

# **DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

CÉU AZUL/PR

**MARINGÁ – 2022**



**(44) 3040-1840**



**contato@solidiplan.com.br**



**Av. Prudente de Moraes, nº 601  
Mezanino - Zona 07 - Maringá/PR**


## 1. INTRODUÇÃO

O presente memorial tem como objetivo apresentar as metodologias e resultados dos estudos realizados, para as ruas Belo Horizonte, Bento Gonçalves, Colombo, Salvador e Edivina Salete Zaura, localizadas no Município de Céu Azul – PR.

Os dados obtidos obedecerão às normas do DER, DNIT e às normas da ABNT.

Na Figura 01 é indicada a locação das sondagens.

Figura 01 – Localização das Sondagens.

 <b>BOLETIM DE SONDAGEM</b>					
FURO	LOCALIZAÇÃO	PROF.	COORDENADAS		
			X	Y	-
1	RUA BELO HORIZONTE	0,20 A 1,65	25°08.425"	053°50.834"	
2	RUA BELO HORIZONTE	0,20 A 1,50	25°08.515"	053°50.907"	
3	RUA BENTO GONÇALVES	0,20 A 1,50	25°08.999"	053°51.219"	
4	RUA BENTO GONÇALVES	0,20 A 1,50	25°08.929"	053°51.303"	
5	RUA BELO HORIZONTE	0,20 A 1,50	25°08.954"	053°51.350"	
6	RUA COLOMBO	0,10 A 0,65 - 0,65 ABAIXO LAJE DE PEDRA	25°09.007"	053°51.418"	
7	RUA SÃO SALVADOR	0,20 A 1,50	25°09.032"	053°51.530"	
8	RUA EDIVINA SALETE ZAURA	0,20 A 1,50	25°09.162"	053°51.506"	

## Estudo geotécnico

O Estudo Geotécnico objetivou o detalhamento das condições do subleito, visando à caracterização qualitativa e quantitativa das condicionantes e problemas geotécnicos existentes, para fins de dimensionamento do pavimento. Para o estudo

geotécnico do presente trecho, foi previsto coleta de amostra para ensaios laboratoriais de caracterização e compactação com determinação do ISC.

### **Metodologia**

A metodologia empregada no desenvolvimento dos Estudos Geotécnicos constou das seguintes etapas de trabalho:

- Inspeção de campo;
- Reconhecimento das fontes de materiais locais;
- Elaboração de programação de sondagem;
- Execução de sondagens, coletas de amostras e ensaios “in situ”;
- Execução dos ensaios de laboratório, com as amostras coletadas do subleito.

### **Estudos do Subleito**

As amostras coletadas foram processadas no laboratório, tendo sido executados ensaios de granulometria por peneiramento, limite de liquidez, limite de plasticidade, compactação, expansão e I.S.C. Foram realizados os seguintes ensaios:

- Análise granulométrica simples;
- Curva granulométrica;
- Limite de Plasticidade e Liquidez;
- Ensaio de compactação;
- Ensaio de expansibilidade;
- Ensaio de ISC.

### **Conclusões**

Foram coletadas 08 amostras seguindo a normativa, e para chegar-se a um CBR de projeto usou como base as recomendações e formulas conforme a Instrução Geotécnica – IP 01/2004, da Prefeitura Municipal de São Paulo. E assim adotou-se para o dimensionamento das camadas deste projeto um  $ISC = 12,12$ .

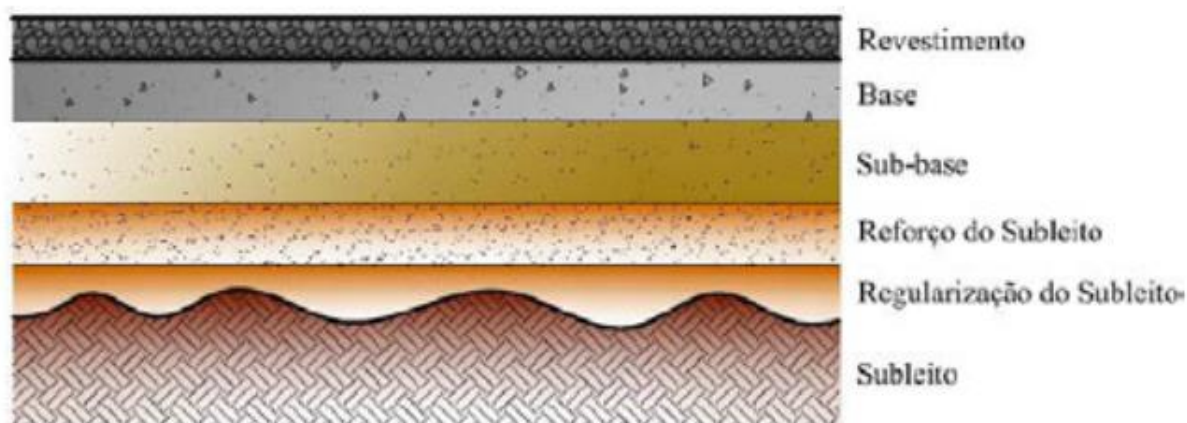
## 2. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO EM CAUQ

O pavimento é uma estrutura com uma ou mais camadas, com características para receber as cargas aplicadas na superfície e distribuí-las, de maneira que as tensões resultantes fiquem abaixo das tensões admissíveis dos materiais que constituem a estrutura.

