Tabela 9 - Resumo dos resultados dos ensaios do subleito – Vias de Circulação de Vizinhança e Vias Locais

Furo	Umidade (%)	Densidade Máxima (kg/m ³)	Expansão (%)	CBR (%)	LL - Limite Liquidez (%)	LP - Limite Plasticidade (%)	IP - Índice Plasticidade (%)
ST01	26,3	1.418,00	0,10	9,20	39,0	20,0	19,0

Furo	Umidade (%)	Densidade Máxima (kg/m³)	Expansão (%)	CBR (%)	LL - Limite Liquidez (%)	LP - Limite Plasticidade (%)	IP - Índice Plasticidade (%)
ST02	29,3	1.439,00	0,07	5,70	NL	NP	0,0
ST03	24,3	1.455,00	0,12	7,20	39,0	19,0	10,0
ST04	24,9	1.484,00	0,12	7,20	39,0	32,0	7,0
ST05	22,7	1.499,00	0,00	6,20	35,0	19,0	16,0
ST06	23,3	1.619,00	0,05	10,00	44,0	25,0	19,0
ST07	25,4	1.466,00	0,05	5,80	45,3	25,6	19,7
ST08	26,2	1.438,00	0,06	5,20	39,6	22,9	16,7
ST09	25,4	1.558,00	0,00	8,00	44,9	27,3	17,5
ST10	24,4	1.513,00	0,00	8,00	36,9	28,2	8,7
ST11	24,8	1.558,00	0,06	5,80	43,0	24,3	18,7
ST12	26,1	1.391,00	0,14	5,00	49,6	28,3	21,3
ST13	21,2	1.574,00	0,14	10,80	41,7	25,5	16,2
ST14	28,0	1.456,00	0,06	6,70	48,8	22,7	26,1
ST15	26,2	1.493,00	0,13	8,00	50,0	24,9	25,1
ST16	25,3	1.508,00	0,00	10,00	45,5	26,1	19,4
ST17	28,9	1.461,00	0,06	6,10	NL	NP	0,0
ST19	21,5	1.478,00	0,03	6,40	NL	NP	0,0
ST21	19,9	1.622,00	0,08	10,50	49,8	24,4	25,4
ST23	21,4	1.645,00	1,24	6,00	NL	NP	0,0
ST24	25,2	1.413,00	0,03	6,40	NL	NP	0,0
ST25	20,0	1.606,00	0,20	8,20	34,6	21,6	13,0
ST26	24,6	1.475,00	0,00	7,90	39,0	28,1	11,0
ST27	23,7	1.604,00	0,00	10,40	NL	NP	0,0
ST28	26,0	1.477,00	0,13	8,00	37,0	25,0	12,0
ST29	32,1	1.379,00	0,06	6,10	NL	NP	0,0
ST30	32,7	1.360,00	0,00	10,80	45,4	25,5	19,9
ST32	23,2	1.530,00	0,13	8,80	50,0	24,9	25,1
ST33	20,3	1.583,00	0,18	6,60	NL	NP	0,0
ST34	22,2	1.635,00	0,13	8,00	50,0	24,9	25,1
ST35	28,3	1.434,00	0,12	7,60	NL	NP	0,0
ST36	25,3	1.675,00	1,17	8,40	NL	NP	0,0
ST37	24,3	1.513,00	0,00	7,40	38,3	21,6	16,7
ST38	24,2	1.608,00	0,20	13,30	38,0	26,0	12,0
ST39	20,2	1.726,00	0,20	22,50	NL	NP	0,0

Furo	Umidade (%)	Densidade Máxima (kg/m³)	Expansão (%)	CBR (%)	LL - Limite Liquidez (%)	LP - Limite Plasticidade (%)	IP - Índice Plasticidade (%)
ST40	30,5	1.496,00	0,12	9,50	45,0	21,0	24,0
ST41	26,2	1.478,00	0,00	7,20	52,0	21,0	31,0
ST42	21,8	1.704,00	0,09	9,00	NL	NP	0,0
ST43	23,4	1.636,00	0,17	12,80	39,0	21,0	18,0
ST44	28,4	1.515,00	0,06	7,60	NL	NP	0,0
ST45	19,4	1.673,00	0,00	10,90	NL	NP	0,0
ST46	21,7	1.631,00	0,98	9,20	NL	NP	0,0
ST47	22,1	1.512,00	0,22	13,90	NL	NP	0,0
ST48	29,0	1.425,00	0,05	7,10	NL	NP	0,0
ST49	31,5	1.404,00	0,06	6,50	NL	NP	0,0
ST50	23,5	1.532,00	0,06	7,10	NL	NP	0,0
ST51	24,5	1.441,00	0,12	9,20	NL	NP	0,0
ST54	25,3	1.469,00	1,05	8,20	NL	NP	0,0
ST55	28,5	1.442,00	0,00	8,50	NL	NP	0,0
ST57	26,2	1.504,00	0,00	9,60	NL	NP	0,0
ST58	22,7	1.346,00	0,20	21,50	NL	NP	0,0
ST59	25,1	1.410,00	0,20	14,00	NL	NP	0,0
ST60	19,3	1.720,00	0,11	11,70	NL	NP	0,0
ST62	24,0	1.581,00	0,10	10,00	NL	NP	0,0
ST63	20,6	1.572,00	0,022	10,80	NL	NP	0,0
ST64	20,8	1.596,00	0,50	6,90	37,0	27,0	10,0
ST65	28,8	1.408,00	0,18	21,50	NL	NP	0,0
ST66	20,1	1.695,00	0,15	8,30	46,0	24,0	22,0
ST67	24,6	1.554,00	0,15	8,20	NL	NP	0,0
ST68	15,7	1.686,00	0,05	14,60	39,0	21,0	18,0
ST69	20,9	1.670,00	0,03	9,30	47,0	20,0	27,0
ST70	12,9	1.544,00	0,00	8,40	NL	NP	0,0
ST71	23,3	1.587,00	0,04	9,20	40,0	32,0	8,0
ST72	22,5	1.525,00	0,00	7,00	52,0	21,0	31,0
ST73	26,0	1.426,00	0,03	6,40	NL	NP	0,0
ST74	20,2	1.726,00	0,15	17,10	NL	NP	0,0
ST75	24,3	1.562,00	0,30	6,90	43,0	34,0	9,0

3.2 Materiais para Base

Para execução da camada de base o material indicado foi a brita graduada simples (BGS), tendo em vista a dificuldade de se encontrar, nas cascalheiras licenciadas, material que atenda as especificações técnicas. Foi indicada a Pedreira Ciplan Cimento, em Sobradinho-DF, localizada a 52,9km, conforme, FIGURA 2.

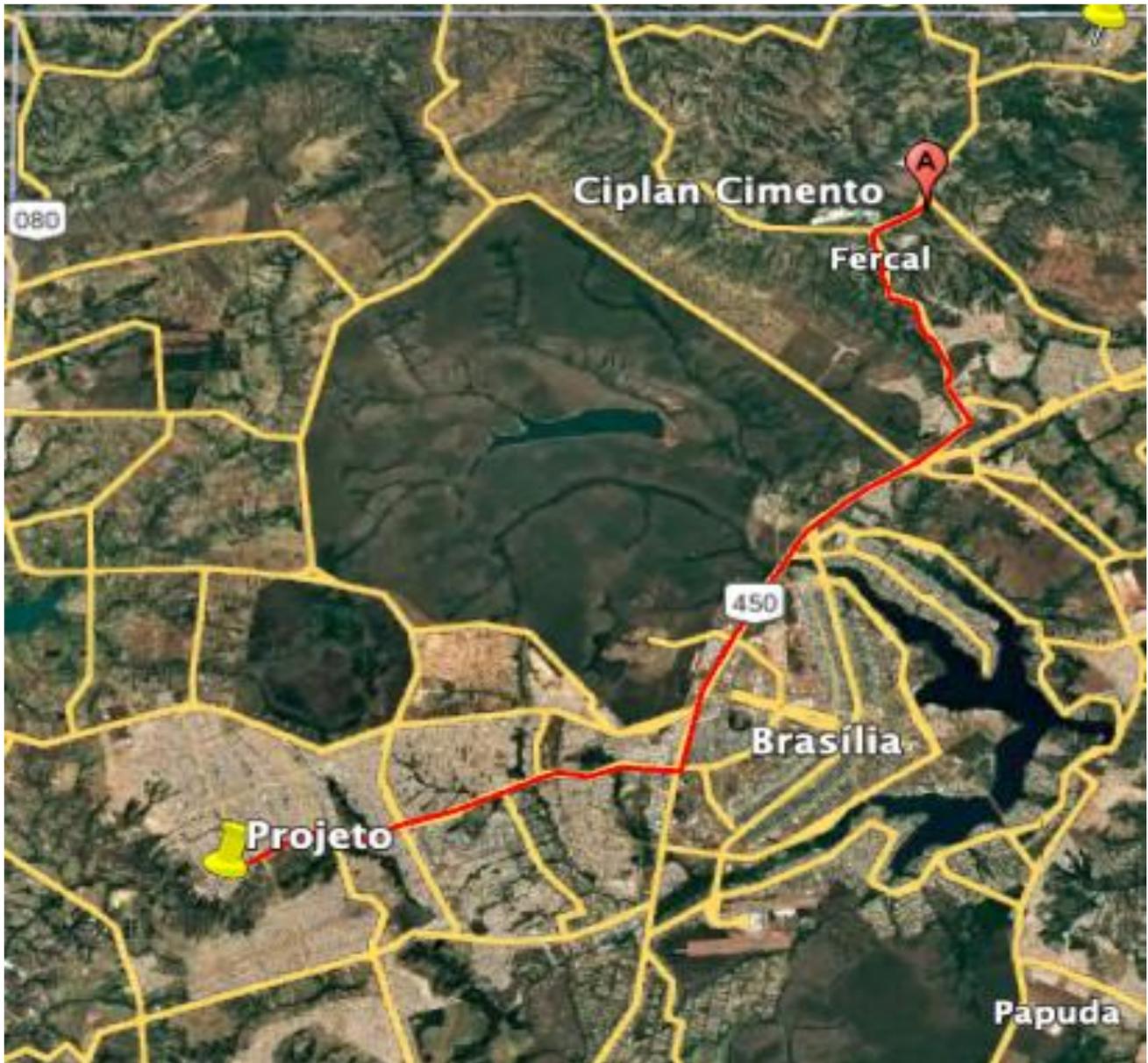


Figura 2 - Distância entre a Ciplan Sobradinho e área do projeto

3.3 Materiais para Sub-Base

Para a camada de sub-base foi indicada a utilização de cascalho proveniente da jazida licenciada, denominada Cascalheira Terra Nova. Esta jazida está localizada a 35,6 km do trecho em estudo (FIGURA 3). Destaca-se a necessidade de se garantir que os materiais a serem adquiridos atendam as especificações de serviço prescritas nas normas que irão embasar este projeto de pavimentação.

Dados da Cascalheira Terra Nova:

Latitude 15°51'35.11"S

Longitude 48°7'11.87"W

Para as opções 02 e 03 nos Estudos de Economicidade foram indicadas as misturas de solo local com 3% de cal e solo brita com 70% de cascalho da Cascalheira Terra Nova e 30% de Brita da Ciplan Cimento.

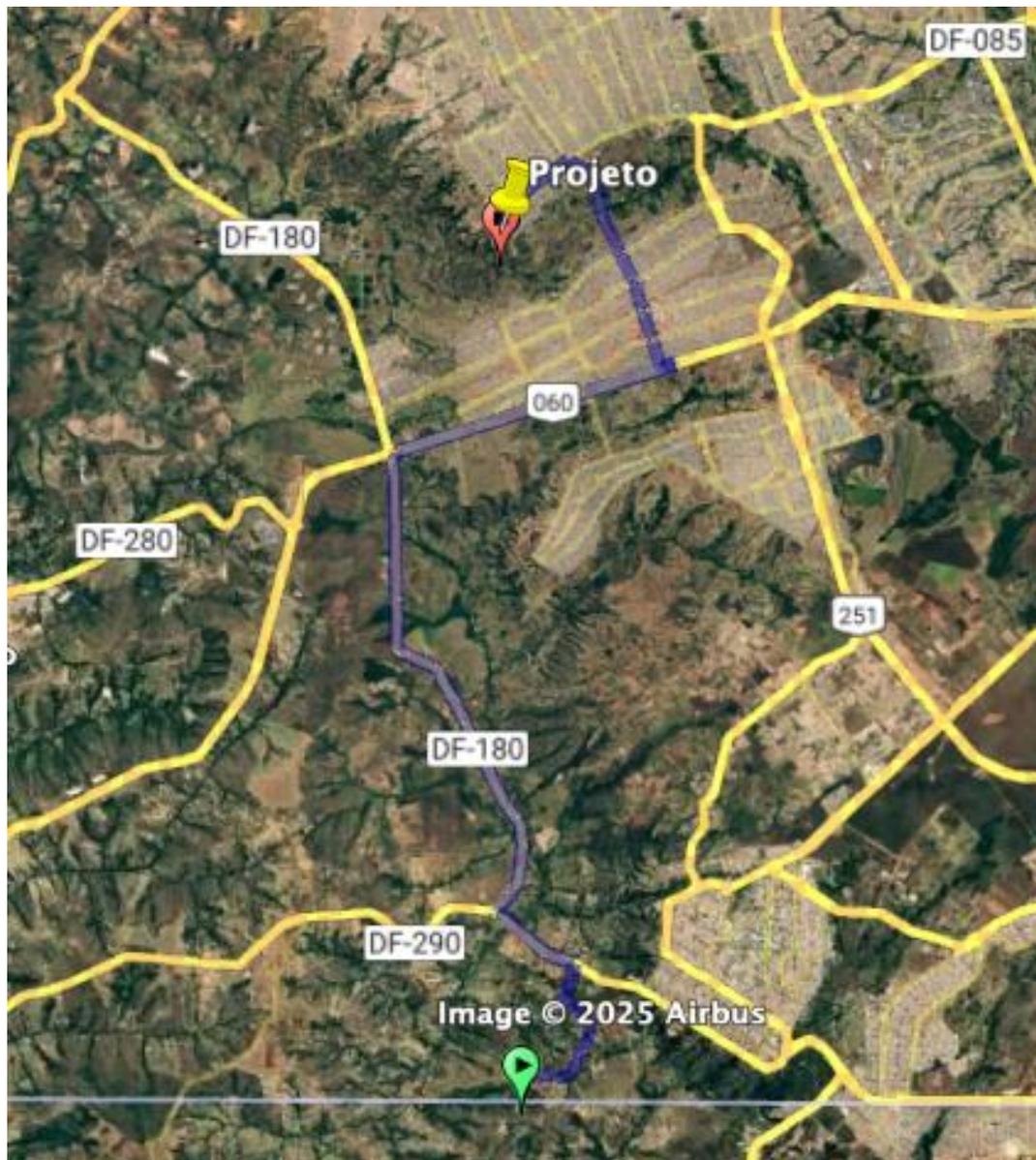


Figura 3 - Distância entre a jazida Terra Nova e área do projeto.

3.4 Cálculo do CBR de Projeto

Para o cálculo do CBR adotou-se a metodologia preconizada pela Instrução Geotécnica IP – 01/2004 da Prefeitura Municipal de São Paulo.

onde:

n = o número de amostras

$t_{0,90}$ = valor de “t” de Student para o nível de confiança de 90% = 1,294 (FIGURA 4)

gí	Área na cauda superior								
	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0025	0,001	0,0005
1	1,000	3,078	6,314	12,71	31,82	63,66	127,3	318,3	636,6
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	14,09	22,33	31,60
3	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	7,453	10,21	12,92
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	5,598	7,173	8,610
5	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	4,773	5,894	6,869
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	4,317	5,208	5,959
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,029	4,785	5,408
8	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	3,833	4,501	5,041
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	3,690	4,297	4,781
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	3,581	4,144	4,587
11	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	3,497	4,025	4,437
12	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,428	3,930	4,318
13	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,372	3,852	4,221
14	0,692	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,326	3,787	4,140
15	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,286	3,733	4,073
16	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,252	3,686	4,015
17	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,222	3,646	3,965
18	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,197	3,610	3,922
19	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,174	3,579	3,883
20	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,153	3,552	3,850
21	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,135	3,527	3,819
22	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,119	3,505	3,792
23	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,104	3,485	3,768
24	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,091	3,467	3,745
25	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,078	3,450	3,725
26	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,067	3,435	3,707
27	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,057	3,421	3,689
28	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,047	3,408	3,674
29	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,038	3,396	3,660
30	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,030	3,385	3,646
35	0,682	1,306	1,690	2,030	2,438	2,724	2,996	3,340	3,591
40	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	2,971	3,307	3,551
45	0,680	1,301	1,679	2,014	2,412	2,690	2,952	3,281	3,520
50	0,679	1,299	1,676	2,009	2,403	2,678	2,937	3,261	3,496
z	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	2,807	3,090	3,291

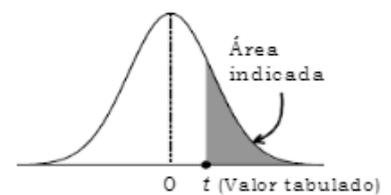


Figura 4 - Valores de referência da distribuição de t-Student unicaudal

Dessa forma, obtiveram-se os valores de $CBR_{PROJETADO}$ e $CBR_{CALCULADO}$ apresentados na TABELA 10.

Tabela 10 - Valores calculados e adotados para o CBR do subleito

Vias	$CBR_{MÉDIO}$	Desvio (S)	Amostras (n)	t_{90}	CBR calculado	CBR de Projeto
Coletoras	9,20	3,62	68	1,294	8,64	6,5%
Locais	9,20	3,62	68	1,294	8,64	6,5%

Ao considerar o $CBR_{CALCULADO}$ como o valor de referência para o projeto, notou-se um elevado número de segmentos dispersos que necessitariam de camada de reforço. Isto posto, pela característica de homogeneidade do trecho, torna-se conveniente a adoção de um valor de $CBR_{PROJETO}$ igual a 6,5%, que permite que 80% das amostras estejam no intervalo desejado.

Na TABELA 11 apresentam-se os locais onde haverá a necessidade de se executar a camada de reforço do subleito com os seus respectivos furos de sondagem. O reforço do sub-leito deverá ser executado

de acordo com a especificação DNIT 138/2010-ES. Deverá ser executado um rebaixo de 0,40 no material de suporte abaixo de 6,5% conforme a tabela e a prancha “Projeto de Pavimento – Eixos com Reforço” – Anexo VII. Posteriormente faz-se a recomposição da caixa com 0,40m de material proveniente da Cascalheira Terra Nova (Croqui apresentado no item 3.3), devidamente compactado a 100% do Proctor Normal em duas camadas de 0,20m cada, garantindo que todo o Projeto tenha CBR superior a 6,5%.