### Camadas do Pavimento

O pavimento flexível e também a Pavimentação em CAUQ são tipo de pavimentação em que todas as camadas sofrem uma deformação elástica sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas. A Figura 02 ilustra todas as camadas possíveis para a estrutura de um pavimento flexível.

Figura 02 – Camadas do Pavimento



Todas as camadas têm a função de resistir e distribuir os esforços verticais, com exceção do subleito que deve absorver definitivamente esses esforços. Quanto mais superior estiver a camada, maiores serão as suas características tecnológicas na medida em que maiores serão as solicitações incidentes.

### Subleito



(44) 3040-1840



contato@solidiplan.com.br



Av. Prudente de Moraes, n° 601  
Mezanino - Zona 07 - Maringá/PR

É o terreno de fundação do pavimento. A camada próxima da superfície (aprox. 1,5m de prof.) é considerada subleito, pois, à medida que se aprofunda no maciço, as pressões exercidas pelo tráfego são reduzidas a ponto de serem consideradas desprezíveis.

### **Regularização do Subleito**

É a camada de espessura irregular, construída sobre o subleito e destinada a conformá-lo, transversal e longitudinalmente, de acordo com o projeto geométrico. Deve ser executada preferencialmente em aterro evitando cortes em material já compactado pelo tráfego de anos e substituição de uma camada já compactada naturalmente por outra a ser compactada. O preparo do subleito pode comprometer todo o trabalho de pavimentação, caso não seja executado corretamente, principalmente com relação ao grau de compactação exigido.

### **Sub-base**

Camada complementar à base, quando, por circunstâncias técnicas e econômicas, não for aconselhável construir a base diretamente sobre a regularização ou reforço do subleito. A sub-base, além de funções estruturais, apresenta outras secundárias como:

- Prevenir a intrusão ou bombeamento do solo (que depende da frequência de cargas pesadas, presença de solo de granulometria fina que possa ser carregado pela água e presença de água livre no pavimento, geralmente oriunda de infiltrações) do subleito na base, levando o pavimento à ruína;
- Prevenir o acúmulo de água livre no pavimento;
- Proporcionar uma plataforma de trabalho para os equipamentos pesados utilizados na fase de construção do pavimento.

A sub-base deve ter: estabilidade, capacidade de suporte, ótima capacidade drenante e reduzida suscetibilidade às variações volumétricas. Tem sido mais frequente o emprego de materiais granulares ou estabilizados na sub-base.



(44) 3040-1840



contato@solidiplan.com.br



Av. Prudente de Moraes, n° 601  
Mezanino - Zona 07 - Maringá/PR

## **Base**

É a camada destinada a resistir aos esforços verticais oriundos do tráfego e distribuí-los.

A base deve reduzir as tensões de compressão no subleito e na sub-base a níveis aceitáveis, de modo a minimizar ou eliminar as deformações de consolidação e cisalhamento no subleito e/ou sub-base.

Além disso, deve garantir que a magnitude das tensões de flexão no revestimento não o leve ao trincamento prematuro. Portanto, as especificações para os materiais dessa camada são mais rigorosas em termos de resistência, plasticidade, graduação e durabilidade.

## **Revestimento**

É a camada final do pavimento, fica na superfície e recebe diretamente a ação do tráfego, tem como função melhorar a superfície de rolamento quanto às condições de conforto e segurança, além de resistir ao desgaste.

## **Revestimento em C.A.U.Q.**

É importante que os revestimentos sejam adequadamente compactados durante a construção, evitando-se defeitos posteriores como afundamento nas trilhas de rodas, desagregação e deterioração devido ao excesso de infiltração de água. É necessário cuidado na fixação da espessura do revestimento, pois representa a camada de maior custo unitário, com grande margem de diferença em relação às demais.

## **Dimensionamento do Pavimento**

O projeto de pavimento foi desenvolvido de acordo com os resultados dos ensaios de solo realizados em amostras coletadas *in situ*, com dimensionamento das camadas realizado através do método do D.N.E.R, que se baseia no valor do I.S.C. do solo e parâmetros de tráfego para determinação das espessuras das camadas do pavimento.



O método tem como base o trabalho “Desing of Flexible Paviments Considering Mixed Loads and Traffic Volume” da autoria de W.J. Turnbull, C.R. Foster e R.G. Ahlvin, do Corpo de Engenheiros do Exército os E.E.U.U. e conclusões obtidas na Pista experimental a AASHTO.