Tabela 11 - Indicação de reforço de subleito

Furo	Umidade (%)	Densidade Máxima (kg/m ³)	Expansão (%)	CBR (%)	LL - Limite Liquidez (%)	LP - Limite Plasticidade (%)	IP - Índice Plasticidade (%)
ST02	29,3	1.439,00	0,07	5,70	NL	NP	0,0
ST05	22,7	1.499,00	0,00	6,20	35,0	19,0	16,0
ST07	25,4	1.466,00	0,05	5,80	45,3	25,6	19,7
ST08	26,2	1.438,00	0,06	5,20	39,6	22,9	16,7
ST11	24,8	1.558,00	0,06	5,80	43,0	24,3	18,7
ST12	26,1	1.391,00	0,14	5,00	49,6	28,3	21,3
ST17	28,9	1.461,00	0,06	6,10	NL	NP	0,0
ST19	21,5	1.478,00	0,03	6,40	NL	NP	0,0
ST23	21,4	1.645,00	1,24	6,00	NL	NP	0,0
ST24	25,2	1.413,00	0,03	6,40	NL	NP	0,0
ST29	32,1	1.379,00	0,06	6,10	NL	NP	0,0
ST73	26,0	1.426,00	0,03	6,40	NL	NP	0,0

4 Dimensionamento Prévio - Método DNIT

De acordo com o nível de tráfego, o método recomenda as espessuras mínimas de revestimento betuminoso, conforme mostrado na TABELA 12.

Tabela 12 - Espessura mínima de revestimento

N	Espessura Mínima do 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
---------------------	--

Assim, para as vias coletoras, considerando as informações preconizadas pelo DNIT para o Número $N=2,01 \times 10^6$ determinado no Item 2.1, no período de projeto de 10 anos, a espessura mínima do revestimento deve ser 5,0 cm.

O ábaco apresentado no método, reproduzido na FIGURA 5 define a espessura total do pavimento em função de N e do ISC do subleito. A espessura total obtida pelo gráfico é expressa em termos de material granular, ou seja, de um material que apresente coeficiente de equivalência estrutural igual a um ($k = 1,0$). Alternativamente ao gráfico, pode ser utilizada a equação abaixo:

$$H_R = 77,67 \times N^{0,0482} \times ISC^{-0,598}$$

Teremos, portanto, para as vias de circulação;

HR = 51 cm

H20 = 25 cm

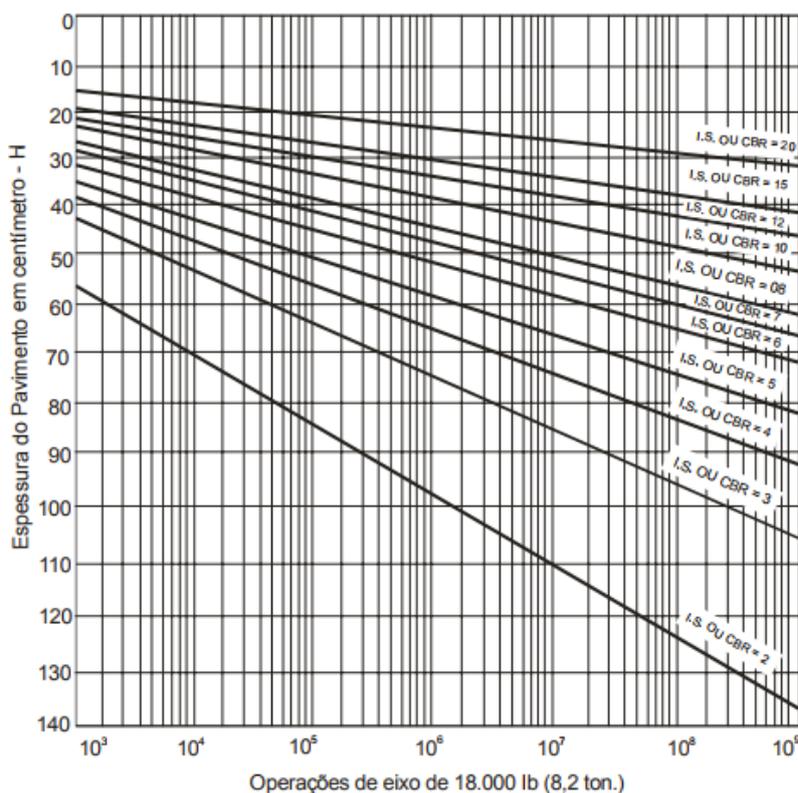


Figura 5 - Ábaco para o cálculo da espessura do pavimento

Deve-se ressaltar ainda que as espessuras máximas e mínimas de compactação das camadas granulares são de 20cm e 10cm, respectivamente. Com relação a espessura construtiva mínima para estas camadas, o valor admissível é de 15cm.

Na FIGURA 6 apresenta-se a simbologia utilizada na designação das diferentes camadas do pavimento.

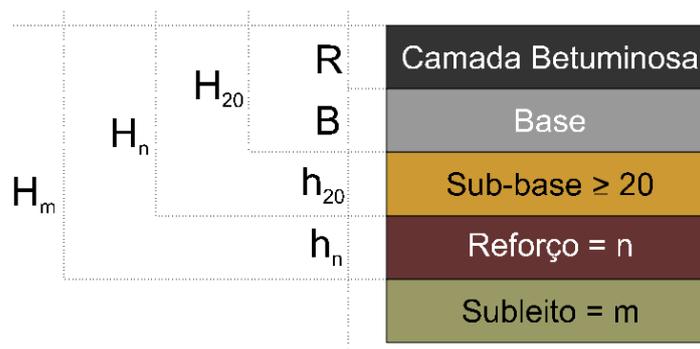


Figura 6 - Nomenclaturas designadas para as camadas do pavimento

onde:

- H_m é a espessura total necessária para proteger um material com ISC = m
- H_n é a espessura da camada de pavimento com ISC = n
- H₂₀ é a espessura de pavimento sobre a sub-base
- h₂₀ é a espessura da sub-base
- B é a espessura da base
- R é a espessura do revestimento.

Determinadas as espessuras H_m, H_n, H₂₀ e R, as espessuras da base, sub-base e reforço são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$$

$$R \times K_R + B \times K_B + H_{20} \times K_S \geq H_n$$

$$R \times K_R + B \times K_B + H_{20} \times K_S + H_n \times K_{REF} \geq H_m$$

Os termos K_R e K_B são os coeficientes de equivalência estrutural, obtidos a partir da TABELA 13. Os coeficientes da sub-base, K_{SB}, e do reforço do subleito, K_{REF}, são obtidos pelas expressões:

$$K_{SB} = \sqrt[3]{\frac{CBR_{SB}}{3CBR_{SL}}} \leq 1 \quad e \quad K_{REF} = \sqrt[3]{\frac{CBR_{REF}}{3CBR_{SL}}} \leq 1$$

Tabela 13 - Coeficientes de equivalência estrutural – IP-05/PMS

CAMADA DO PAVIMENTO	COEFICIENTE ESTRUTURAL (K)
Base ou Revestimento de Concreto Asfáltico	2,00
Base ou Revestimento de Concreto Magro/Compactado com Rolo	2,00
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Quente, de Graduação Densa / BINDER	1,80
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Frio, de Graduação Densa	1,40
Base ou Revestimento Asfáltico por Penetração	1,20
Paralelepípedos	1,00
Base de Brita Graduada Simples, Macadame Hidráulico e Estabilizadas Granulometricamente	1,00
Sub-bases Granulares ou Estabilizadas com Aditivos	≤ 1,00
Reforço do Subleito	≤ 1,00
Base de Solo-Cimento ou BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, superior a 4,5 MPa	1,70
Base de BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, entre 2,8 e 4,5 MPa	1,40
Base de Solo-Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 2,8 e maior ou igual a 2,1 MPa	1,20
Base de Solo melhorado com Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 2,1 MPa	1,00

Os dados relativos ao projeto são aqueles apresentados em **Tabelas** e no ábaco da FIGURA 5, além das inequações acima especificadas e os valores dos coeficientes de equivalência da TABELA 13. Ao aplicar esses fatores às condições locais, têm-se as estruturas de pavimento preliminares apresentadas na

TABELA 14.

Tabela 14 - Resultados obtidos do dimensionamento em centímetros

Denominação	Tráfego (N)	R		H		B		h ₂₀	
		Mínimo	Adotado	20	n	Mínimo	Adotado	Mínimo	Adotado
Via de Circulação de Vizinhança	2 x 10 ⁶	5	5	26	51	15	15	26,0	26

Tabela 15 - Proposta de estrutura de pavimento – Via de Circulação de Vizinhança

Camada	Espessura (cm)	Material*
CBUQ – Capa de Rolamento – Faixa “C”	5	Concreto Betuminoso Usinado a Quente – Capa de Rolamento
Base	15	Brita Graduada Simples ou Cascalho
Sub-base	26	Cascalho
Subleito	20	Solo local

Ressalta-se que a estrutura apresentada deverá ser verificada por meio de análise empírico mecanicista do pavimento (Capítulo 5), que ditará a solução definitiva. Portanto, limita-se, até o presente momento, à obtenção de uma estrutura preliminar.

5 Dimensionamento Definitivo - Método MeDiNa - Análise Empírico Mecânica

O Método MeDiNa de Dimensionamento é um programa computacional que verifica o dimensionamento de pavimentos flexíveis no Brasil. O método foi desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR) e pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade do Rio de Janeiro (COPPE). Os critérios mecanísticos de estudo de pavimentos utilizam-se da teoria das camadas elásticas para o cálculo dos deslocamentos, das tensões e das deformações nas estruturas simuladas. Foi utilizada a versão 1.1.9.0 de Abril de 2023.

Com relação às hipóteses de cálculo utilizadas e as simplificações adotadas, estas estão implícitas no modelo MeDiNa e com base nas referências bibliográficas propostas pela norma do DNIT, adotaram-se as fontes apresentadas na

TABELA 16 e na TABELA 17.

Tabela 16 - Modelos de fadiga para misturas asfálticas

Fonte	Ano	K	N
Pinto & Preussler (CAP 50/70)	1980	$2,85 \times 10^{-7}$	3,69

Tabela 17 - Modelos de fadiga para ruptura do subleito

Fonte	Ano	K	N
Dormon & Metcalf	1965	$6,069 \times 10^{-10}$	4,762

5.1 Parâmetros de Entrada

Os parâmetros de entrada do programa são dados fundamentais para obtenção de um resultado condizente com a realidade. Assim, em conformidade com o apresentado no Capítulo 4 deste relatório, na TABELA 18 apresentam-se os dados relacionados à estrutura do pavimento. Os parâmetros de

entrada foram inferidos utilizando o banco de dados existente no programa para retratar as características dos materiais encontrados nas sondagens.

Tabela 18 - Estrutura do pavimento e valores de Módulo de Resiliência e Poisson

Camada	Tipo	Módulo de Resiliência			Poisson	CBR (%)
		MR em MPa	Classe de Fadiga	Tipo de CAP		
Mistura Betuminosa	Concreto Asfáltico	5.000	2	CAP 50/70	0,30	-
Base	BGS	381			0,35	100
Sub-base	Cascalho	248			0,45	20
Subleito	Solo Local	50			0,40	6,5

Com relação aos dados gerais do carregamento, estes estão sintetizados na TABELA 19.

Tabela 19 - Dados gerais do carregamento imposto ao pavimento

Propriedade	Magnitude
Pressão de contato pneu/pavimento	5,6 kgf/cm ² *
Raio da área de contato pneu/pavimento	10,8 cm
Carga por roda	2.050 kgf
Afastamento entre pneus, por roda	32,4 cm
Ponto médio entre pneus	16,2 cm

* Na simulação este dado foi atribuído como sendo igual a zero, pois este valor já é considerado pelas configurações padrões.

Para verificação do deslocamento vertical na superfície do pavimento (d_0), deformação específica horizontal de tração na fibra inferior da camada de revestimento (ϵ_t) e deformação específica vertical de compressão no topo do subleito (ϵ_v), utilizaram-se os dados apresentados na TABELA 20 e exemplificados na FIGURA 7.

Tabela 20 - Pontos de interesse da análise mecânica

Propriedade	Parâmetro	Localização
Deslocamento vertical na superfície do pavimento (d_0)	U_z (cm)	Infinitesimal abaixo da carga (0,01 cm)
Deformação específica horizontal de tração na fibra inferior da camada de revestimento (ϵ_t)	Maior valor entre ϵ_{xx} e ϵ_{yy}	Infinitesimal acima da interface binder-base
Deformação específica vertical de compressão no topo do subleito (ϵ_v)	ϵ_{zz}	Infinitesimal abaixo da sub-base

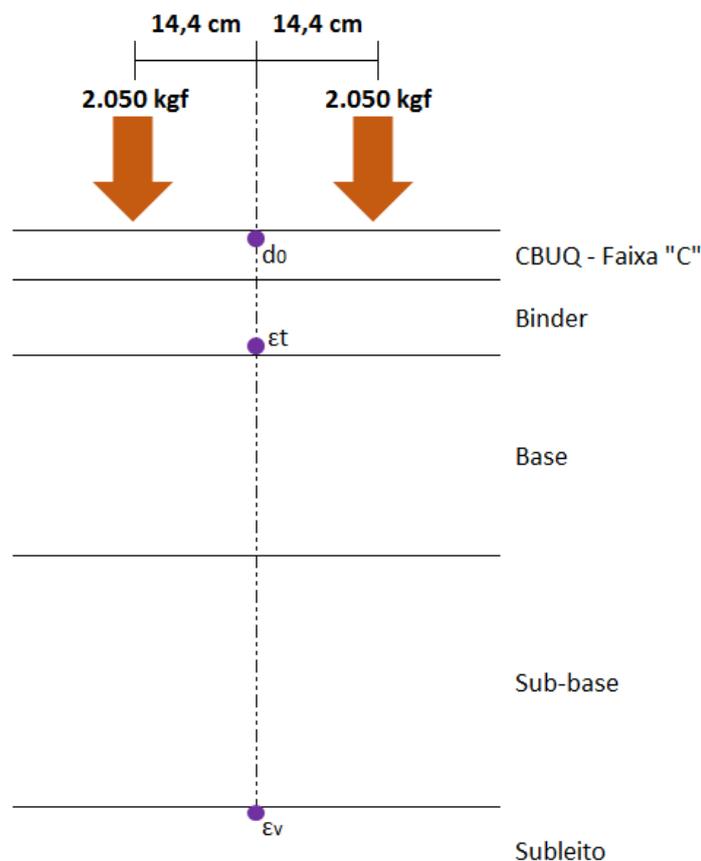


Figura 7 - Exemplificação dos pontos de obtenção dos dados de interesse

5.2 Resultados Obtidos

Os resultados da análise empírica mecanicista podem ser divididos em:

- Verificação do deslocamento vertical na superfície do pavimento (d_0);
- Verificação da deformação específica horizontal de tração na fibra inferior da camada de revestimento (ϵ_t); e
- Para estruturas em BGTC: verificação da fadiga (σ_t); e
- Verificação da deformação específica vertical de compressão no topo do subleito (ϵ_v).

O trecho em estudo foi definido como Sistema Coletor Primário tendo 85% de confiabilidade e critérios de aceitação de 30% de área trincada ao final da vida útil e 13mm de deformação permanente. A estrutura proposta inicialmente apresentou um trincamento de 31,9% no fim do período de projeto de 10 anos e um ATR de 10,8mm. Foi feito um redimensionamento do pavimento dentro do próprio programa MeDiNa que retornou uma camada de 6,3cm para o nível de aceitação do trincamento se ajustar dentro dos 30% e por fim adotou-se 6,5cm com espessura da camada de CBUQ tendo sido obtido uma área trincada estimada de 29,0% ao fim da vida útil e um ATR de 9,8mm.

O relatório contendo a Análise do Pavimento pelo Método MeDiNa se encontra no Anexo I.

5.3 Estrutura Final Proposta

A TABELA 21 - Estrutura Final Proposta apresenta a estrutura final proposta para o pavimento após Avaliação Empírico Mecânica pelo Método MeDiNa do DNIT.

Tabela 21 - Estrutura Final Proposta

Camada	Espessura (cm)	Material*
CBUQ – Capa de Rolamento – Faixa “C”	6,5	CBUQ Faixa “C” - Capa de Rolamento com CAP 50/70
Pintura de ligação	-	Emulsão asfáltica: RR-1C
Imprimação	-	Emulsão Asfáltica Imprimante - EAI
Base	15	Brita Graduada Simples
Sub-base	26	Cascalho Cascalheira Terra Nova
Subleito	-	Solo local

5.4 Análise de Economicidade

Em atendimento ao Termo de Referência foram avaliadas duas outras opções de estruturas, testadas no Método MeDiNa, para fins de viabilidade técnica e econômica. Estes estudos são apresentados abaixo.

5.4.1 Opção 2

Tabela 22 - Estrutura Proposta Opção 02

Camada	Espessura (cm)	Material*
CBUQ – Capa de Rolamento – Faixa “C”	5,0	CBUQ Faixa “C” - Capa de Rolamento com CAP 50/70
Pintura de ligação	-	Emulsão asfáltica: RR-1C
Imprimação	-	Emulsão Asfáltica Imprimante - EAI
Base	15	Brita Graduada Simples
Sub-base	26	Solo – Cal 3,0%
Subleito	-	Solo local

A estrutura proposta na opção 02 Tabela 22 apresentou um trincamento de 33,9% tendo que ser redimensionada. Para atender aos parâmetros exigidos o MeDiNa recalculou a estrutura com 6,9cm de CBUQ apresentando trincamento de 29,5% e ATR = 4,6mm. A nova estrutura é apresentada na TABELA 23 abaixo e a Análise do Pavimento está no **Anexo II**.

Tabela 23 - Estrutura Proposta Opção 02 MeDiNa

Camada	Espessura (cm)	Material*
CBUQ – Capa de Rolamento – Faixa “C”	6,9	CBUQ Faixa “C” - Capa de Rolamento com CAP 50/70
Pintura de ligação	-	Emulsão asfáltica: RR-1C
Imprimação	-	Emulsão Asfáltica Imprimante - EAI
Base	15	Brita Graduada Simples
Sub-base	26	Solo – Cal 3,0%
Subleito	-	Solo local

5.4.2 Opção 3

Tabela 24 - Estrutura Final Proposta Opção 03

Camada	Espessura (cm)	Material*
CBUQ – Capa de Rolamento – Faixa “C”	5,0	CBUQ Faixa “C” - Capa de Rolamento com CAP 50/70
Pintura de ligação	-	Emulsão asfáltica: RR-1C
Imprimação	-	Emulsão Asfáltica Imprimante - EAI
Base	15	Brita Graduada Simples
Sub-base	26	Solo/Brita 70/30
Subleito	-	Solo local

A estrutura proposta na opção 03 TABELA 24 apresentou um trincamento de 27,1% e ATR 8,0mm, atendendo aos parâmetros exigidos. A Análise do MeDiNa para a opção 03 proposta se encontra no Anexo III.

5.5 Considerações Finais

A análise econômica, apresentada no ANEXO IX, define a **Opção 03** - como a mais vantajosa e, portanto, a que deverá ser utilizada.

6 Dimensionamento do Pavimento em Bloco Intertravado

O dimensionamento segue o procedimento A (ABCP-ET27) contido na IP-06 - Instrução para Dimensionamento de Pavimento com Blocos Intertravados de Concreto elaborado pela Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP). Assim, faz-se necessário que todas as recomendações nela contidas sejam executadas na obra.

Para as vias locais foi determinado um Número “N” é igual a $1,19 \times 10^5$. O $CBR_{PROJETO}$ foi adotado com 6,5%, conforme descrito no Capítulo 2.

O método empregado utiliza para o dimensionamento da estrutura dois gráficos de leitura direta, um para o dimensionamento da sub-base do pavimento (FIGURA 8) e outro para o dimensionamento da camada de base. Entretanto, o método dispensa a camada de base quando o tráfego tiver um $N \leq 1,5 \times 10^6$. Como o Número N de projeto para as vias locais é $N = 1,19 \times 10^5$, fica dispensada a camada de base.

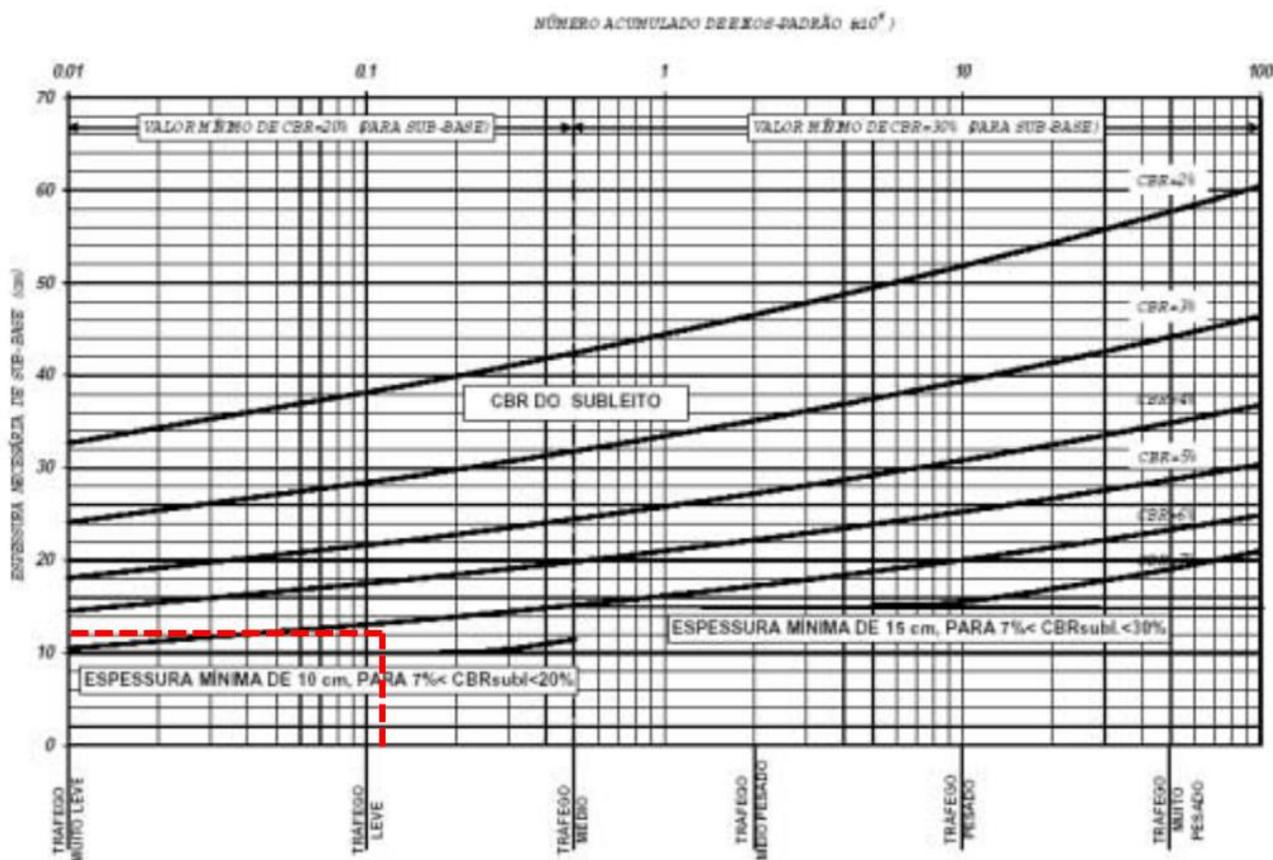


Figura 8 - Espessura necessária para a sub-base

Fonte: Boletim técnico n° 27 da ABCP, apud IP-06/PMSP

Nota-se que para o tráfego leve é atribuída uma espessura mínima de 12 cm para CBR igual a 6,5%. Entretanto, optou-se com manter a camada construtiva mínima de 15 cm atribuído no Manual de Pavimentação do DNIT.

As espessuras dos blocos de concreto variam entre 6 e 10 cm em função do tráfego solicitante, conforme TABELA 25.

Tabela 25 - Espessura e resistência dos blocos de revestimento – IP-06/PMSP

Tráfego	Espessura Revestimento (cm)	Resistência a Compressão Simples (MPa)
$N \leq 5 \times 10^5$	6	35
$5 \times 10^5 \leq N < 10^7$	8	35 a 50
$N > 10^7$	10	50

Dessa forma, deverão ser empregados blocos com a espessura de 6 cm nas vias locais de projeto. Esses deverão atender os requisitos e características tecnológicas mínimas descritas a seguir, conforme preconiza a IP-06 da PMSP.

Isto posto, a partir da definição da espessura da sub-base e dos blocos intertravados, têm-se a seção típica do pavimento exposta na TABELA 26 e esquematicamente exemplificada na FIGURA 9.

Tabela 26 - Seção típica do pavimento das vias locais

CAMADA	ESPESSURA (CM)	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
Blocos Intertravados	6	- Resistência à compressão Simples: 35 MPa
Areia Grossa	5	-
Sub-base (Cascalho)	15	- Norma: DNIT 140/2010 – ES - Compactado em Energia <i>Proctor</i> Intermediário - CBR $\geq 40\%$ - Expansão $< 1\%$
Regularização e Compactação do Subleito (solo local)	20	- Norma: DNIT IS 108/2019-ES - Compactado com camadas máximas de 20 cm - CBR $\geq 6,5\%$ - Expansão $< 1\%$ - Grau de Compactação: no mínimo 100% em relação à massa específica aparente seca máxima - Tolerância do teor de umidade: $\pm 2\%$

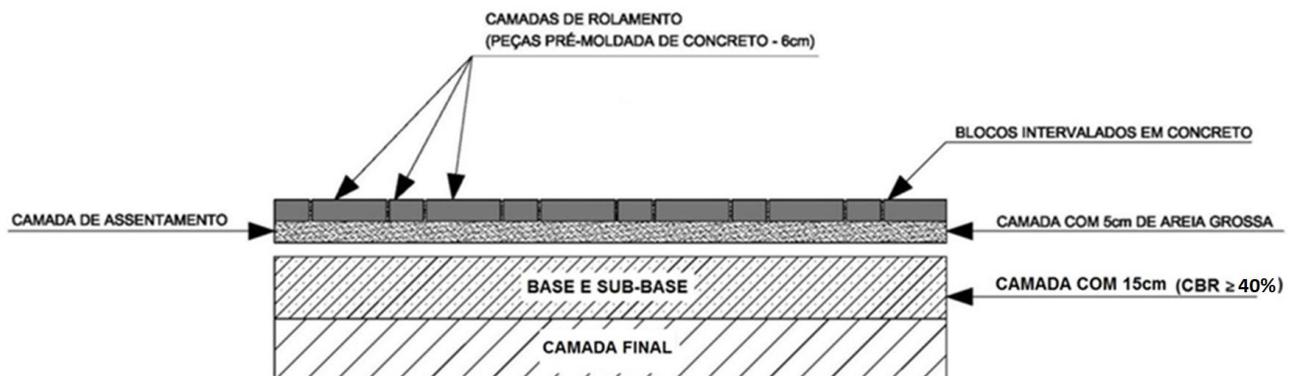


Figura 9 - Estrutura do pavimento intertravado no estacionamento

Na seção transversal é necessário o travamento dos bordos da pista com um cordão de concreto, em estrutura análoga a de um meio fio, em todo comprimento da via. Esta estrutura tem o intuito de auxiliar na preservação da integridade da estrutura.

7 Especificações Técnicas de Materiais e Serviços

A execução dos serviços de pavimentação deverá seguir rigorosamente as instruções de execução e especificações de materiais apresentadas abaixo, sem as quais este dimensionamento não terá validade.

7.1 Regularização de Subleito

A execução dos serviços de regularização e compactação do subleito devem seguir o preconizado pela Especificação Técnica – ESP 14 da NOVACAP. Observa-se que caso durante a execução dos serviços forem encontrados materiais com CBR inferior ou igual ao valor de projeto (CBRP = 6,5%), deverá ser realizado um estudo específico do local, avaliando-se a possibilidade de substituição de material ou execução de camada de reforço. Pela campanha geotécnica realizada, há trechos já indicados para reforço que estão apresentados na TABELA 11.

7.2 Reforço de Subleito

DNIT 138/2010-ES

7.3 Sub Base de Solo e Cal

DNIT 421/2019-ES com 3% de Cal CH-I

7.4 Sub Base Estabilizada Granulometricamente

DNIT 139/2010-ES

7.5 Base de Brita Graduada Simples

DNIT 141/2022-ES

O material de base deverá ser constituído de brita graduada, atendendo as recomendações da Especificação Técnica para Execução de sub-base e base de Brita Graduada Simples (BGS) – ESP 05 da NOVACAP. Na TABELA 27 apresentam-se as faixas granulométricas em que a brita graduada deve estar enquadrada.

Tabela 27 - Faixas granulométricas para brita graduada

Peneira de malha quadrada		% em Massa passando					Tolerância
ASTM	Abertura mm	A	B	C	D		
2"	50	100	100	-	-	±7%	
1 ½"	38,1	90-100	-	-	-	±7%	
1"	25,4	-	82-90	100	100	±7%	
¾"	19,1	50-68	-	-	-	±7%	
⅜"	9,5	30-46	60-75	50-85	60-100	±7%	
n° 4	4,8	20-34	45-60	35-65	50-85	±5%	
n° 10		-	32-45	25-50	40-70	±5%	
n° 40	0,42	4-12	22-30	15-30	25-45	±5%	
n° 200	0,074	1-4	10-15	5-15	5-20	±2%	

7.6 Imprimação

DNIT 144/2014-ES com emulsão asfáltica de imprimação.

7.7 Pintura de Ligação

DNIT 145/2010-ES com Emulsão Asfáltica RR1C

7.8 Concreto Betuminoso Usinado a Quente

DNIT 031/2006-ES com CAP 50/70.

7.9 Blocos Intertravados

Os blocos intertravados devem possuir espessura mínima de 6 cm, com resistência a compressão simples de 35 MPa. Esta camada deverá ser assentada sobreposta a uma camada de areia grossa, regularizada de 5cm.

8 Seção Transversal Tipo

As seções-tipo seguem as nomenclaturas apresentadas na FIGURA 10.

Tabela 28 - Nomenclaturas adotadas nas seções-tipo de pavimento

Código	Designação
01	Concreto Betuminoso Usinado a Quente (Capa de Rolamento) – Faixa C
02	Base composta por Brita Graduada Simples (BGS)
03	Sub-Base com Mistura de Solo Brita (70% x 30%)
04	Pintura de ligação
05	Imprimação
06	Regularização e Compactação do Subleito

Para as vias de Tráfego Meio Pesado (Vias de Circulação), têm-se o pavimento apresentado nas figuras seguintes.

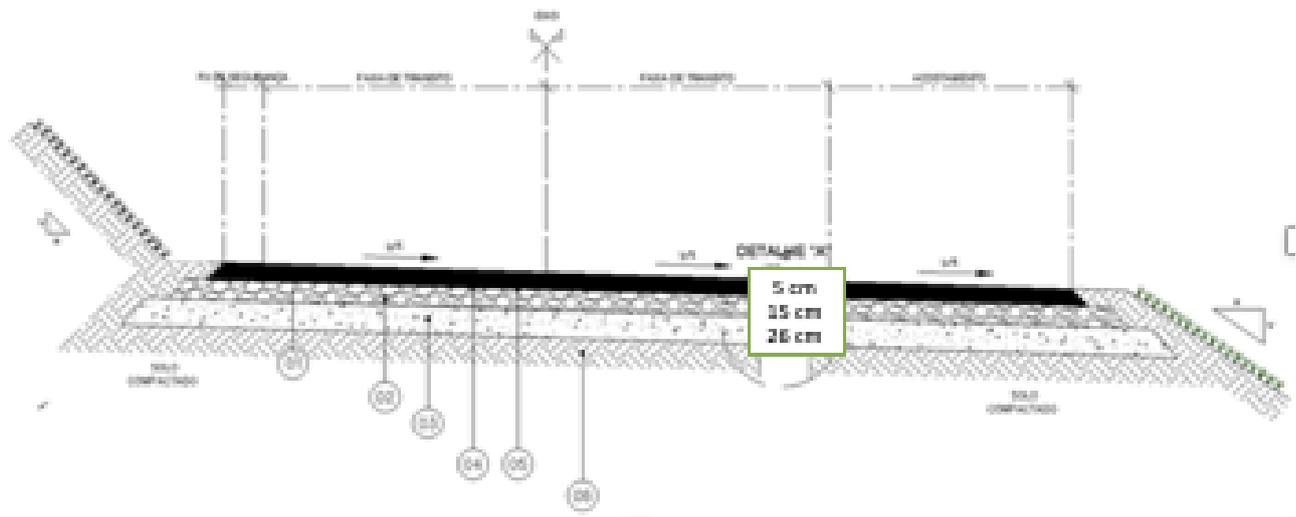


Figura 10 - Seção tipo do pavimento em CBUQ – Vias de Circulação

Para as vias de Tráfego Leve (Vias Locais), têm-se o pavimento apresentado na FIGURA 11.

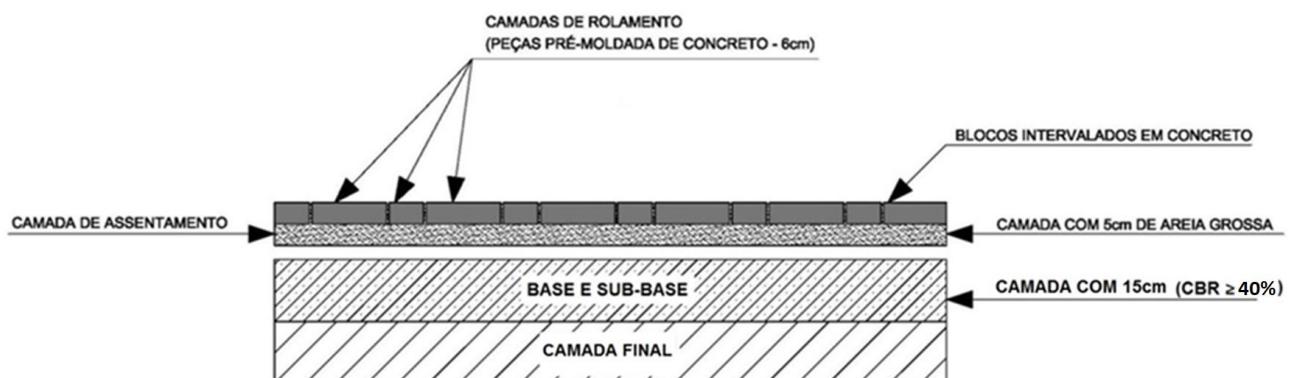


Figura 11 - Detalhe da estrutura-tipo do pavimento em bloco intertravado – Vias Locais

Para guiar o processo construtivo, as TABELA 29 e TABELA 30 expõem o resumo executivo das estruturas de pavimento que foram dimensionadas.

Tabela 29 - Resumo executivo da estrutura final de pavimento em CBUQ – Vias de Circulação de Vizinhança

Camada	Espessura (cm)	Especificações Técnicas
CBUQ – Capa de Rolamento (Faixa “C”)	5,0	<ul style="list-style-type: none"> - CAP 50/70 (DNIT 031/2006) - Desgaste Los Angeles \leq 50% (DNER-ME 035) - Índice de Forma $>$ 0,5 (DNER-ME 086) - Durabilidade: Perda $<$ 12% (DNER-ME 089) - Equivalente de areia \geq 55% (DNER-ME 054) - Porcentagem de Vazios: 3 a 5% (DNER-ME 043) - Relação Betume/Vazios: 75 a 82% (DNER-ME 043) - Estabilidade mínima: 500 kgf _ 75 golpes (DNER-ME 043) - Resistência à Tração por Compressão Diametral estática a 25°C, mínima: 0,65 MPa (DNER-ME 138)
Pintura de ligação	-	- Emulsão asfáltica: RR-1C
Imprimação	-	- Asfalto Diluído: CM-30 - EAI
Base (Brita Graduada Simples)	15	<ul style="list-style-type: none"> - Norma: Especificação nº 05 da NOVACAP - CBR \geq 80% - Energia de Compactação: <i>Proctor</i> Modificado - Grau de Compactação: no mínimo 100% em relação à massa específica aparente seca máxima - Tolerância do teor de umidade: \pm 2%
Sub-base Mistura de Solo – Brita (70%/30%)	26	<ul style="list-style-type: none"> - Norma: DNIT 140/2010 - ES - Índice de Grupo = 0 - CBR \geq 20% - Expansão $<$ 1% - Energia de Compactação: <i>Proctor</i> Intermediário - Grau de Compactação: no mínimo 100% em relação à massa específica aparente seca máxima - Tolerância do teor de umidade: \pm 2%
Regularização e Compactação do Subleito (solo local)	20	<ul style="list-style-type: none"> - Norma: Especificação nº 14 da NOVACAP - CBR \geq 6,5% - Expansão $<$ 1% - Energia de Compactação: <i>Proctor</i> Intermediário - Grau de Compactação: no mínimo 100% em relação à massa específica aparente seca máxima - Tolerância do teor de umidade: \pm 2%

Tabela 30 - Resumo executivo da estrutura final de pavimento em bloco intertravado – Vias Locais

Camada	Espessura (cm)	Especificações Técnicas
Blocos Intertravados	6	- Resistência à compressão Simples: 35 MPa
Areia Grossa	5	-
Sub-base (Cascalho)	15	- Norma: DNIT 140/2010 – ES - Compactado em Energia <i>Proctor</i> Intermediário - CBR \geq 40% - Expansão $<$ 1%
Regularização e Compactação do Subleito (solo local)	20	- Norma: DNIT IS 108/2019-ES - Energia de Compactação: <i>Proctor</i> Intermediário - CBR \geq 6,5% - Expansão $<$ 1% - Grau de Compactação: no mínimo 100% em relação à massa específica aparente seca máxima - Tolerância do teor de umidade: \pm 2%

9 ANEXOS

9.1 Anexo I – Análise do Pavimento – Opção 01

Análise do pavimento

Empresa: **Volar Engenharia LTDA**
Nome do Projeto: **Projeto Por do Sol**
Responsável pelo projeto: **Geraldo Augusto Novais**

Seção do pavimento analisada considerando os dados inseridos pelo Engenheiro Projetista no programa MeDiNa.