Relativamente aos materiais integrantes do pavimento, são adotados coeficientes de equivalência estrutural tomando por base os resultados obtidos na Pista Experimental da AASHTO, com modificações julgadas oportunas.

As recomendações para a composição do pavimento são:

- Os materiais do subleito devem apresentar uma expansão, medida no ensaio I.S.C., menor ou igual a 2% e um I.S.C.  $\geq 12\%$ ;
- Materiais para reforço do subleito, os que apresentam I.S.C. maior que o do subleito e expansão  $\leq 1\%$ ;
- Materiais para sub-base, os que apresentam I.S.C.  $\geq 60\%$ , I.G. = 0 e expansão  $\leq 1\%$ ;
- Materiais para base, os que apresentam: I.S.C.  $\geq 80\%$  e expansão  $\leq 0,5\%$ . Limite de liquidez  $\leq 25\%$  e Índice de plasticidade  $\leq 6\%$ ;
- Para os materiais para base granular a fração que passa na peneira n° 200 deve ser inferior a 2/3 da fração que passa na peneira n° 40. A fração graúda deve apresentar um desgaste Los Angeles igual ou inferior a 50;
- No caso de ocorrência de materiais com I.S.C. inferior a 10 é recomendado fazer a substituição do material por um de maior resistência, na espessura de pelo menos 1,00 m;
- As espessuras máximas e mínimas de compactação das camadas granulares são de 20,00 cm e 15,00 cm, respectivamente;
- A espessura construtiva mínima para a camada da base e sub-base é de 15,00 cm para cada camada.

Com a recomendação do Município de Céu Azul, para utilização de revestimento em CAUQ (concreto asfáltico usinado a quente) e através da análise das características do solo local, adotou-se inicialmente a seguinte constituição das seguintes camadas do pavimento:

- Revestimento em CAUQ;
- Base em camada granular;
- Sub-base em camada granular;

### **Coeficientes de equivalência estrutural – k**

Os coeficientes de equivalência estrutural considerados para cada camada do pavimento, de acordo com o tipo de material empregado, são indicados na Tabela 01.

Tabela 01 - Coeficiente de equivalência estrutural

<b>COMPONENTES DO PAVIMENTO</b>	<b>Coeficiente K</b>
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
<b>CAMADAS GRANULARES</b>	<b>1,00</b>
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,70
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

### **Parâmetros de Tráfego**

Utilizando a contagem quantitativa e classificatória dos veículos que utilizam a via, adotou-se a classificação em tráfego leve para projeção futura de tráfego na via.



(44) 3040-1840















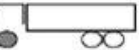







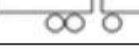
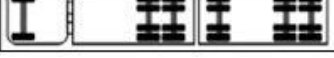
contato@solidiplan.com.br



Av. Prudente de Moraes, n° 601  
Mezanino - Zona 07 - Maringá/PR



Tabela 02 – Contagem de Veículos.

TIPO	EIXOS	REFERÊNCIA	QUANTIDADE
		ESRS - ESRS	90
		ESRS - ESRS	30
		ESRS - ESRS	15
		ESRS - ESRD	25
		ESRS - ESRS	
		ESRS - ESRD	15
		ESRS - ETD	40
		ESRS - ESRS - ETD	1
		ESRS - ESRD - ETD	2
		ESRS - ETD - ETT	2
		ESRS - ETD - ESRD - ETD	2

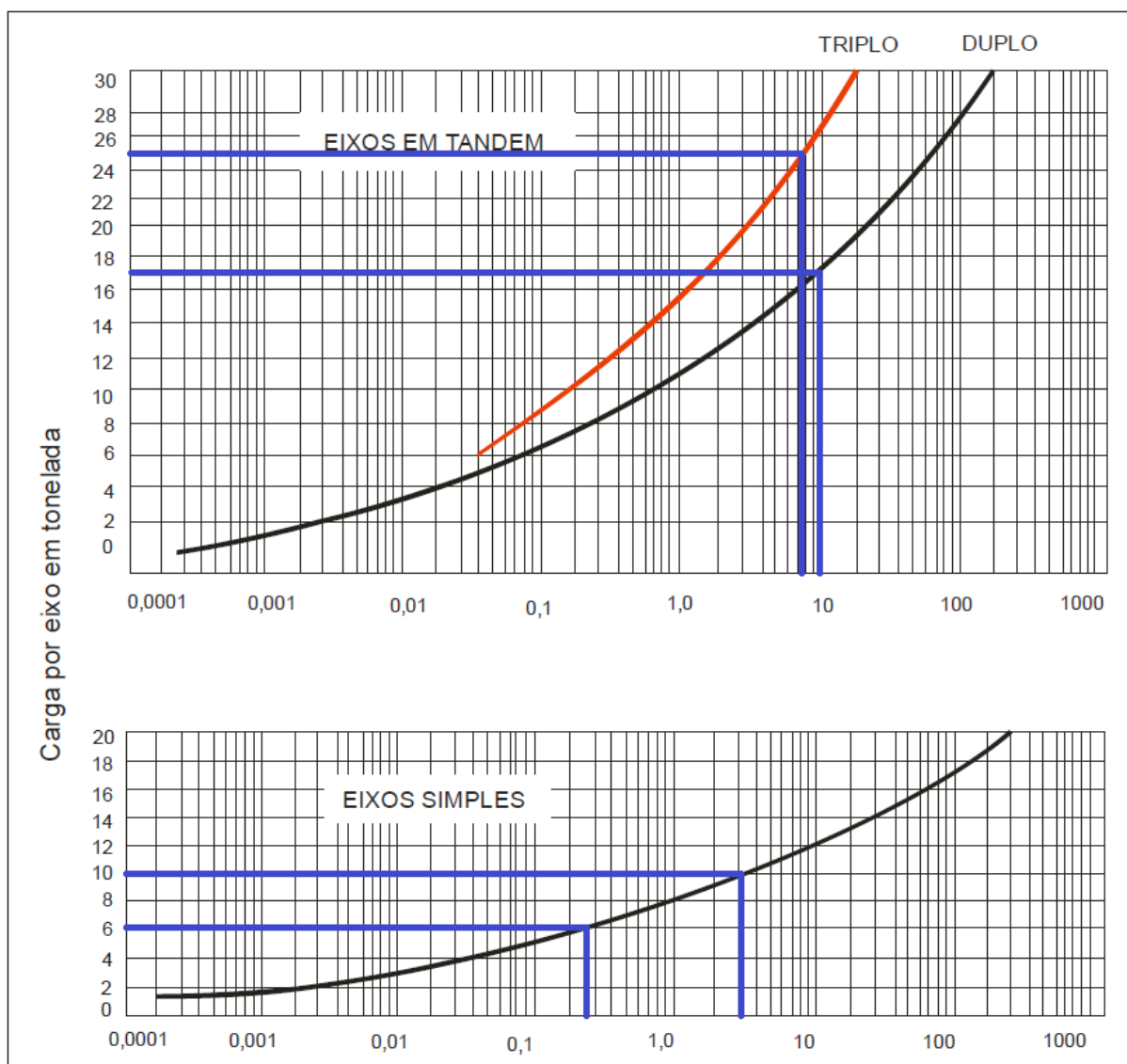
**Legenda:**

- ESRS – Eixo Simples Roda Simples – 6 Toneladas
- ESRD – Eixo Simples Roda Dupla – 10 Toneladas
- ETD – Eixo TANDEM Duplo – 17 Toneladas
- ETT – Eixo TANDEM Triplo – 25,5 Toneladas

Para se obter o Fator de Veículos (F.V.) utilizamos o método do DNER, onde se utiliza do gráfico abaixo para se ter o valor de Fator Equivalente de Operação para

cada tipo de veículo e sua tonelada.

Gráfico 01 -Fator Equivalente de Operação - DNER



Fonte: Manual de Pavimentação do DNIT (2006).

Tabela 03 – Fator Equivalente de Operação

TIPO DE VEÍCULO	FATOR EQUIVALENTE DE OPERAÇÃO				CONTAGEM SENTIDO > Nº DE VEÍCULOS (QUANTIDADE)	PORCENTAGEM	FATOR DE VEÍCULO (F.V)
	ESRS	ESRD	ETD	ETT			
2 ESRS	0,50				135	60,81	0,30
1 ESRS + 1 ESRD	0,25	3,00			40	18,02	0,59
1 ESRS + 1 ETD	0,25		9,50		40	18,02	1,76
2 ESRS + 1 ETD	0,50		9,50		1	0,45	0,05
1 ESRS + 1 ESRD + 1 ETD	0,25	3,00	9,50		2	0,90	0,11
1 ESRS + 1 ETD + 1 ETT	0,25		9,50	7,50	2	0,90	0,16
1 ESRS + 2 ETD + 1 ESRD	0,50	3,00	19,00		2	0,90	0,20
<b>TOTAL</b>					<b>222</b>	<b>100%</b>	<b>3,16</b>

1,79E+06

## Fator Climático Regional

Tabela 04 – Fator de Clima

ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO ANUAL (mm)	FATOR CLIMÁTICO REGIONAL (FR)
ATÉ 800	0,7
DE 800 A 1.500	1,4
MAIS QUE 1.500	1,8

O índice pluviométrico para o Município de Céu Azul foi definido como 1,4.

## Cálculo do Número “N”

$$N = 365 \cdot VDM \cdot P \cdot FV \cdot FR \cdot FD$$

Onde:

- VDM = Volume Diário Médio (Nº de veículos) – Estimado estatisticamente.
- P = Período do Projeto (vida útil, em anos, projetado para a via).
- FV = Fator de Veículos.
- FR = Fator Regional ou Climático.