Tipo de via: **Sistema Coletor Primário**
Nível de confiabilidade: **85%**
Período de projeto: **10** anos.

Análise realizada em **27/02/2025 às 17:29:28** no modo: **Pavimento Novo (Nível A)**
Área trincada prevista no pavimento no fim do período: **29,0%**
Afundamento de Trilha de Roda previsto no pavimento no fim do período: **9,8mm**

ALERTAS

- Esta análise não constitui o dimensionamento da estrutura do pavimento!

*ATENÇÃO: O programa MeDiNa é apenas uma ferramenta de cálculo que auxilia o projetista no dimensionamento ou na avaliação de pavimentos, conforme descrito no Guia do Método Mecânico Empírico. O conhecimento das propriedades dos materiais a serem aplicados na estrutura do pavimento, por meio de ensaios de laboratório, assim como o conhecimento detalhado do tráfego são imprescindíveis para a elaboração do projeto. O sucesso do projeto somente será alcançado se as propriedades dos materiais consideradas no dimensionamento sejam aplicadas no campo e verificadas a partir de ensaios geotécnicos com um controle de qualidade rigoroso. Portanto, **a responsabilidade pelo projeto é exclusivamente do engenheiro projetista**, que deve entender e avaliar criteriosamente os resultados gerados pelo programa, antes de aprovar o projeto para a execução no campo.*

Estrutura do pavimento

Cam	Material	Espessura (cm)	Módulo de Resiliência	Coef de Poisson
1	CONCRETO ASFÁLTICO DF-003 Capa	6,5	Resiliente Linear MR = 5000 MPa	0,30
2	MATERIAL GRANULAR Brita Graduada - Gnaisse C5	15,0	Resiliente Linear MR = 381 MPa	0,35
3	SOLO FINO, SILTOSO OU ARGILOSO Solo Areno-argiloso LG'(2)	26,0	Resiliente Linear MR = 248 MPa	0,45
4	SUBLEITO Sub Leito Solo Fino DF-003	SL	Resiliente Linear MR = 50 MPa	0,40

Materiais

1 - CONCRETO ASFÁLTICO: DF-003 Capa

Propriedades

Tipo de CAP = ...Convencional
Massa específica (g/cm³) = 2,4
Resistência à tração CD (MPa) = 2
Teor de asfalto (%) = 5
Volume de vazios (%) = 4
Faixa Granulométrica = ...12,5
Abrasão Los Angeles (%) = 20
Norma ou Especificação = DNIT ES 31

Modelos

Ensaio de Fadiga
-Modelo: **$k1 \cdot (et \wedge k2)$**
-Coeficiente de Regressão (k1): **≥ 3,0e-13**
-Coeficiente de Regressão (k2): **≥ -3,78**
-Classe de Fadiga: **≥ 0**
-FFM (100μ a 250μ): **≥ 0,73**
Flow Number Mínimo
- Condição de Tráfego Normal: **≥ 141** ciclos
- Condição de Tráfego Severa: **≥ 396** ciclos

2 - MATERIAL GRANULAR: Brita Graduada - Gnaisse C5

Propriedades

Descrição do Material = Brita Graduada
Massa específica (g/cm³) = 2,223
Umidade Ótima (%) = 5,0
Energia Compactação = Modificada
Abrasão Los Angeles (%) = 43,0
Norma ou Especificação = DNIT ES 141

Modelos

Ensaio de Deformação Permanente
Modelo: **$ep = psi1 \cdot (s3 \wedge psi2) \cdot (sd \wedge psi3) \cdot (N \wedge psi4)$**
Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,0868**
Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **-0,2801**
Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **0,8929**
Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,0961**

3 - SOLO FINO, SILTOSO OU ARGILOSO: Solo Areno-argiloso LG'(2)

Propriedades

Descrição do Material = Areia Argilosa - ES
Grupo MCT = LG'
MCT - Coeficiente c' = 2,05
MCT - Índice e' = 0,97
Massa específica (g/cm³) = 1,8
Umidade Ótima (%) = 18,0
Energia Compactação = Normal
Norma ou Especificação = DNIT ES 139

Modelos

Ensaio de Deformação Permanente
Modelo: **$ep = psi1 \cdot (s3 \wedge psi2) \cdot (sd \wedge psi3) \cdot (N \wedge psi4)$**
Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,453**
Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **-0,186**
Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **1,084**
Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,058**

4 - SUBLEITO: Sub Leito Solo Fino DF-003

Propriedades

Descrição do Material = ...
Grupo MCT = ...
MCT - Coeficiente c' = ...
MCT - Índice e' = ...
Massa específica (g/cm³) = 1,6
Umidade Ótima (%) = 12
Energia Compactação = ...Normal
Norma ou Especificação = DNIT ES 137

Modelos

Ensaio de Deformação Permanente
Modelo: **$ep = psi1 \cdot (s3 \wedge psi2) \cdot (sd \wedge psi3) \cdot (N \wedge psi4)$**
Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,097**
Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **-1,6**
Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **1,9**
Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,063**

Definição do tráfego

Volume Médio Diário no ano de abertura do tráfego: VMD (1º ano) = **102**
Fator de veículo no ano de abertura do tráfego: FV = **4,72**

Número de passagens anual do eixo padrão (1º ano): **1,76e+05**

% Veículos na faixa de projeto: **100%**

Número de passagens anual do eixo padrão na faixa de projeto: **1,76e+05**

Taxa de crescimento do tráfego: **3,0%**

Número Equivalente total de passagens do eixo padrão na faixa de projeto: N Eq = **2,01e+06**

Eixo	Tipo	FE	Carga (ton)	FC	FVi
1	Eixo simples de roda dupla	100%	10,58	4,680	4,680
2	Eixo Simples	10%	6,45	0,372	0,037

Evolução dos danos no pavimento

Mês	N Equiv	Área Trincada	ATR (mm)
1	1,444e+04	1,17%	7,1
6	8,716e+04	2,34%	8,0
12	1,756e+05	3,24%	8,3
18	2,654e+05	4,06%	8,6
24	3,565e+05	4,86%	8,7
30	4,490e+05	5,69%	8,9
36	5,428e+05	6,57%	9,0
42	6,380e+05	7,51%	9,1
48	7,347e+05	8,52%	9,2
54	8,328e+05	9,61%	9,2
60	9,324e+05	10,79%	9,3
66	1,033e+06	12,07%	9,4
72	1,136e+06	13,46%	9,4
78	1,240e+06	14,96%	9,5
84	1,346e+06	16,58%	9,5
90	1,453e+06	18,32%	9,6
96	1,562e+06	20,20%	9,6
102	1,672e+06	22,21%	9,7
108	1,784e+06	24,35%	9,7
114	1,898e+06	26,63%	9,7
120	2,013e+06	29,05%	9,8

Análise de Afundamento de Trilha de Roda

Cam	Material	Afundamento de Trilha de Roda (mm)
1	CONCRETO ASFÁLTICO	0,00
2	MATERIAL GRANULAR	1,60
3	SOLO FINO, SILTOSO OU ARGILOSO	5,19
4	SUBLEITO	2,99
Afundamento de Trilha de Roda (mm)		9,8

Deflexões

As bacias foram calculadas considerando as camadas aderidas e um fator de segurança, após avaliados dados de campo comparativos entre FWD e Viga Benkelman. Os resultados apresentados estão a favor do dimensionamento.

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: CONCRETO ASFÁLTICO - DF-003 Capa

Equipamento	Sensor 1 0 cm	Sensor 2 20 cm	Sensor 3 30 cm	Sensor 4 45 cm	Sensor 5 60 cm	Sensor 6 90 cm	Sensor 7 120 cm	Sensor 8 150 cm	Sensor 9 180 cm
Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton	106	91	80	66	54	39	30	24	21
FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton	106	85	71	55	43	28	19	15	12

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: MATERIAL GRANULAR - Brita Graduada - Gnaisse C5

Equipamento	Sensor 1 0 cm	Sensor 2 20 cm	Sensor 3 30 cm	Sensor 4 45 cm	Sensor 5 60 cm	Sensor 6 90 cm	Sensor 7 120 cm	Sensor 8 150 cm	Sensor 9 180 cm
Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton	112	93	81	66	54	38	29	24	21

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: SOLO FINO, SILTOSO OU ARGILOSO - Solo Areno-argiloso LG'(2)

Equipamento	Sensor 1 0 cm	Sensor 2 20 cm	Sensor 3 30 cm	Sensor 4 45 cm	Sensor 5 60 cm	Sensor 6 90 cm	Sensor 7 120 cm	Sensor 8 150 cm	Sensor 9 180 cm
Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton	115	95	82	66	53	37	29	24	21

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: SUBLEITO - Sub Leito Solo Fino DF-003

Equipamento	Sensor 1 0 cm	Sensor 2 20 cm	Sensor 3 30 cm	Sensor 4 45 cm	Sensor 5 60 cm	Sensor 6 90 cm	Sensor 7 120 cm	Sensor 8 150 cm	Sensor 9 180 cm
Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton	195	122	90	62	48	35	28	24	21

9.2 Anexo II – Análise do Pavimento – Opção 02

Dimensionamento do pavimento

Empresa: **Volar Engenharia LTDA**
Nome do Projeto: **Projeto Por do Sol Opção 02**
Responsável pelo projeto: **Geraldo Augusto Novais**

Seção do pavimento dimensionada considerando os dados inseridos pelo Engenheiro Projetista no programa MeDiNa.

Tipo de via: **Sistema Coletor Primário**
Nível de confiabilidade: **85%**
Período de projeto: **10** anos.

Análise realizada em **11/03/2025 às 16:42:33** no modo: **Pavimento Novo (Nível A)**
Área trincada prevista no pavimento no fim do período: **29,5%**
Afundamento de Trilha de Roda previsto no pavimento no fim do período: **4,6mm**

*ATENÇÃO: O programa MeDiNa é apenas uma ferramenta de cálculo que auxilia o projetista no dimensionamento ou na avaliação de pavimentos, conforme descrito no Guia do Método Mecnístico Empírico. O conhecimento das propriedades dos materiais a serem aplicados na estrutura do pavimento, por meio de ensaios de laboratório, assim como o conhecimento detalhado do tráfego são imprescindíveis para a elaboração do projeto. O sucesso do projeto somente será alcançado se as propriedades dos materiais consideradas no dimensionamento sejam aplicadas no campo e verificadas a partir de ensaios geotécnicos com um controle de qualidade rigoroso. Portanto, **a responsabilidade pelo projeto é exclusivamente do engenheiro projetista**, que deve entender e avaliar criteriosamente os resultados gerados pelo programa, antes de aprovar o projeto para a execução no campo.*

Estrutura do pavimento

Cam	Material	Espessura (cm)	Módulo de Resiliência	Coef de Poisson
1	CONCRETO ASFÁLTICO DF-003 Capa	6,9	Resiliente Linear MR = 5000 MPa	0,30
2	MATERIAL GRANULAR Brita Graduada - Gnaisse C5	15,0	Resiliente Linear MR = 381 MPa	0,35
3	SOLO-CAL Mistura NS'+3% Cal (Teixeira, 2019)	26,0	Resiliente Linear MR = 252 MPa	0,25
4	SUBLEITO Sub Leito Solo Fino DF-003	SL	Resiliente Linear MR = 50 MPa	0,40

Materiais

1 - CONCRETO ASFÁLTICO: DF-003 Capa

Propriedades

Modelos

Propriedades

Tipo de CAP = ...Convencional
 Massa específica (g/cm³) = 2,4
 Resistência à tração CD (MPa) = 2
 Teor de asfalto (%) = 5
 Volume de vazios (%) = 4
 Faixa Granulométrica = ...12,5
 Abrasão Los Angeles (%) = 20
 Norma ou Especificação = DNIT ES 31

Modelos

Ensaio de Fadiga
 -Modelo: $k1 \cdot (et \wedge k2)$
 -Coeficiente de Regressão (k1): $\geq 3,0e-13$
 -Coeficiente de Regressão (k2): $\geq -3,78$
 -Classe de Fadiga: ≥ 0
 -FFM (100μ a 250μ): $\geq 0,73$
 Flow Number Mínimo
 - Condição de Tráfego Normal: ≥ 141 ciclos
 - Condição de Tráfego Severa: ≥ 396 ciclos

2 - MATERIAL GRANULAR: Brita Graduada - Gnaisse C5**Propriedades**

Descrição do Material = Brita Graduada
 Massa específica (g/cm³) = 2,223
 Umidade Ótima (%) = 5,0
 Energia Compactação = Modificada
 Abrasão Los Angeles (%) = 43,0
 Norma ou Especificação = DNIT ES 141

Modelos

Ensaio de Deformação Permanente
 Modelo: $ep = psi1 \cdot (s3 \wedge psi2) \cdot (sd \wedge psi3) \cdot (N \wedge psi4)$
 Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,0868**
 Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **-0,2801**
 Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **0,8929**
 Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,0961**

3 - SOLO-CAL: Mistura NS' +3% Cal (Teixeira, 2019)**Propriedades**

Descrição do Material = Solo siltoso NS' + 3% de Cal
 CH-III
 Grupo MCT = NS'
 MCT - Coeficiente c' = 0,88
 MCT - Índice e' = 1,62
 Massa específica (g/cm³) = 1,641
 Umidade Ótima (%) = 16,60
 Teor ótimo de cal (%) = 3
 Tipo de Cal = Cal hidratada dolomítica do tipo CH-III
 Energia Compactação = Modificada
 Norma ou Especificação = DNIT ES 420 / 421 / 422
 Comentários = Ensaio de módulo realizado com 90 dias de cura.

Modelos**4 - SUBLEITO: Sub Leito Solo Fino DF-003****Propriedades**

Descrição do Material = ...
 Grupo MCT = ...
 MCT - Coeficiente c' = ...
 MCT - Índice e' = ...
 Massa específica (g/cm³) = 1,6
 Umidade Ótima (%) = 12
 Energia Compactação = ...Normal
 Norma ou Especificação = DNIT ES 137

Modelos

Ensaio de Deformação Permanente
 Modelo: $ep = psi1 \cdot (s3 \wedge psi2) \cdot (sd \wedge psi3) \cdot (N \wedge psi4)$
 Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,097**
 Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **-1,6**
 Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **1,9**
 Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,063**

Definição do tráfego

Volume Médio Diário no ano de abertura do tráfego: VMD (1º ano) = **102**

Fator de veículo no ano de abertura do tráfego: FV = **4,72**

Número de passagens anual do eixo padrão (1º ano): **1,76e+05**

% Veículos na faixa de projeto: **100%**

Número de passagens anual do eixo padrão na faixa de projeto: **1,76e+05**

Taxa de crescimento do tráfego: **3,0%**

Número Equivalente total de passagens do eixo padrão na faixa de projeto: N Eq = **2,01e+06**

Eixo	Tipo	FE	Carga (ton)	FC	FVi
1	Eixo simples de roda dupla	100%	10,58	4,680	4,680
2	Eixo Simples	10%	6,45	0,372	0,037

Evolução dos danos no pavimento

Mês	N Equiv	Área Trincada	ATR (mm)
1	1,444e+04	1,18%	3,2
6	8,716e+04	2,35%	3,7
12	1,756e+05	3,26%	3,9
18	2,654e+05	4,08%	4,0
24	3,565e+05	4,90%	4,1
30	4,490e+05	5,74%	4,1
36	5,428e+05	6,63%	4,2
42	6,380e+05	7,58%	4,2
48	7,347e+05	8,61%	4,3
54	8,328e+05	9,72%	4,3
60	9,324e+05	10,92%	4,4
66	1,033e+06	12,23%	4,4
72	1,136e+06	13,64%	4,4
78	1,240e+06	15,17%	4,4
84	1,346e+06	16,82%	4,5
90	1,453e+06	18,61%	4,5
96	1,562e+06	20,52%	4,5
102	1,672e+06	22,57%	4,5
108	1,784e+06	24,76%	4,6
114	1,898e+06	27,08%	4,6
120	2,013e+06	29,54%	4,6

Análise de Afundamento de Trilha de Roda

Cam	Material	Afundamento de Trilha de Roda (mm)
1	CONCRETO ASFÁLTICO	0,00

Cam	Material	Afundamento de Trilha de Roda (mm)
2	MATERIAL GRANULAR	1,54
3	SOLO-CAL	0,00
4	SUBLEITO	3,07
Afundamento de Trilha de Roda (mm)		4,6

Controle por Deflexões

As bacias foram calculadas considerando as camadas aderidas e um fator de segurança, após avaliados dados de campo comparativos entre FWD e Viga Benkelman. Os resultados apresentados estão a favor do dimensionamento.

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: CONCRETO ASFÁLTICO - DF-003 Capa

Equipamento	Sensor 1 0 cm	Sensor 2 20 cm	Sensor 3 30 cm	Sensor 4 45 cm	Sensor 5 60 cm	Sensor 6 90 cm	Sensor 7 120 cm	Sensor 8 150 cm	Sensor 9 180 cm
Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton	107	92	81	66	55	39	29	24	21
FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton	106	86	72	56	43	28	19	15	12

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: MATERIAL GRANULAR - Brita Graduada - Gnaiss C5

Equipamento	Sensor 1 0 cm	Sensor 2 20 cm	Sensor 3 30 cm	Sensor 4 45 cm	Sensor 5 60 cm	Sensor 6 90 cm	Sensor 7 120 cm	Sensor 8 150 cm	Sensor 9 180 cm
Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton	116	96	83	67	54	38	29	24	21

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: SOLO-CAL - Mistura NS'+3% Cal (Teixeira, 2019)

Equipamento	Sensor 1 0 cm	Sensor 2 20 cm	Sensor 3 30 cm	Sensor 4 45 cm	Sensor 5 60 cm	Sensor 6 90 cm	Sensor 7 120 cm	Sensor 8 150 cm	Sensor 9 180 cm
Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton	120	98	84	66	53	37	29	24	21

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: SUBLEITO - Sub Leito Solo Fino DF-003

Equipamento	Sensor 1 0 cm	Sensor 2 20 cm	Sensor 3 30 cm	Sensor 4 45 cm	Sensor 5 60 cm	Sensor 6 90 cm	Sensor 7 120 cm	Sensor 8 150 cm	Sensor 9 180 cm
Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton	195	122	90	62	48	35	28	24	21

9.3 Anexo III – Análise do Pavimento – Opção 03

Análise do pavimento

Empresa: **Volar Engenharia LTDA**
Nome do Projeto: **Projeto Por do Sol Opção 03**
Responsável pelo projeto: **Geraldo Augusto Novais**

Seção do pavimento analisada considerando os dados inseridos pelo Engenheiro Projetista no programa MeDiNa.