- FD = Fator Direcional (50%)

- 

$$N = 365 \cdot 222 \cdot 10 \cdot 3,16 \cdot 1,4 \cdot 0,5$$

$$N = 1,79 \times 10^6$$

### Suporte do Subleito – I.S.C.

Os valores de I.S.C., obtidos nos estudos geotécnicos para cada classificação de materiais, foi verificada a ocorrência de materiais da classificação A-7-5 e A-7-6, (Solo argiloso de cor vermelha) com geral de I.S.C = 12,12 %

### Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso

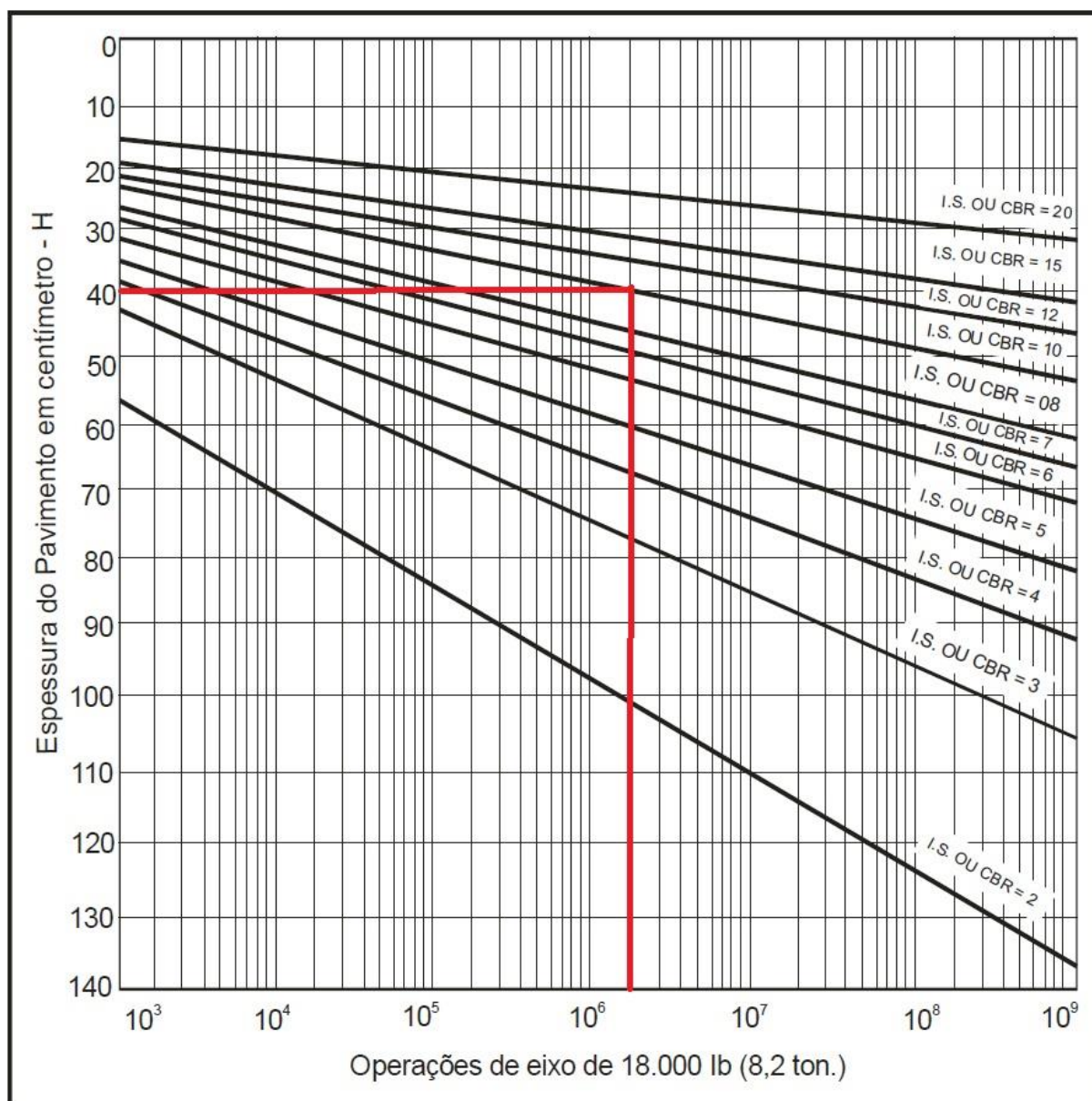
Em função do número N calculado a espessura mínima para o revestimento do pavimento será de 5,00 cm, conforme parâmetros apresentados na Tabela 05.

Tabela 05 – Espessura mínima de revestimento betuminoso

Número N	Espessura mínima de revestimento betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \cdot 10^6$	Concreto betuminoso com 5,00cm de espessura
$5 \cdot 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,50cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \cdot 10^7$	Concreto betuminoso com 10,00cm de espessura
$N > 5 \cdot 10^7$	Concreto betuminoso com 12,50cm de espessura

Fonte: Manual de Pavimentação do DNIT (2006).

Gráfico 02 – Dimensionamento de Pavimento



Fonte: Manual de Pavimentação do DNIT (2006).

### Resultado do Dimensionamento

Com o valor do I.S.C., e do número "N", foi obtido através do Gráfico 02, a espessura total do pavimento. Com as inequações abaixo foram dimensionadas as espessuras do pavimento.

$$(1) R.K_R + B.K_B \geq H_{20}$$

$$(2) R.K_R + B.K_B + h_{20}.K_S \geq H_n$$

Sendo:

- R = altura da camada de revestimento;
- B = altura da base;
- H<sub>20</sub> = espessura da base mais revestimento;
- h<sub>20</sub> = altura da sub-base;
- H<sub>n</sub> = espessura da base mais revestimento mais sub-base;
- h<sub>n</sub> = altura do reforço do subleito;
- H<sub>m</sub> = a espessura total de pavimento necessário para proteger um subleito de material com C.B.R. ou I.S.C.

### Camada de Base

Entrando no gráfico com os valores do número  $N=1,79 \cdot 10^6$  e I.S.C = 12,12% para cada faixa de classificação de material, resulta em  $H_{20}= 20$  cm e resolvendo a inequação abaixo temos:

$$(1) R.K_R + B.K_B \geq H_{20}$$

$$5 \cdot 2 + B \cdot 1 \geq 20$$

$$B \geq 10 \text{ cm}$$

Assim adotamos B com valor igual a 15cm.

### Camada de Sub-base

A camada de Sub-Base foi obtida para ISC superior ao do reforço do Subleito, entrando no gráfico com os parâmetros obtive  $H_n= 35$  cm, resolvendo a inequação temos:



$$(2) R.K_R + B.K_B + h_{20}.K_S \geq H_n$$

$$5 \cdot 2 + 15 \cdot 1 + h_{20} \cdot 1 \geq 35$$

$$h_{20} \geq 17,33\text{cm}$$

Desta forma adotamos  $h_{20} = 20\text{cm}$ .

Utilizando os parâmetros mencionados, foi dimensionado o pavimento, sendo as espessuras, conforme Tabela 05 - Espessura mínima de revestimento betuminoso e Gráfico 02 – Dimensionamento do método DNER:

- Sub-base em Rachão 4A, travado com pó de pedra = 20,00 cm;
- Base em Brita Graduada = 15,00 cm;
- Revestimento CAUQ = 5,00 cm

A espessura final do pavimento dimensionado para o trecho da via é indicada na Tabela 06. Na execução das camadas deverá ser utilizadas imprimação (EAI) na taxa de 1,2 l/m<sup>2</sup> e pintura de ligação (RR-1C) na taxa 0,5 l/m<sup>2</sup>, sendo o CAUQ na faixa C.

### Quadro Resumo da Estrutura do Pavimento

Tabela 06 – Quadro resumo da estrutura do pavimento

Camadas do Pavimento	Espessura Adotada (cm)	Material
Revestimento	5,0	CAUQ faixa "C"
Base	15	Brita Graduada
Sub-base	20	Rachão 4A, travado c/ pó

Imprimação	1,2 L/m <sup>2</sup>	Emulsão EAI
Pintura de ligação	0,5 l/m <sup>2</sup>	Emulsão asfáltica RR-1C

### 3. ESPECIFICAÇÕES E RECOMENDAÇÕES EXECUTIVAS

#### Regularização e Compactação do Subleito em 100% P.N.

Compreende o conjunto de operações que visa conformar a camada final de terraplanagem mediante cortes e/ou aterros de até 0,60m, conferindo-lhe condições adequadas em termos geométricos e de compactação.

Este serviço deve ser executado de acordo com as especificações de serviço DER/PR ES-P 01/05 – PAVIMENTAÇÃO: REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO.

#### Execução da Base e Sub-Base

Brita graduada é a camada de base ou sub-base, composta por mistura em usina de produtos de britagem, apresentando granulometria contínua, cuja estabilização é obtida pela ação mecânica do equipamento de compactação.

Estes serviços devem ser executados de acordo com as especificações de serviço DER/PR ES-P 05/18 – PAVIMENTAÇÃO: BRITA GRADUADA.

#### Imprimação com EAI

Imprimação: é a pintura asfáltica executada sobre a superfície de uma camada de base para promover certa coesão à superfície da camada pela penetração do ligante asfáltico aplicado, impermeabilizar e conferir condições adequadas de ligação entre a camada de base e a camada asfáltica a ser sobreposta. É aplicável em camadas de base de pavimentos flexíveis e também, em casos especiais indicados em projeto, em camadas de sub-base.