Tipo de via: **Sistema Coletor Primário**
Nível de confiabilidade: **85%**
Período de projeto: **10** anos.

Análise realizada em **11/03/2025 às 16:56:30** no modo: **Pavimento Novo (Nível A)**
Área trincada prevista no pavimento no fim do período: **27,1%**
Afundamento de Trilha de Roda previsto no pavimento no fim do período: **8,0mm**

ALERTAS

- Esta análise não constitui o dimensionamento da estrutura do pavimento!

*ATENÇÃO: O programa MeDiNa é apenas uma ferramenta de cálculo que auxilia o projetista no dimensionamento ou na avaliação de pavimentos, conforme descrito no Guia do Método Mecânico Empírico. O conhecimento das propriedades dos materiais a serem aplicados na estrutura do pavimento, por meio de ensaios de laboratório, assim como o conhecimento detalhado do tráfego são imprescindíveis para a elaboração do projeto. O sucesso do projeto somente será alcançado se as propriedades dos materiais consideradas no dimensionamento sejam aplicadas no campo e verificadas a partir de ensaios geotécnicos com um controle de qualidade rigoroso. Portanto, **a responsabilidade pelo projeto é exclusivamente do engenheiro projetista**, que deve entender e avaliar criteriosamente os resultados gerados pelo programa, antes de aprovar o projeto para a execução no campo.*

Estrutura do pavimento

Cam	Material	Espessura (cm)	Módulo de Resiliência	Coef de Poisson
1	CONCRETO ASFÁLTICO DF-003 Capa	5,0	Resiliente Linear MR = 5000 MPa	0,30
2	MATERIAL GRANULAR Brita Graduada - Gnaisse C5	15,0	Resiliente Linear MR = 381 MPa	0,35
3	MATERIAL GRANULAR Solo Brita - M3 (LG' s:1521)	26,0	Resiliente Linear MR = 398 MPa	0,35
4	SUBLEITO Sub Leito Solo Fino DF-003	SL	Resiliente Linear MR = 50 MPa	0,40

Materiais

1 - CONCRETO ASFÁLTICO: DF-003 Capa

Propriedades

Tipo de CAP = ...Convencional
Massa específica (g/cm³) = 2,4
Resistência à tração CD (MPa) = 2
Teor de asfalto (%) = 5
Volume de vazios (%) = 4
Faixa Granulométrica = ...12,5
Abrasão Los Angeles (%) = 20
Norma ou Especificação = DNIT ES 31

Modelos

Ensaio de Fadiga
-Modelo: **$k1 \cdot (et \wedge k2)$**
-Coeficiente de Regressão (k1): **≥ 3,0e-13**
-Coeficiente de Regressão (k2): **≥ -3,78**
-Classe de Fadiga: **≥ 0**
-FFM (100μ a 250μ): **≥ 0,73**
Flow Number Mínimo
- Condição de Tráfego Normal: **≥ 141** ciclos
- Condição de Tráfego Severa: **≥ 396** ciclos

2 - MATERIAL GRANULAR: Brita Graduada - Gnaisse C5

Propriedades

Descrição do Material = Brita Graduada
Massa específica (g/cm³) = 2,223
Umidade Ótima (%) = 5,0
Energia Compactação = Modificada
Abrasão Los Angeles (%) = 43,0
Norma ou Especificação = DNIT ES 141

Modelos

Ensaio de Deformação Permanente
Modelo: **$ep = psi1 \cdot (s3 \wedge psi2) \cdot (sd \wedge psi3) \cdot (N \wedge psi4)$**
Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,0868**
Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **-0,2801**
Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **0,8929**
Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,0961**

3 - MATERIAL GRANULAR: Solo Brita - M3 (LG' s:1521)

Propriedades

Descrição do Material = Solo LG' + 30% brita 1 e 40% brita 0
Massa específica (g/cm³) = 2,38
Umidade Ótima (%) = 7,5
Energia Compactação = Intermediária
Abrasão Los Angeles (%) = 40,0
Norma ou Especificação = DNIT ES 141

Modelos

Ensaio de Deformação Permanente
Modelo: **$ep = psi1 \cdot (s3 \wedge psi2) \cdot (sd \wedge psi3) \cdot (N \wedge psi4)$**
Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,27**
Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **-0,14**
Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **1,33**
Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,06**

4 - SUBLEITO: Sub Leito Solo Fino DF-003

Propriedades

Descrição do Material = ...
Grupo MCT = ...
MCT - Coeficiente c' = ...
MCT - Índice e' = ...
Massa específica (g/cm³) = 1,6
Umidade Ótima (%) = 12
Energia Compactação = ...Normal
Norma ou Especificação = DNIT ES 137

Modelos

Ensaio de Deformação Permanente
Modelo: **$ep = psi1 \cdot (s3 \wedge psi2) \cdot (sd \wedge psi3) \cdot (N \wedge psi4)$**
Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,097**
Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **-1,6**
Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **1,9**
Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,063**

Definição do tráfego

Volume Médio Diário no ano de abertura do tráfego: VMD (1º ano) = **102**
Fator de veículo no ano de abertura do tráfego: FV = **4,72**
Número de passagens anual do eixo padrão (1º ano): **1,76e+05**

% Veículos na faixa de projeto: **100%**

Número de passagens anual do eixo padrão na faixa de projeto: **1,76e+05**

Taxa de crescimento do tráfego: **3,0%**

Número Equivalente total de passagens do eixo padrão na faixa de projeto: $N_{Eq} = 2,01e+06$

Eixo	Tipo	FE	Carga (ton)	FC	FVi
1	Eixo simples de roda dupla	100%	10,58	4,680	4,680
2	Eixo Simples	10%	6,45	0,372	0,037

Evolução dos danos no pavimento

Mês	N Equiv	Área Trincada	ATR (mm)
1	1,444e+04	1,16%	5,7
6	8,716e+04	2,30%	6,4
12	1,756e+05	3,17%	6,8
18	2,654e+05	3,95%	7,0
24	3,565e+05	4,72%	7,1
30	4,490e+05	5,51%	7,2
36	5,428e+05	6,34%	7,3
42	6,380e+05	7,22%	7,4
48	7,347e+05	8,17%	7,5
54	8,328e+05	9,18%	7,5
60	9,324e+05	10,28%	7,6
66	1,033e+06	11,47%	7,6
72	1,136e+06	12,75%	7,7
78	1,240e+06	14,14%	7,7
84	1,346e+06	15,64%	7,8
90	1,453e+06	17,24%	7,8
96	1,562e+06	18,97%	7,9
102	1,672e+06	20,82%	7,9
108	1,784e+06	22,80%	7,9
114	1,898e+06	24,90%	8,0
120	2,013e+06	27,14%	8,0

Análise de Afundamento de Trilha de Roda

Cam	Material	Afundamento de Trilha de Roda (mm)
1	CONCRETO ASFÁLTICO	0,00
2	MATERIAL GRANULAR	1,74
3	MATERIAL GRANULAR	3,60
4	SUBLEITO	2,66
Afundamento de Trilha de Roda (mm)		8,0

Deflexões

As bacias foram calculadas considerando as camadas aderidas e um fator de segurança, após avaliados dados de campo comparativos entre FWD e Viga Benkelman. Os resultados apresentados estão a favor do dimensionamento.

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: CONCRETO ASFÁLTICO - DF-003 Capa

Equipamento	Sensor 1 0 cm	Sensor 2 20 cm	Sensor 3 30 cm	Sensor 4 45 cm	Sensor 5 60 cm	Sensor 6 90 cm	Sensor 7 120 cm	Sensor 8 150 cm	Sensor 9 180 cm
Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton	103	87	77	64	54	39	30	24	21
FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton	105	82	68	53	42	28	20	15	12

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: MATERIAL GRANULAR - Brita Graduada - Gnaisse C5

Equipamento	Sensor 1 0 cm	Sensor 2 20 cm	Sensor 3 30 cm	Sensor 4 45 cm	Sensor 5 60 cm	Sensor 6 90 cm	Sensor 7 120 cm	Sensor 8 150 cm	Sensor 9 180 cm
Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton	103	87	77	64	54	39	30	24	21

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: MATERIAL GRANULAR - Solo Brita - M3 (LG' s:1521)

Equipamento	Sensor 1 0 cm	Sensor 2 20 cm	Sensor 3 30 cm	Sensor 4 45 cm	Sensor 5 60 cm	Sensor 6 90 cm	Sensor 7 120 cm	Sensor 8 150 cm	Sensor 9 180 cm
Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton	104	89	78	65	54	38	29	24	21

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: SUBLEITO - Sub Leito Solo Fino DF-003

Equipamento	Sensor 1 0 cm	Sensor 2 20 cm	Sensor 3 30 cm	Sensor 4 45 cm	Sensor 5 60 cm	Sensor 6 90 cm	Sensor 7 120 cm	Sensor 8 150 cm	Sensor 9 180 cm
Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton	195	122	90	62	48	35	28	24	21

9.4 Anexo IV – Composições de Preços

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

4011209 REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

Produção da equipe

1.121,33000

M²

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

	Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
		Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9518 GRADE DE 24 DISCOS REBOCÁVEL DE D = 60 CM (24)	1,00000	0,69	0,31	4,9697	3,4608	4,5019
E9524 MOTONIVELADORA - 93 KW	1,00000	0,71	0,29	283,4787	121,9900	236,6470
E9571 CAMINHÃO TANQUE COM CAPACIDADE DE 10.000 L - 188 KW	2,00000	0,51	0,49	318,6602	78,7446	402,2031
E9577 TRATOR AGRÍCOLA SOBRE PNEUS - 77 KW	1,00000	0,69	0,31	151,0070	55,2605	121,3256
E9685 ROLO COMPACTADOR PÉ DE CARNEIRO VIBRATÓRIO	1,00000	1,00	0,00	220,7818	97,6873	220,7818
E9762 ROLO COMPACTADOR DE PNEUS AUTOPROPELIDO DE 27 T - 85 KW	1,00000	0,96	0,04	251,3901	121,0730	246,1774
Custo horário total de equipamentos						1.231,6368

B - MÃO DE OBRA

	Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
P9824 SERVENTE	1,00000	H	21,2264	21,2264
Custo horário total de mão de obra				21,2264
Custo horário total de execução				1.252,8632
Custo unitário de execução				1,1173
Custo do FIC				0,0250
Custo do FIT				0,0000

C - MATERIAL

	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
Custo unitário total de material				0,0000

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

	Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
			LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte								0,0000

Custo unitário direto total: 1,14

Lucros e despesas indiretas: 0,00%

Preço unitário total: 1,14

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe
224,27000
M³
4011211 REFORÇO DO SUBLEITO COM MATERIAL DE JAZIDA

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

	Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
		Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9518 GRADE DE 24 DISCOS REBOCÁVEL DE D = 60 CM (24)	1,00000	0,69	0,31	4,9697	3,4608	4,5019
E9524 MOTONIVELADORA - 93 KW	1,00000	0,99	0,01	283,4787	121,9900	281,8638
E9571 CAMINHÃO TANQUE COM CAPACIDADE DE 10.000 L - 188 KW	2,00000	0,62	0,38	318,6602	78,7446	454,9845
E9577 TRATOR AGRÍCOLA SOBRE PNEUS - 77 KW	1,00000	0,69	0,31	151,0070	55,2605	121,3256
E9685 ROLO COMPACTADOR PÉ DE CARNEIRO VIBRATÓRIO	1,00000	1,00	0,00	220,7818	97,6873	220,7818
E9762 ROLO COMPACTADOR DE PNEUS AUTOPROPELIDO DE 27 T - 85 KW	1,00000	0,96	0,04	251,3901	121,0730	246,1774
Custo horário total de equipamentos						1.329,6350

B - MÃO DE OBRA

	Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
P9824 SERVENTE	1,00000	H	21,2264	21,2264
Custo horário total de mão de obra				21,2264
Custo horário total de execução				1.350,8614
Custo unitário de execução				6,0234
Custo do FIC				0,1349
Custo do FIT				0,0000

C - MATERIAL

	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
4016096 ESCAVAÇÃO E CARGA DE MATERIAL DE JAZIDA COM ESCAVADEIRA	1,10027	M³	21,3511	23,4908
Custo unitário total de material				23,4908

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

	Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
			LN	RP	P			
4016096 591435 Escavação e carga de material de jazida com escavadeira	1,00	t	0,00	0,00	0,00	0,00	2,06301	3,8372
4016096 591438 Escavação e carga de material de jazida com escavadeira	35,60	tkm	0,00	0,00	35,60	29,58	2,06301	61,0238
Custo unitário total de transporte								64,8610

Custo unitário direto total:
94,51
Lucros e despesas indiretas: 0,00%
0,00
Preço unitário total:
94,51

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

224,27000

M³

4011227 SUB-BASE DE SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE SEM

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

	Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
		Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9518 GRADE DE 24 DISCOS REBOCÁVEL DE D = 60 CM (24)	1,00000	0,69	0,31	4,9697	3,4608	4,5019
E9524 MOTONIVELADORA - 93 KW	1,00000	0,99	0,01	283,4787	121,9900	281,8638
E9571 CAMINHÃO TANQUE COM CAPACIDADE DE 10.000 L - 188 KW	2,00000	0,62	0,38	318,6602	78,7446	454,9845
E9577 TRATOR AGRÍCOLA SOBRE PNEUS - 77 KW	1,00000	0,69	0,31	151,0070	55,2605	121,3256
E9685 ROLO COMPACTADOR PÉ DE CARNEIRO VIBRATÓRIO	1,00000	1,00	0,00	220,7818	97,6873	220,7818
E9762 ROLO COMPACTADOR DE PNEUS AUTOPROPELIDO DE 27 T - 85 KW	1,00000	0,96	0,04	251,3901	121,0730	246,1774
Custo horário total de equipamentos						1.329,6350

B - MÃO DE OBRA

	Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
P9824 SERVENTE	1,00000	H	21,2264	21,2264
Custo horário total de mão de obra				21,2264
Custo horário total de execução				1.350,8614
Custo unitário de execução				6,0234
Custo do FIC				0,1349
Custo do FIT				0,0000

C - MATERIAL

	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
4016096 ESCAVAÇÃO E CARGA DE MATERIAL DE JAZIDA COM ESCAVADEIRA	1,10027	M³	21,3511	23,4908
Custo unitário total de material				23,4908

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

	Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
			LN	RP	P			
4016096 591435 Escavação e carga de material de jazida com escavadeira	1,00	t	0,00	0,00	0,00	0,00	2,06301	3,8372
4016096 591438 Escavação e carga de material de jazida com escavadeira	35,60	tkm	0,00	0,00	35,60	29,58	2,06301	61,0238
Custo unitário total de transporte								64,8610

Custo unitário direto total:
94,51
Lucros e despesas indiretas: 0,00%
0,00
Preço unitário total:
94,51

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

113,18000

M³

4011276 BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

	Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
		Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9514 DISTRIBUIDOR DE AGREGADOS SOBRE PNEUS AUTOPROPELIDO -	1,00000	1,00	0,00	285,4671	103,6427	285,4671
E9530 ROLO COMPACTADOR LISO VIBRATÓRIO AUTOPROPELIDO POR	1,00000	0,52	0,48	254,8211	109,4710	185,0531
E9571 CAMINHÃO TANQUE COM CAPACIDADE DE 10.000 L - 188 KW	1,00000	0,34	0,66	318,6602	78,7446	160,3159
E9762 ROLO COMPACTADOR DE PNEUS AUTOPROPELIDO DE 27 T - 85 KW	1,00000	0,65	0,35	251,3901	121,0730	205,7791
Custo horário total de equipamentos						836,6152

B - MÃO DE OBRA

	Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
P9824 SERVENTE	1,00000	H	21,2264	21,2264
Custo horário total de mão de obra				21,2264
Custo horário total de execução				857,8416
Custo unitário de execução				7,5794
Custo do FIC				0,0565
Custo do FIT				0,0000

C - MATERIAL

	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
6416040 USINAGEM DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL EM USINA DE	1,00000	M³	193,3368	193,3400
Custo unitário total de material				193,3400

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

	Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
			LN	RP	P			
6416040 591465 Usinagem de brita graduada com brita comercial em usina c	1,00	t	0,00	0,00	1,00	4,24	2,20000	9,3280
6416040 591438 Usinagem de brita graduada com brita comercial em usina c	52,90	tkm	0,00	0,00	52,90	43,56	2,20000	95,8320
Custo unitário total de transporte								105,1600

Custo unitário direto total:

306,14

Lucros e despesas indiretas: 0,00%

0,00

Preço unitário total:

306,14

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

4011352 IMPRIMAÇÃO COM EMULSÃO ASFÁLTICA

Produção da equipe

1.038,46000

M²

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

	Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
		Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9509 CAMINHÃO TANQUE DISTRIBUIDOR DE ASFALTO COM CAPACIDADE DE	1,00000	1,00	0,00	256,7793	70,8642	256,7793
E9558 TANQUE DE ESTOCAGEM DE ASFALTO COM CAPACIDADE DE 30.000 L	2,00000	1,00	0,00	56,2234	38,4047	112,4468
Custo horário total de equipamentos						369,2261

B - MÃO DE OBRA

	Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
P9824 SERVENTE	2,00000	H	21,2264	42,4528
Custo horário total de mão de obra				42,4528
Custo horário total de execução				411,6789
Custo unitário de execução				0,3964
Custo do FIC				0,0015
Custo do FIT				0,0000

C - MATERIAL

	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
Custo unitário total de material				0,0000

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
		LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte							0,0000
Custo unitário direto total:							0,40
Lucros e despesas indiretas: 0,00%							0,00
Preço unitário total:							0,40

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

4011353 PINTURA DE LIGAÇÃO

Produção da equipe

1.500,00000

M²

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

	Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
		Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9509 CAMINHÃO TANQUE DISTRIBUIDOR DE ASFALTO COM CAPACIDADE DE	1,00000	1,00	0,00	256,7793	70,8642	256,7793
E9558 TANQUE DE ESTOCAGEM DE ASFALTO COM CAPACIDADE DE 30.000 L	2,00000	1,00	0,00	56,2234	38,4047	112,4468
Custo horário total de equipamentos						369,2261