Este serviço deve ser executado de acordo com as especificações de serviço DER/PR ES-P 17/17 – PAVIMENTAÇÃO: PINTURAS ASFÁLTICAS

## **Pintura de Ligação RR-1C**

Pintura de ligação: é a pintura asfáltica executada com a função básica de promover a aderência ou ligação da superfície da camada pintada com a camada asfáltica a ser sobreposta. É aplicável em camadas de base, em camadas de ligação ou intermediárias de duas ou mais camadas asfálticas na construção de pavimentos flexíveis e ainda, sobre antigos revestimentos asfálticos, previamente à execução de um reforço, recapeamento e rejuvenescimento superficial com lama asfáltica, micro revestimento e reperfilagens com misturas asfálticas a frio ou a quente.

Este serviço deve ser executado de acordo com as especificações de serviço DER/PR ES-P 17/17 – PAVIMENTAÇÃO: PINTURAS ASFÁLTICAS

## **Revestimento**

Concreto asfáltico usinado a quente (CAUQ): é uma mistura asfáltica executada em usina apropriada, composta de agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente.

De acordo com a posição relativa e a função na estrutura, a mistura de concreto asfáltico deve atender as características especiais em sua formulação, recebendo geralmente as designações a seguir apresentadas.

- Camada de rolamento ou simplesmente "capa asfáltica": camada superior da estrutura destinada a receber diretamente a ação do tráfego. A mistura empregada deve apresentar estabilidade e flexibilidade compatível com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego. A este respeito, observar as recomendações contidas no Manual de Execução do DER/PR;
- Camada de ligação: camada posicionada imediatamente abaixo da "capa". Apresenta, em relação à mistura utilizada para camada de rolamento, diferenças de comportamento, decorrentes do emprego de agregado de maior diâmetro máximo, existência de maior percentagem de vazios, menor consumo

de "filler" (quando previsto) e de ligante;

Este serviço deve ser executado de acordo com as especificações de serviço DER/PR ES-P 21/17 – PAVIMENTAÇÃO: CONCRETO ASFÁLTICO USINADO À QUENTE.

### **CONTROLE TECNOLÓGICO DAS OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO**

Deverá ser realizado, pela empresa executora, o controle tecnológico da execução das obras de pavimentação asfáltica, que devem ser apresentados como critério para medição da execução das camadas dos pavimentos.

#### **Regularização e Compactação do Subleito**

A regularização do subleito dos pavimentos dimensionados para as vias será constituída do próprio solo do subleito, localizado abaixo das profundidades de escavações indicadas. Para assegurar a qualidade da camada de subleito deverá ser realizado o controle dos materiais e da execução, realizando os ensaios descritos na NORMA DNIT 137/2010 – ES, conforme indicados abaixo.

#### **Controle dos Materiais:**

- Ensaios de caracterização do material espalhado na pista, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra, para cada 200 m de pista ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida, a critério da Fiscalização, para uma amostra por segmento de 400m de extensão, no caso de materiais homogêneos;
- Ensaios de compactação pelo método DNER-ME 129/94, para o material coletado na pista, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra para cada 200 m de pista ou jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida a critério da Fiscalização, para uma amostra por segmento de 400m de extensão, no caso de materiais homogêneos;
- Ensaios de Índice de Suporte Califórnia (ISC) e Expansão, pelo método

DNER-ME 049/94, com energia de compactação, para o material coletado na pista, a cada 400m em locais escolhidos aleatoriamente, onde foram retiradas amostras para o ensaio de compactação. A frequência destes ensaios pode ser reduzida, a critério da Fiscalização para uma amostra a cada 800m de extensão, no caso de materiais homogêneos;

- A frequência indicada para a execução de ensaios é a mínima aceitável. Para pistas de extensão limitada, com área de até 4.000m<sup>2</sup>, devem ser coletadas pelo menos 5 amostras, para execução do controle dos insumos.

### **Controle da Execução:**

- Ensaio de umidade higroscópica do material (DNER-ME 052/94 ou DNER-ME 088/94), imediatamente antes da compactação, para cada 100m de pista a ser compactada, em locais escolhidos aleatoriamente. A tolerância admitida para a umidade higroscópica deve ser de  $\pm 2\%$  em relação à umidade ótima;
- Ensaio de massa específica aparente seca “in situ” (DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 036/94) em locais escolhidos aleatoriamente. Para pistas de extensão limitada, com volumes de, no máximo, 1.250m<sup>3</sup> de material, devem ser feitas, pelo menos, cinco determinações para o cálculo de grau de compactação (GC);
- O cálculo de grau de compactação deve ser realizado utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca “in situ” obtida na pista. Não devem ser aceitos valores de grau de compactação inferiores a 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no laboratório.

### **Sub-base e Base**

Deverá ser realizado na obra o controle dos materiais e da execução das camadas de sub-base e base.