B - MÃO DE OBRA

	Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
P9824 SERVENTE	2,00000	H	21,2264	42,4528
Custo horário total de mão de obra				42,4528
Custo horário total de execução				411,6789
Custo unitário de execução				0,2745
Custo do FIC				0,0010
Custo do FIT				0,0000

C - MATERIAL

	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
Custo unitário total de material				0,0000

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

	Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
			LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte								0,0000
Custo unitário direto total:								0,28
Lucros e despesas indiretas: 0,00%								0,00
Preço unitário total:								0,28

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe
99,60000
T
4011464 CONCRETO ASFÁLTICO - FAIXA C - MASSA COMERCIAL

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

	Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
		Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9545 VIBROACABADORA DE ASFALTO SOBRE ESTEIRAS - 97 KW	1,00000	1,00	0,00	353,6910	151,0531	353,6910
E9681 ROLO COMPACTADOR LISO TANDEM VIBRATÓRIO AUTOPROPELIDO DE	1,00000	0,82	0,18	290,8268	109,5896	258,2041
E9762 ROLO COMPACTADOR DE PNEUS AUTOPROPELIDO DE 27 T - 85 KW	1,00000	0,71	0,29	251,3901	121,0730	213,5981
Custo horário total de equipamentos						825,4932

B - MÃO DE OBRA

	Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
P9824 SERVENTE	8,00000	H	21,2264	169,8112
Custo horário total de mão de obra				169,8112
Custo horário total de execução				995,3044
Custo unitário de execução				9,9930
Custo do FIC				0,0373
Custo do FIT				0,0000

C - MATERIAL

	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
M0783 MASSA ASFÁLTICA COMERCIAL - CAPA DE ROLAMENTO	1,00000	T	271,0000	271,0000
Custo unitário total de material				271,0000

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

	Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
			LN	RP	P			
M0783 5914649 Massa asfáltica comercial - capa de rolamento - Caminhão	1,00	t	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00000	7,8600
M0783 5914389 Massa asfáltica comercial - capa de rolamento - Caminhão	27,00	tkm	0,00	0,00	27,00	22,63	1,00000	22,6300
Custo unitário total de transporte								30,4900

Custo unitário direto total:
311,52
Lucros e despesas indiretas: 0,00%
0,00
Preço unitário total:
311,52

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

1,00000

T

CAP50/70 TRANSPORTE DE CAP50/70

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
	Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
Custo horário total de equipamentos					0,0000

B - MÃO DE OBRA

Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
Custo horário total de mão de obra			0,0000
Custo horário total de execução			0,0000
Custo unitário de execução			0,0000
Custo do FIC			0,0000
Custo do FIT			0,0000

C - MATERIAL

Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
Custo unitário total de material			0,0000

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário	
		LN	RP	P				
CAP50/70	CAP50/70	1,00	T	0,00	0,00	0,00	1,00000	568,5700
Custo unitário total de transporte							568,5700	

Custo unitário direto total: 568,57

Lucros e despesas indiretas: 0,00% **0,00**

Preço unitário total: 568,57

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

1,00000

T

RR1C TRANSPORTE DE RR-1C

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
	Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
Custo horário total de equipamentos					0,0000

B - MÃO DE OBRA

Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
Custo horário total de mão de obra			0,0000
Custo horário total de execução			0,0000
Custo unitário de execução			0,0000
Custo do FIC			0,0000
Custo do FIT			0,0000

C - MATERIAL

Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
Custo unitário total de material			0,0000

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário	
		LN	RP	P				
R1C	TRANSPORTE DE RR-1C	1,00	T	0,00	0,00	0,00	1,00000	214,7200
Custo unitário total de transporte							214,7200	

Custo unitário direto total: 214,72

Lucros e despesas indiretas: 0,00% **0,00**

Preço unitário total: 214,72

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

1,00000

T

EAI TRANSPORTE DE EAI

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
	Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
Custo horário total de equipamentos					0,0000

B - MÃO DE OBRA

Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
Custo horário total de mão de obra			0,0000
Custo horário total de execução			0,0000
Custo unitário de execução			0,0000
Custo do FIC			0,0000
Custo do FIT			0,0000

C - MATERIAL

Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
Custo unitário total de material			0,0000

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário	
		LN	RP	P				
EAI	TRANSPORTE DE EAI	1,00	T	0,00	0,00	0,00	1,00000	690,6300
Custo unitário total de transporte							690,6300	

Custo unitário direto total: 690,63

Lucros e despesas indiretas: 0,00% 0,00

Preço unitário total: 690,63

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe
150,88000
M³
4011305 BASE DE SOLO-CAL COM 3% DE CAL E MISTURA NA PISTA COM
Valores em reais (R\$)
A - EQUIPAMENTOS

	Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
		Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9027 CAMINHÃO DISTRIBUIDOR DE CIMENTO E CAL COM CAPACIDADE	1,00000	0,96	0,04	443,2347	131,4506	430,7633
E9518 GRADE DE 24 DISCOS REBOCÁVEL DE D = 60 CM (24)	1,00000	0,62	0,38	4,9697	3,4608	4,3963
E9524 MOTONIVELADORA - 93 KW	1,00000	1,00	0,00	283,4787	121,9900	283,4787
E9571 CAMINHÃO TANQUE COM CAPACIDADE DE 10.000 L - 188 KW	1,00000	0,83	0,17	318,6602	78,7446	277,8745
E9577 TRATOR AGRÍCOLA SOBRE PNEUS - 77 KW	1,00000	0,62	0,38	151,0070	55,2605	114,6233
E9685 ROLO COMPACTADOR PÉ DE CARNEIRO VIBRATÓRIO	1,00000	0,90	0,10	220,7818	97,6873	208,4724
E9762 ROLO COMPACTADOR DE PNEUS AUTOPROPULIDO DE 27 T - 85 KW	1,00000	0,86	0,14	251,3901	121,0730	233,1457
Custo horário total de equipamentos						1.552,7542

B - MÃO DE OBRA

	Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
P9824 SERVENTE	1,00000	H	21,2264	21,2264
Custo horário total de mão de obra			21,2264	21,2264
Custo horário total de execução				1.573,9806
Custo unitário de execução				10,4320
Custo do FIC				0,2337
Custo do FIT				0,0000

C - MATERIAL

	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
4016096 ESCAVAÇÃO E CARGA DE MATERIAL DE JAZIDA COM ESCAVADEIRA	1,02325	M³	21,3511	21,8464
M0344 CAL HIDRATADA - A GRANEL	144,41000	KG	0,5496	79,3677
Custo unitário total de material				101,2141

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

	Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
			LN	RP	P			
4016096 591435 Escavação e carga de material de jazida com escavadeira	1,00	t	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00111	3,7221
M0344 5914363 Cal hidratada - a granel - Caminhão silo 30 m³	1,00	t	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06189	1,0750
4016096 591438 Escavação e carga de material de jazida com escavadeira	3,00	tkm	0,00	0,00	3,00	3,23	2,01110	6,4959

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE		Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário	
				LN	RP	P				
M0344	5914366	Cal hidratada - a granel - Caminhão silo 30 m³	52,90	tkm	0,00	0,00	52,90	31,22	0,06189	1,9322
							Custo unitário total de transporte		13,2252	
							Custo unitário direto total:		125,11	
							Lucros e despesas indiretas: 0,00%		0,00	
							Preço unitário total:		125,11	

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

150,88000

M³

4011256 SUB- BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE COM MISTURA DE SOLO BRITA (70%-30%) BC

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

	Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
		Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9518 GRADE DE 24 DISCOS REBOCÁVEL DE D = 60 CM (24)	1,00000	0,62	0,38	4,9697	3,4608	4,3963
E9524 MOTONIVELADORA - 93 KW	1,00000	1,00	0,00	283,4787	121,9900	283,4787
E9571 CAMINHÃO TANQUE COM CAPACIDADE DE 10.000 L - 188 KW	1,00000	0,83	0,17	318,6602	78,7446	277,8745
E9577 TRATOR AGRÍCOLA SOBRE PNEUS - 77 KW	1,00000	0,62	0,38	151,0070	55,2605	114,6233
E9685 ROLO COMPACTADOR PÉ DE CARNEIRO VIBRATÓRIO	1,00000	0,90	0,10	220,7818	97,6873	208,4724
E9762 ROLO COMPACTADOR DE PNEUS AUTOPROPELIDO DE 27 T - 85 KW	1,00000	0,86	0,14	251,3901	121,0730	233,1457
Custo horário total de equipamentos						1.121,9909

B - MÃO DE OBRA

	Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
P9824 SERVENTE	1,00000	H	21,2264	21,2264
Custo horário total de mão de obra				21,2264
Custo horário total de execução				1.143,2173
Custo unitário de execução				7,5770
Custo do FIC				0,1697
Custo do FIT				0,0000

C - MATERIAL

	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
4016096 ESCAVAÇÃO E CARGA DE MATERIAL DE JAZIDA COM ESCAVADEIRA	0,77019	M³	21,3511	16,4436
M0191 BRITA 1	0,41260	M³	120,4661	49,7043
Custo unitário total de material				66,1479

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

	Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
			LN	RP	P			
M0191 5914647 Brita 1 - Caminhão basculante 10 m³	1,00	t	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61890	1,1016
4016096 591435 Escavação e carga de material de jazida com escavadeira	1,00	t	0,00	0,00	0,00	0,00	1,44411	2,6860
M0191 5914389 Brita 1 - Caminhão basculante 10 m³	52,90	tkm	0,00	0,00	52,90	43,56	0,61890	26,9593

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE		Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário	
				LN	RP	P				
4016096	591438	Escavação e carga de material de jazida com escavadeira	35,60	tkm	0,00	0,00	35,60	29,58	1,44411	42,7168
Custo unitário total de transporte									73,4637	
Custo unitário direto total:									147,36	
Lucros e despesas indiretas: 0,00%									0,00	
Preço unitário total:									147,36	

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

2003844 LASTRO DE AREIA COMERCIAL - ESPALHAMENTO MECÂNICO

Produção da equipe

530,72000

M³

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

	Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
		Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9524 MOTONIVELADORA - 93 KW	1,00000	1,00	0,00	283,4787	121,9900	283,4787
Custo horário total de equipamentos						283,4787

B - MÃO DE OBRA

	Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
P9824 SERVENTE	1,00000	H	21,2264	21,2264
Custo horário total de mão de obra				21,2264
Custo horário total de execução				304,7051
Custo unitário de execução				0,5741
Custo do FIC				0,0043
Custo do FIT				0,0000

C - MATERIAL

	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
M0081 AREIA GROSSA	1,00000	M³	139,6420	139,6420
Custo unitário total de material				139,6420

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

	Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
			LN	RP	P			
M0081 5914647 Areia grossa - Caminhão basculante 10 m³	1,00	t	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50000	2,6700
M0081 5914389 Areia grossa - Caminhão basculante 10 m³	20,90	tkm	0,00	0,00	20,90	17,70	1,50000	26,5500
Custo unitário total de transporte								29,2200

Custo unitário direto total:

169,44

Lucros e despesas indiretas: 0,00%

0,00

Preço unitário total:

169,44

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

92391 EXECUÇÃO DE PAVIMENTO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO

Produção da equipe

1,00000

M2

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
	Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
Custo horário total de equipamentos					0,0000

B - MÃO DE OBRA

Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
Custo horário total de mão de obra			0,0000
Custo horário total de execução			0,0000
Custo unitário de execução			0,0000
Custo do FIC			0,0000
Custo do FIT			0,0000

C - MATERIAL

	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
88260 CALCETEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,09630	H	28,7700	2,7706
88316 SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,09630	H	23,4000	2,2534
91277 PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA,	0,00410	CHP	10,0800	0,0413
91278 PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA,	0,04410	CHI	0,7200	0,0318
91283 CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE	0,00380	CHP	11,0100	0,0418
91285 CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE	0,04440	CHI	1,1400	0,0506
00370 AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA	0,05680	M3	195,0000	11,0760
04741 PO DE PEDRA (POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM	0,00110	M3	188,0600	0,2069
40517 BLOQUETE/PISO DE CONCRETO - MODELO PISOGRAMA/CONCREGRAMA 2	1,00450	M2	73,1100	73,4390
Custo unitário total de material				89,9114

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
		LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte							0,0000

Custo unitário direto total: 89,91

Lucros e despesas indiretas: 0,00% 0,00

Preço unitário total: 89,91

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

230,19000

M³

4016096 ESCAVAÇÃO E CARGA DE MATERIAL DE JAZIDA COM ESCAVADEIRA

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total	
	Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo		
E9515 ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS COM CAÇAMBA COM	1,00000	1,00	0,00	282,9623	125,5787	282,9623
Custo horário total de equipamentos					282,9623	

B - MÃO DE OBRA

Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
P9824 SERVENTE	1,00000	H 21,2264	21,2264
Custo horário total de mão de obra			21,2264
Custo horário total de execução			304,1887
Custo unitário de execução			1,3215
Custo do FIC			0,0296
Custo do FIT			0,0000

C - MATERIAL

Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
M0980 INDENIZAÇÃO DE CASCALHEIRA	1,00000	M3 20,0000	20,0000
Custo unitário total de material			20,0000

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
		LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte							0,0000
Custo unitário direto total:							21,35
Lucros e despesas indiretas: 0%							0,00
Preço unitário total:							21,35

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe
113,18000
M³
6416040 USINAGEM DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL EM USINA DE
Valores em reais (R\$)
A - EQUIPAMENTOS

	Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
		Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9511 CARREGADEIRA DE PNEUS COM CAPACIDADE DE 3,40 M³ - 195 KW	2,00000	0,57	0,43	437,9233	211,3220	680,9695
E9615 USINA MISTURADORA DE SOLOS COM CAPACIDADE DE 300 T/H - 44 KW	1,00000	1,00	0,00	216,9229	142,5988	216,9229
E9779 GRUPO GERADOR - 113 KVA	1,00000	1,00	0,00	105,0414	8,2347	105,0414
Custo horário total de equipamentos						1.002,9338

B - MÃO DE OBRA

	Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
P9824 SERVENTE	3,00000	H	21,2264	63,6792
Custo horário total de mão de obra				63,6792
Custo horário total de execução				1.066,6130
Custo unitário de execução				9,4240
Custo do FIC				0,0000
Custo do FIT				0,0000

C - MATERIAL

	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
M0005 BRITA 0	0,53076	M³	135,6458	71,9954
M0191 BRITA 1	0,14700	M³	120,4661	17,7085
M0192 BRITA 2	0,26060	M³	120,2563	31,3388
M1135 PÓ DE PEDRA	0,52829	M³	111,2563	58,7756
Custo unitário total de material				179,8183

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

	Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
			LN	RP	P			
M0005 5914647 Brita 0 - Caminhão basculante 10 m³	1,00	t	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79614	1,4171
M0191 5914647 Brita 1 - Caminhão basculante 10 m³	1,00	t	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22050	0,3925
M0192 5914647 Brita 2 - Caminhão basculante 10 m³	1,00	t	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39090	0,6958
M1135 5914647 Pó de pedra - Caminhão basculante 10 m³	1,00	t	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79244	1,4105
M0005 5914389 Brita 0 - Caminhão basculante 10 m³	0,00	tkm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79614	0,0000
M0191 5914389 Brita 1 - Caminhão basculante 10 m³	0,00	tkm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22050	0,1786

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE		Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
				LN	RP	P			
M0192 5914389	Brita 2 - Caminhão basculante 10 m³	0,00	tkm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39090	0,0000
M1135 5914389	Pó de pedra - Caminhão basculante 10 m³	0,00	tkm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79244	0,0000
Custo unitário total de transporte									4,0945
Custo unitário direto total:									193,34
Lucros e despesas indiretas: 0%									0,00
Preço unitário total:									193,34

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

1,00000

CHI

91278 PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA,

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
	Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
Custo horário total de equipamentos					0,0000

B - MÃO DE OBRA

Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
Custo horário total de mão de obra			0,0000
Custo horário total de execução			0,0000
Custo unitário de execução			0,0000
Custo do FIC			0,0000
Custo do FIT			0,0000

C - MATERIAL

	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
91273 PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA,	1,00000	H	0,5697	0,5700
91274 PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA,	1,00000	H	0,1529	0,1500
Custo unitário total de material				0,7200

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
		LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte							0,0000

Custo unitário direto total: 0,72

Lucros e despesas indiretas: 0%

Preço unitário total: 0,72

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

1,00000

H

91274 PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA,

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total		
	Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo			
01442	COMPACTADOR DE SOLO TIPO PLACA VIBRATORIA REVERSIVEL, A	1,00000	0,00	0,00	10.689,2100	0,0000	0,1529
Custo horário total de equipamentos						0,1529	

B - MÃO DE OBRA

Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
Custo horário total de mão de obra			0,0000
Custo horário total de execução			0,1529
Custo unitário de execução			0,1529
Custo do FIC			0,0000
Custo do FIT			0,0000

C - MATERIAL

Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
Custo unitário total de material			0,0000

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
		LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte							0,0000

Custo unitário direto total: 0,15

Lucros e despesas indiretas: 0% 0,00

Preço unitário total: 0,15

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

1,00000

H

91273 PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA,

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total		
	Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo			
01442	COMPACTADOR DE SOLO TIPO PLACA VIBRATORIA REVERSIVEL, A	1,00000	0,00	0,00	10.689,2100	0,0000	0,5697
Custo horário total de equipamentos						0,5697	

B - MÃO DE OBRA

Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
Custo horário total de mão de obra			0,0000
Custo horário total de execução			0,5697
Custo unitário de execução			0,5697
Custo do FIC			0,0000
Custo do FIT			0,0000

C - MATERIAL

Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
Custo unitário total de material			0,0000

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
		LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte							0,0000

Custo unitário direto total: 0,57

Lucros e despesas indiretas: 0% 0,00

Preço unitário total: 0,57

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

91277 PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA,

Produção da equipe

1,00000

CHP

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
	Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
Custo horário total de equipamentos					0,0000

B - MÃO DE OBRA

Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
Custo horário total de mão de obra			0,0000
Custo horário total de execução			0,0000
Custo unitário de execução			0,0000
Custo do FIC			0,0000
Custo do FIT			0,0000

C - MATERIAL

	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
91273 PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA,	1,00000	H	0,5697	0,5700
91274 PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA,	1,00000	H	0,1529	0,1500
91275 PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA,	1,00000	H	0,7130	0,7100
91276 PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA,	1,00000	H	8,6544	8,6500
Custo unitário total de material				10,0800

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
		LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte							0,0000
Custo unitário direto total:							10,08
Lucros e despesas indiretas: 0%							0,00
Preço unitário total:							10,08

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

1,00000

H

91276 PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA,

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
	Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
Custo horário total de equipamentos					0,0000

B - MÃO DE OBRA

Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
Custo horário total de mão de obra			0,0000
Custo horário total de execução			0,0000
Custo unitário de execução			0,0000
Custo do FIC			0,0000
Custo do FIT			0,0000

C - MATERIAL

Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário	
04222	GASOLINA COMUM	1,44000	L 6,0100	8,6544
Custo unitário total de material			8,6544	

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
		LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte							0,0000

Custo unitário direto total: 8,65

Lucros e despesas indiretas: 0% 0,00

Preço unitário total: 8,65

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

1,00000

H

91275 PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA,

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total		
	Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo			
01442	COMPACTADOR DE SOLO TIPO PLACA VIBRATORIA REVERSIVEL, A	1,00000	0,00	0,00	10.689,2100	0,0000	0,7130
Custo horário total de equipamentos						0,7130	

B - MÃO DE OBRA

Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
Custo horário total de mão de obra			0,0000
Custo horário total de execução			0,7130
Custo unitário de execução			0,7130
Custo do FIC			0,0000
Custo do FIT			0,0000

C - MATERIAL

Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
Custo unitário total de material			0,0000

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
		LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte							0,0000

Custo unitário direto total: 0,71

Lucros e despesas indiretas: 0% 0,00

Preço unitário total: 0,71

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

88316 SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES

Produção da equipe

1,00000

H

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
	Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
Custo horário total de equipamentos					0,0000

B - MÃO DE OBRA

Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
06111	SERVENTE DE OBRAS (HORISTA)	1,00000 H 14,4300	14,4300
Custo horário total de mão de obra			14,4300
Custo horário total de execução			14,4300
Custo unitário de execução			14,4300
Custo do FIC			0,0000
Custo do FIT			0,0000

C - MATERIAL

Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
95378	CURSO DE CAPACITAÇÃO PARA SERVENTE (ENCARGOS	1,00000 H 0,3524	0,3500
37370	ALIMENTACAO - HORISTA (COLETADO CAIXA - ENCARGOS	1,00000 H 3,8000	3,8000
37371	TRANSPORTE - HORISTA (COLETADO CAIXA - ENCARGOS	1,00000 H 1,5000	1,5000
37372	EXAMES - HORISTA (COLETADO CAIXA - ENCARGOS	1,00000 H 1,3400	1,3400
37373	SEGURO - HORISTA (COLETADO CAIXA - ENCARGOS	1,00000 H 0,0400	0,0400
43491	EPI - FAMILIA SERVENTE - HORISTA (ENCARGOS	1,00000 H 1,3300	1,3300
43467	FERRAMENTAS - FAMILIA SERVENTE - HORISTA (ENCARGOS	1,00000 H 0,6100	0,6100
Custo unitário total de material			8,9700

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
		LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte							0,0000
Custo unitário direto total:							23,40
Lucros e despesas indiretas: 0%							0,00
Preço unitário total:							23,40

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

1,00000

H

95378 CURSO DE CAPACITAÇÃO PARA SERVENTE (ENCARGOS)

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
	Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
Custo horário total de equipamentos					0,0000

B - MÃO DE OBRA

06111 SERVENTE DE OBRAS (HORISTA)

Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
0,02442	H	14,4300	0,3524
Custo horário total de mão de obra			0,3524
Custo horário total de execução			0,3524
Custo unitário de execução			0,3524
Custo do FIC			0,0000
Custo do FIT			0,0000

C - MATERIAL

Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
Custo unitário total de material			0,0000

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
		LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte							0,0000

Custo unitário direto total: 0,35

Lucros e despesas indiretas: 0% 0,00

Preço unitário total: 0,35

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

88260 CALCETEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES

Produção da equipe

1,00000

H

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
	Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
Custo horário total de equipamentos					0,0000

B - MÃO DE OBRA

Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
04759	CALCETEIRO / RASTELEIRO (HORISTA)	1,00000 H 19,7700	19,7700
Custo horário total de mão de obra			19,7700
Custo horário total de execução			19,7700
Custo unitário de execução			19,7700
Custo do FIC			0,0000
Custo do FIT			0,0000

C - MATERIAL

Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
95328	CURSO DE CAPACITAÇÃO PARA CALCETEIRO (ENCARGOS)	1,00000 H 0,2625	0,2600
37370	ALIMENTACAO - HORISTA (COLETADO CAIXA - ENCARGOS)	1,00000 H 3,8000	3,8000
37371	TRANSPORTE - HORISTA (COLETADO CAIXA - ENCARGOS)	1,00000 H 1,5000	1,5000
37372	EXAMES - HORISTA (COLETADO CAIXA - ENCARGOS)	1,00000 H 1,3400	1,3400
37373	SEGURO - HORISTA (COLETADO CAIXA - ENCARGOS)	1,00000 H 0,0400	0,0400
43489	EPI - FAMILIA PEDREIRO - HORISTA (ENCARGOS)	1,00000 H 1,2400	1,2400
43465	FERRAMENTAS - FAMILIA PEDREIRO - HORISTA (ENCARGOS)	1,00000 H 0,8200	0,8200
Custo unitário total de material			9,0000

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
		LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte							0,0000

Custo unitário direto total: 28,77

Lucros e despesas indiretas: 0% 0,00

Preço unitário total: 28,77

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

1,00000

H

95328 CURSO DE CAPACITAÇÃO PARA CALCETEIRO (ENCARGOS)

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
	Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
Custo horário total de equipamentos					0,0000

B - MÃO DE OBRA

Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
04759	CALCETEIRO / RASTELEIRO (HORISTA)	0,01328 H 19,7700	0,2625
Custo horário total de mão de obra			0,2625
Custo horário total de execução			0,2625
Custo unitário de execução			0,2625
Custo do FIC			0,0000
Custo do FIT			0,0000

C - MATERIAL

Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
Custo unitário total de material			0,0000

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
		LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte							0,0000

Custo unitário direto total: 0,26

Lucros e despesas indiretas: 0% 0,00

Preço unitário total: 0,26

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

1,00000

CHP

91283 CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
	Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
Custo horário total de equipamentos					0,0000

B - MÃO DE OBRA

Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
Custo horário total de mão de obra			0,0000
Custo horário total de execução			0,0000
Custo unitário de execução			0,0000
Custo do FIC			0,0000
Custo do FIT			0,0000

C - MATERIAL

	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
91279 CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE	1,00000	H	0,9295	0,9300
91280 CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE	1,00000	H	0,2090	0,2100
91281 CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE	1,00000	H	1,1618	1,1600
91282 CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE	1,00000	H	8,7145	8,7100
Custo unitário total de material				11,0100

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
		LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte							0,0000
Custo unitário direto total:							11,01
Lucros e despesas indiretas: 0%							0,00
Preço unitário total:							11,01

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

1,00000

H

91280 CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total		
	Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo			
11280	CORTADEIRA DE PISO DE CONCRETO E ASFALTO, PARA DISCO PADRAO	1,00000	0,00	0,00	14.123,0900	0,0000	0,2090
Custo horário total de equipamentos						0,2090	

B - MÃO DE OBRA

Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
Custo horário total de mão de obra			0,0000
Custo horário total de execução			0,2090
Custo unitário de execução			0,2090
Custo do FIC			0,0000
Custo do FIT			0,0000

C - MATERIAL

Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
Custo unitário total de material			0,0000

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
		LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte							0,0000

Custo unitário direto total: 0,21

Lucros e despesas indiretas: 0% 0,00

Preço unitário total: 0,21

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

1,00000

H

91279 CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

	Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
		Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
11280 CORTADEIRA DE PISO DE CONCRETO E ASFALTO, PARA DISCO PADRAO	1,00000	0,00	0,00	14.123,0900	0,0000	0,9039
13887 DISCO DE CORTE DIAMANTADO SEGMENTADO PARA CONCRETO,	1,00000	0,00	0,00	399,4100	0,0000	0,0256
Custo horário total de equipamentos						0,9295

B - MÃO DE OBRA

	Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
Custo horário total de mão de obra				0,0000
Custo horário total de execução				0,9295
Custo unitário de execução				0,9295
Custo do FIC				0,0000
Custo do FIT				0,0000

C - MATERIAL

	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
Custo unitário total de material				0,0000

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

	Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
			LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte								0,0000

Custo unitário direto total: 0,93

Lucros e despesas indiretas: 0%

Preço unitário total: 0,93

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

1,00000

H

91281 CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

	Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
		Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
11280 CORTADEIRA DE PISO DE CONCRETO E ASFALTO, PARA DISCO PADRAO	1,00000	0,00	0,00	14.123,0900	0,0000	1,1298
13887 DISCO DE CORTE DIAMANTADO SEGMENTADO PARA CONCRETO,	1,00000	0,00	0,00	399,4100	0,0000	0,0320
Custo horário total de equipamentos						1,1618

B - MÃO DE OBRA

	Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
Custo horário total de mão de obra				0,0000
Custo horário total de execução				1,1618
Custo unitário de execução				1,1618
Custo do FIC				0,0000
Custo do FIT				0,0000

C - MATERIAL

	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
Custo unitário total de material				0,0000

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

	Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
			LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte								0,0000

Custo unitário direto total: 1,16

Lucros e despesas indiretas: 0% 0,00

Preço unitário total: 1,16

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

1,00000

H

91282 CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
	Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
Custo horário total de equipamentos					0,0000

B - MÃO DE OBRA

Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
Custo horário total de mão de obra			0,0000
Custo horário total de execução			0,0000
Custo unitário de execução			0,0000
Custo do FIC			0,0000
Custo do FIT			0,0000

C - MATERIAL

Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
04222 GASOLINA COMUM			
	1,45000	L 6,0100	8,7145
Custo unitário total de material			8,7145

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
		LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte							0,0000

Custo unitário direto total: 8,71

Lucros e despesas indiretas: 0% 0,00

Preço unitário total: 8,71

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Custo Unitário de Referência

Produção da equipe

1,00000

CHI

91285 CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS

Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
	Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
Custo horário total de equipamentos					0,0000

B - MÃO DE OBRA

Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
Custo horário total de mão de obra			0,0000
Custo horário total de execução			0,0000
Custo unitário de execução			0,0000
Custo do FIC			0,0000
Custo do FIT			0,0000

C - MATERIAL

	Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
91279 CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE	1,00000	H	0,9295	0,9300
91280 CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE	1,00000	H	0,2090	0,2100
Custo unitário total de material				1,1400

(E) - (F) - TEMPO FIXO / MOMENTO DE TRANSPORTE

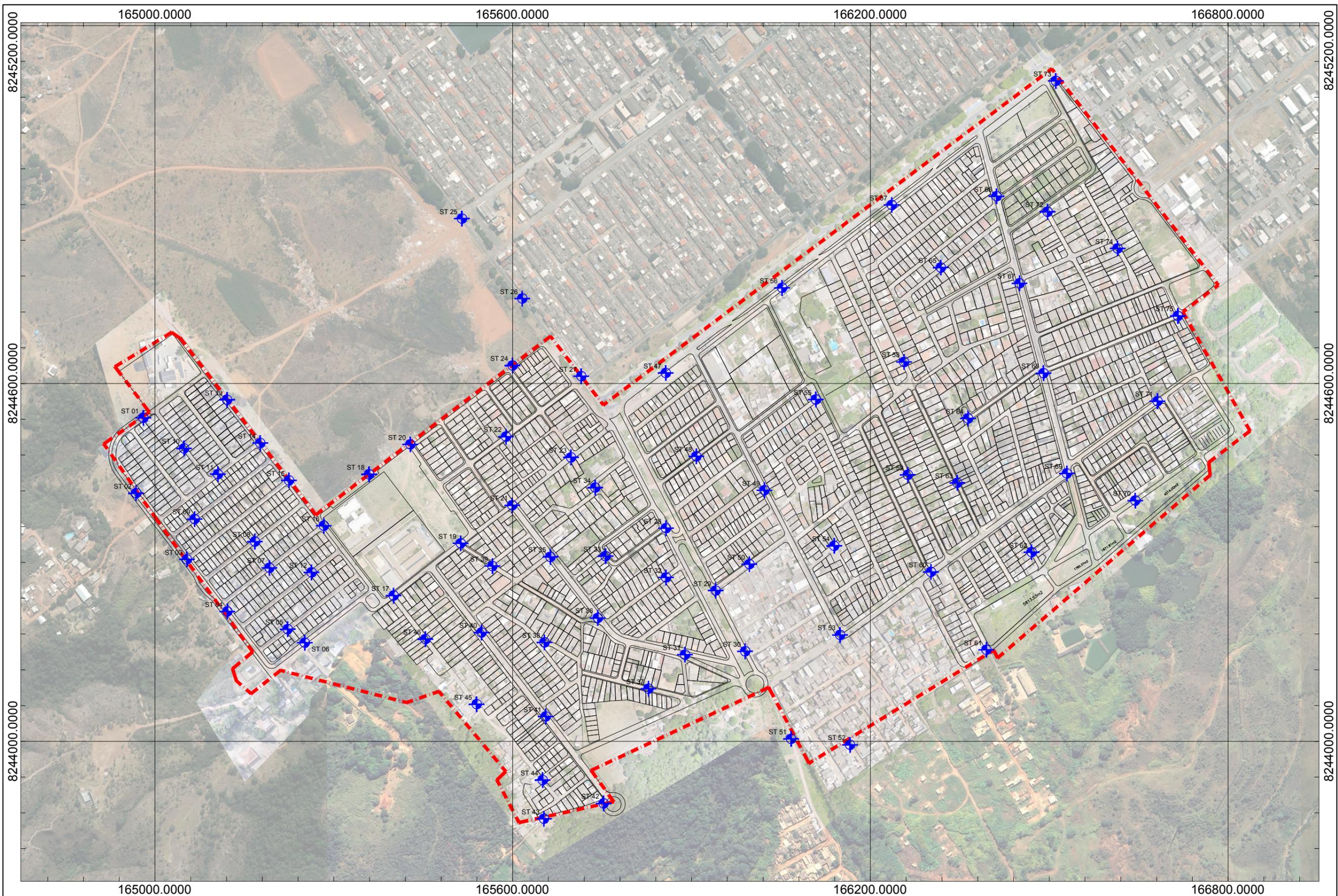
Quantidade	Unidade	DMT			Custo	Consumo	Custo Unitário
		LN	RP	P			
Custo unitário total de transporte							0,0000

Custo unitário direto total: 1,14

Lucros e despesas indiretas: 0% 0,00

Preço unitário total: 1,14

9.5 Anexo V - Planta de Localização de Pontos de Sondagem e Estudo Geotécnico (Digital)



Legenda

-  Poligonal URB 009/18 Rev. Dez.2021
-  ST XX Pontos de Geotecnia



Governo do Distrito Federal
Secretaria de Estado de
Obras e Infraestrutura

EDITAL DE CONCORRÊNCIA Nº 05/2023-SODF
REGIÃO ADM. SOL NASCENTE / PÔR DO SOL
RA XXXII - PÔR DO SOL



Urbanismo
Mapa localização pontos de Geotecnia

SICAD: 149 e 150

FOLHA: 01/01

DATA: Janeiro/2025

ESCALA: 1:6.000

9.6 Anexo VI - Planta dos Tipos de Pavimento



LEGENDA:

- - - Poligonal URB 009/18 Rev. Outubro/2022
- Vias Compartilhadas em Pavimento Novo - Intertravado
- Vias Locais em Pavimento Novo - CBUQ

Resumo executivo da estrutura final de pavimento em CBUQ - Vias de Circulação

Camada	Espessura a (cm)	Especificações Técnicas
CBUQ - Capa de Rolamento (Faixa "C")	5,0	- CAP 50/70 (DNIT 031/2006) - Desgaste Los Angeles ≤ 50% (DNER-ME 035) - Índice de Forma > 0,5 (DNER-ME 086) - Durabilidade: Perda < 12% (DNER-ME 089) - Equivalente de areia ≥ 55% (DNER-ME 054) - Porcentagem de Vazios: 3 a 5% (DNER-ME 043) - Relação Betume/Vazios: 75 a 82% (DNER-ME 043) - Estabilidade mínima: 500 kgf / 75 golpes (DNER-ME 043) - Resistência à Tração por Compressão Diametral estática a 25°C, mínima: 0,65 MPa (DNER-ME 138)
Pintura de ligação	-	- Emulsão asfáltica: RR-1C
Imprimação	-	- Asfalto Diluído: CM-30 - EAI
Base (Brita Graduada Simples)	15	- Norma: Especificação nº 05 da NOVACAP - CBR ≥ 80% - Energia de Compactação: Proctor Modificado - Grau de Compactação: no mínimo 100% em relação à massa específica aparente seca máxima - Tolerância do teor de umidade: ± 2%
Sub-base Mistura de Solo - Brita (70%/30%)	26	- Norma: DNIT 140/2010 - ES - Índice de Grupo = 0 - CBR ≥ 20% - Expansão < 1% - Energia de Compactação: Proctor Intermediário - Grau de Compactação: no mínimo 100% em relação à massa específica aparente seca máxima - Tolerância do teor de umidade: ± 2%
Regularização e Compactação do Subleito (solo local)	20	- Norma: Especificação nº 14 da NOVACAP - CBR ≥ 6,5% - Expansão < 1% - Energia de Compactação: Proctor Intermediário - Grau de Compactação: no mínimo 100% em relação à massa específica aparente seca máxima - Tolerância do teor de umidade: ± 2%

Resumo executivo da estrutura final de pavimento em bloco intertravado - Vias Locais

Camada	Espessura (cm)	Especificações Técnicas
Blocos Intertravados	6	- Resistência à compressão Simples: 35 MPa
Areia Grossa	5	-
Sub-base (Cascalho)	15	- Norma: DNIT 140/2010 - ES - Compactado em Energia Proctor Intermediário - CBR ≥ 40% - Expansão < 1%
Regularização e Compactação do Subleito (solo local)	20	- Norma: DNIT IS 108/2019-ES - Energia de Compactação: Proctor Intermediário - CBR ≥ 6,5% - Expansão < 1% - Grau de Compactação: no mínimo 100% em relação à massa específica aparente seca máxima - Tolerância do teor de umidade: ± 2%

NOTAS:

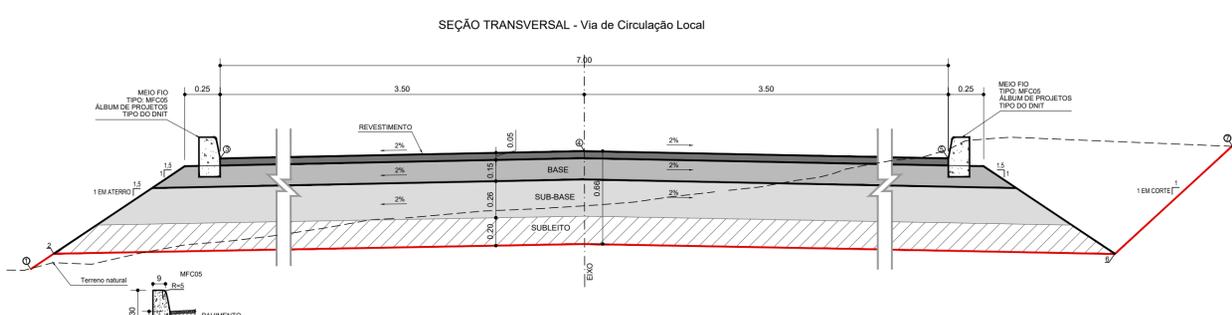
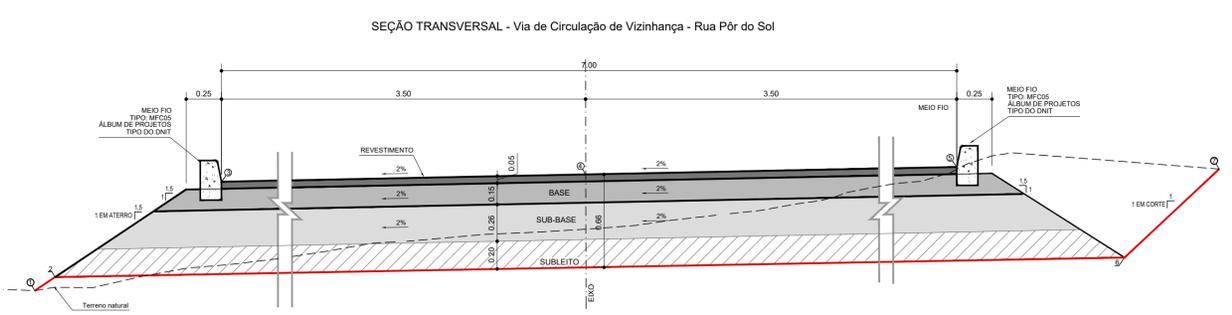
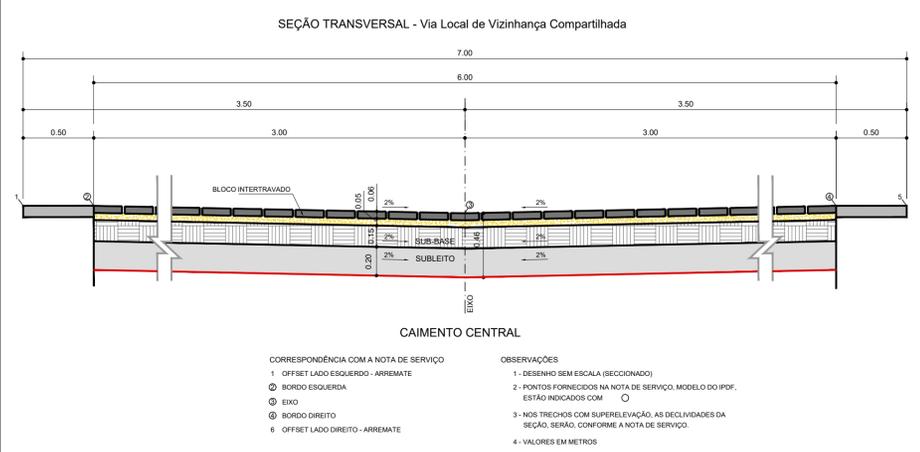
- Projeção: Universal Transversa de Mercator (SIRGAS 2000 - ZONA 23S)

00	EMISSÃO INICIAL	JUNHO/2025	
REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA	VISTO



PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTO - TIPOS DE PAVIMENTO

INF 009/18	SOL NASCENTE - PÔR DO SOL - RA XXXII BRASILIA - DF SOL NASCENTE - PÔR DO SOL	FOLHA: 02/02
PLANTA GERAL E SEÇÕES TIPO	DATA: MAIO/2025	ASSESSOR (A) - REVISÃO:
ESCALA: INDICADA	SIRGAS/2000	COORDENADOR (A) - VISTO:
RESPONSÁVEL TÉCNICO: Genário Novaes CREA - 30816/D MG	CHEFE DA UNIDADE - APROVO:	



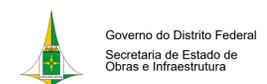
CAIMENTO CENTRAL

- CORRESPONDÊNCIA COM A NOTA DE SERVIÇO**
- 1 - OFFSET LADO ESQUERDO - ARREIMATE
 - 2 - BORDO ESQUERDA
 - 3 - EIXO
 - 4 - BORDO DIREITO
 - 5 - OFFSET LADO DIREITO - ARREIMATE
- OBSERVAÇÕES**
- 1 - DESENHO SEM ESCALA (SECCIONADO)
 - 2 - PONTOS FORNECIDOS NA NOTA DE SERVIÇO, MODELO DO IPDF, ESTÃO INDICADOS COM ○
 - 3 - NOS TRECHOS COM SUPERELEVADO, AS DECLIVIDADES DA SEÇÃO, SERÃO, CONFORME A NOTA DE SERVIÇO.
 - 4 - VALORES EM METROS

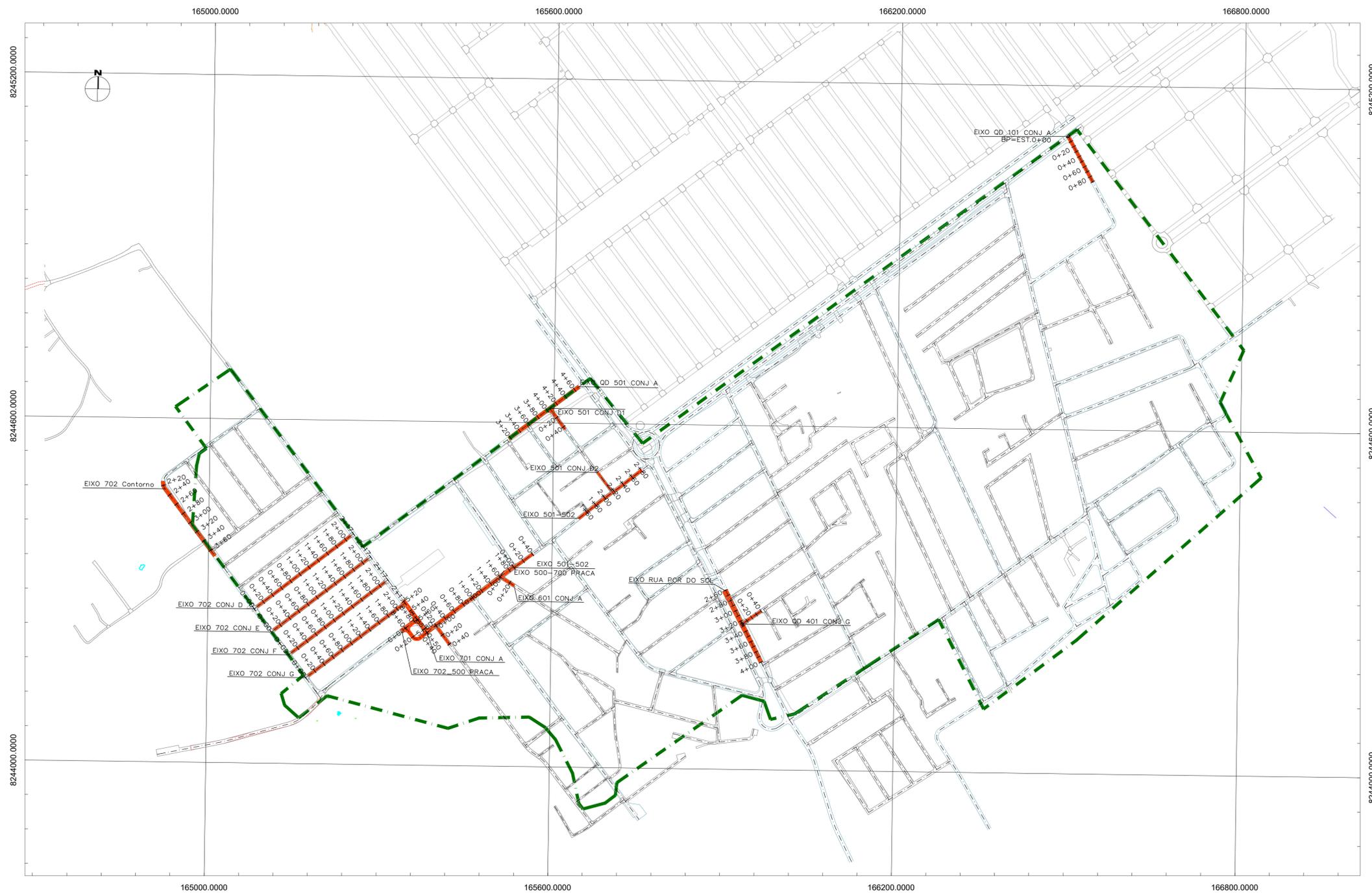
CONSUMOS MÉDIOS

ESCAVAÇÃO	40,65m³/m²
CONCRETO f _{cd} 11 MPa	0,63m³/m²
FORMAS DE MADEIRA COMUM	0,63m³/m²

- CORRESPONDÊNCIA COM A NOTA DE SERVIÇO**
- 1 - OFFSET LADO ESQUERDO
 - 2 - LATERAL ESQUERDA
 - 3 - BORDO ESQUERDO
 - 4 - EIXO
 - 5 - BORDO DIREITO
 - 6 - LATERAL DIREITA
 - 7 - OFFSET LADO DIREITO
- OBSERVAÇÕES**
- 1 - DESENHO SEM ESCALA (SECCIONADO)
 - 2 - PONTOS FORNECIDOS NA NOTA DE SERVIÇO, MODELO DO IPDF, ESTÃO INDICADOS COM ○
 - 3 - NOS TRECHOS COM SUPERELEVADO, AS DECLIVIDADES DA SEÇÃO, SERÃO, CONFORME A NOTA DE SERVIÇO.
 - 4 - VALORES EM METROS



9.7 Anexo VII - Planta de Eixos com Reforço



LEGENDA:

- - - Poligonal URB 009/18 Rev. Outubro/2022
- Trechos com Necessidade de Reforço

QUADRA	CONJUNTO	ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL
702	Contorno	2+10	3+70
702	D		TODO
702	E		TODO
702	F		TODO
702	G		TODO
702	PRAÇA		TODO
701	A	5+20	5+80
601	A	0+00	0+30
500-700	PRAÇA		TODO
501-502		0+00	0+40
501-502		1+40	2+80
501	D2		TODO
501	D1	0+00	0+45
501	A	3+20	4+70
RUA POR DO SOL		2+60	4+00
401	G	0+00	0+40
101	A	0+00	0+90

NOTAS:

- Projeção: Universal Transversa de Mercator (SIRGAS 2000 - ZONA 23S)

00	EMISSÃO INICIAL	JUNHO/2025
REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA VISTO



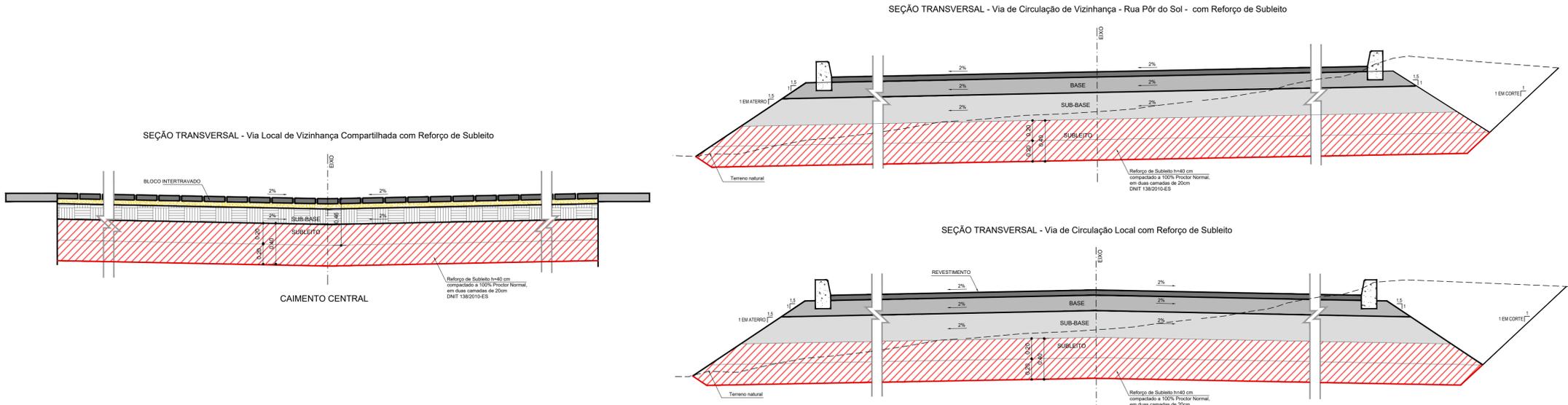
PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTO - EIXOS COM REFORÇO

INF 009/18 SOL NASCENTE - PÔR DO SOL - RA XXXII BRASÍLIA - DF SOL NASCENTE - PÔR DO SOL FOLHA: 01/02

PLANTA GERAL E SEÇÕES TIPO	DATA: MAIO/2025	ASSESSOR (A) - REVISÃO:	COORDENADOR (A) - VISTO:
ESCALA: INDICADA	SIRGAS/2000		
RESPONSÁVEL TÉCNICO: Genildo Novais CREA - 30816/D MG		CHEFE DA UNIDADE - APROVO:	



SOL NASCENTE - PÔR DO SOL - RA XXXII Kr = 1,0008464



9.8 Anexo VIII – Quadro de Distância de Transporte

DMT

2	Insumos	Origem-Destino	Origem		Destino		Distância Média de Transporte				
			Fornecedor	Município	Local	Município	LN	RP	Pav Fixo	Pav Var	ToTal
1	Materiais Pétreos para o Canteiro										
1.1	Areia Média e Grossa	Fornecedor x Canteiro	Lemos Areia Cascalho	Brasília - DF	Canteiro	Brasília - DF			20,90		20,90
1.2	Pó de Pedra	Fornecedor x Canteiro	Ciplan Cimento	Sobradinho - DF	Canteiro	Brasília - DF			52,90		52,90
1.3	Pedrisco	Fornecedor x Canteiro	Ciplan Cimento	Sobradinho - DF	Canteiro	Brasília - DF			52,90		52,90
1.4	Brita 01	Fornecedor x Canteiro	Ciplan Cimento	Sobradinho - DF	Canteiro	Brasília - DF			52,90		52,90
1.5	Brita 02	Fornecedor x Canteiro	Ciplan Cimento	Sobradinho - DF	Canteiro	Brasília - DF			52,90		52,90
1.6	Pedra de Mão	Fornecedor x Canteiro	Ciplan Cimento	Sobradinho - DF	Canteiro	Brasília - DF			52,90		52,90
2	Insumos										
2.1	Cimento	Fornecedor x Canteiro	Ciplan Cimento	Sobradinho - DF	Canteiro	Brasília - DF			52,90		52,90
2.2	Cal Hidratada	Fornecedor x Canteiro	Ciplan Cimento	Sobradinho - DF	Canteiro	Brasília - DF			52,90		52,90
3	Usina										
3.1	CBUQ	Usina x Pista	Petroenge	Sobradinho - DF	Pista	Brasília - DF			27,00		27,00
3.2	BGS	Usina x Pista	Ciplan Cimento	Sobradinho - DF	Pista	Brasília - DF			52,90		52,90
4	Jazida										
4.1	Jazida Cascalheira Terra Nova	Jazida x Pista	Jazida Terra Nova	Luziânia - GO	Pista	Brasília - DF			35,60		35,60
5	Materiais Betuminosos										
5.1	CAP50/70	Fornecedor x Canteiro	Petrobrás Regap-MG	Betim-MG	Canteiro	Brasília - DF			734,00		734,00
5.2	EAI	Fornecedor x Canteiro	Paulínea-SP	Paulínea-SP	Canteiro	Brasília - DF			898,00		898,00
5.3	RR1C	Fornecedor x Canteiro	Aparecida de Goiania	Aparecida de Goiania	Canteiro	Brasília - DF			214,00		214,00

9.9 Anexo IX – Quadro Quantidades

Regularização do SubLeito	m2	1,00						1,14	1,14
Reforço do Sub-leito	m3	1,00	0,40	0,40				94,51	37,80
Transporte de Material para Reforço	m3 x km			0,40		35,60	14,24		
Sub Base de Solo Brita 70/30	m3	1,00	0,26	0,26				147,36	38,31
Transporte de Material para Sub Base	m3 x km			0,26		40,79	10,61		
Base de Brita Graduada Simples	m3	1,00	0,15	0,15				306,14	45,92
Transporte de Material para Base	m3 x km			0,15		-	-		
Imprimação com EAI	m2	1,00						0,42	0,42
Pintura de Ligação com RR1C	m2	1,00						0,29	0,29
CBUQ Faixa de Rolamento	t	1,00	0,050	0,050	0,12			311,52	37,38
Transporte de CBUQ Usina Pista	t x km				0,12	-	-		
Aquisição de CAP50/70	t				0,00720			4.548,99	32,75
Aquisição de EAI	t				0,0013			3.388,74	4,41
Aquisição de RR-1C	t				0,00045			3.368,62	1,52
Transporte de CAP 50/70	t				0,00720			568,57	4,09
Transporte de Emulsão Asfáltica para Imprimação					0,00130			690,63	0,90
Transporte de Emulsão Asfáltica RR-1C	t				0,00045			214,72	0,10
Pavimento de Blocos Intertravados									151,50
Regularização do SubLeito	m2	1,00						1,14	1,14
Reforço do Sub-leito	m3	1,00	0,40	0,40				94,51	37,80
Transporte de Material para Reforço	m3 x km			0,40		35,60	14,24		
Sub Base de Solo Estabilizado Granulometricamente	m3	1,00	0,15	0,15				94,51	14,18
Transporte de Material para Sub Base	m3 x km			0,15		35,60	5,34		
Camada de Areia Grossa (e=5,0cm)	m3	1,00	0,05	0,05				169,44	8,47
Transporte de Areia	m3 x km			0,05		20,90	1,05		
Blocos Intertravados 35 Mpa e=6cm	m2	1,00						89,91	89,91

Termo de Encerramento

Brasília, 10 de junho de 2025.

A

Secretaria de Estado de Obras do Distrito Federal – SODF
Setor de Áreas Públicas, Lote “B”, Bloco “A15, Complexo da
Brasília/DF

Ref.: Contrato nº 017/2024 - SODF
Processo Nº 00110-0001440/2023-03
Produto 3.3 Projeto Executivo de Pavimento

Prezados Senhores,

Declaramos que este volume contendo o **Produto 3.3 Projeto Executivo de Pavimento**, é composto de 46 folhas, inclusive esta.



Consórcio AeT-VOLAR
Thiago Peixoto Novais
Representante Legal da Volar Engenharia
CREA 147293/D-MG