## **Materiais**

- Ensaios de granulometria (DNER-ME 080/94) e de equivalente de areia (DNER-ME 054/98) do material espalhado na pista, em locais determinados aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada, para cada 300m de pista. Na usina de solos deve ser coletado o mesmo número de amostras, na saída do misturador;
- Ensaios de compactação (DNER-ME 129/94), com energia indicada no projeto, adotando-se no mínimo a do Proctor Modificado, com material coletado na pista em locais definidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada, para cada 300m de pista. Na usina de solos deve ser coletado o mesmo número de amostras, na saída do misturador;
- Ensaios de Índice Suporte Califórnia, ISC e expansão (DNER-ME 049/94), na energia de compactação indicada no projeto para o material coletado na pista, em locais definidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada, para cada 300m de pista, ou por camada por jornada diária de trabalho. Na usina de solos, deve ser coletado o mesmo número de amostras, na saída do misturador.

## **Execução**

- Ensaio de umidade higroscópica do material (DNER-ME 052/94 e DNER-ME 088/94), imediatamente antes da compactação, por camada, para cada 100m de pista a ser compactada, em locais aleatórios. A tolerância admitida para a umidade higroscópica é de  $\pm 1,0\%$  em relação à umidade ótima;

Ensaio de massa específica aparente seca “in situ” (DNER-ME 092/94 e DNER-ME 036/94) para cada 100m de pista, por camada, em locais definidos aleatoriamente. Devem ser feitas, pelo menos, 5 determinações por camada para o cálculo do grau de compactação, GC;

- Os cálculos de grau de compactação devem ser realizados utilizando-



se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca “in situ” obtida na pista.

### **Imprimação com EAI**

Deverá ser realizado na obra o controle dos materiais e da execução das camadas de imprimação com asfalto diluído conforme NORMA DNER-ES 307/97.

### **Materiais**

- Para todo carregamento que chegar à obra:
  - 1 ensaio de viscosidade cinemática a 60°C (ABNT NBR 14756);
  - 1 ensaio do ponto de fulgor e combustão (vaso aberto TAG) (ABNT NBR 5765).

- Para cada 100t:
  - 1 ensaio de viscosidade Saybolt Furol (ABNT NBR 14491), no mínimo em 3 temperaturas, para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura;
  - 1 ensaio de destilação para os asfaltos diluídos (ABNT NBR 14856), para verificação da temperatura.

A temperatura do ligante asfáltico deve ser medida no caminhão distribuidor imediatamente antes de qualquer aplicação, a fim de verificar se satisfaz ao intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade x temperatura.

- Taxa de Aplicação (T)

O controle da quantidade do ligante asfáltico aplicado deve ser efetuado aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de massa (P1) e área (A) conhecidas, na pista onde está sendo feita a aplicação. O ligante asfáltico é coletado na bandeja na passagem do carro distribuidor.

Com a pesagem da bandeja depois da cura total (até massa constante) do ligante asfáltico coletado (P2) se obtém a taxa de aplicação do resíduo (TR) da seguinte

forma:

$$TR = (P2 - P1) / A \quad (14)$$

A partir da taxa de aplicação do resíduo (TR) se obtém a Taxa de Aplicação (T) do material asfáltico, em função da porcentagem de resíduo verificada no ensaio de laboratório, quando do recebimento do correspondente carregamento do ligante asfáltico. Para trechos de imprimação de extensão limitada ou com necessidade de liberação imediata, com área de no máximo 4.000 m<sup>2</sup>, devem ser feitas 5 determinações de T, no mínimo, para controle.

### **Pintura de Ligação RR-1C**

Deverá ser realizado na obra o controle dos materiais e da execução das camadas de Pintura de Ligação conforme descrito abaixo:

#### **Materiais**

- O ligante betuminoso deverá ser examinado em laboratório, obedecendo a metodologia indicada pelo DNER e satisfazer as especificações em vigor. Para todo carregamento que chegar à obra deverão ser executados os seguintes ensaios da emulsão:
- Ensaio de Viscosidade "Saybolt-Furol" a 50 °C (DNER-ME 004);
- Ensaio de Viscosidade "Saybolt-Furol" a 50 °C (DNER-ME 004) a diferentes temperaturas para estabelecimento de relação viscosidade x temperatura;
- Ensaio de resíduo por evaporação (ABNT NBR 6568);
- Ensaio de peneiramento (DNER-ME 005);
- Ensaio de carga de partícula (DNER-ME 002);
- Deverá ser executado ensaio de sedimentação para emulsão, para cada 100 t (DNER-ME 006);

#### **Execução**



(44) 3040-1840



contato@solidiplan.com.br



Av. Prudente de Moraes, n° 601  
Mezanino - Zona 07 - Maringá/PR

- Temperatura

A temperatura do ligante betuminoso deve ser medida no caminhão distribuidor, imediatamente antes da aplicação, afim de verificar se satisfaz o intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade x temperatura.

- Taxa de Aplicação (T)

O controle da quantidade do ligante asfáltico aplicado deve ser efetuado aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas de peso e área conhecidos, na pista onde está sendo feita a aplicação. Por intermédio de pesagens, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade de ligante aplicada (taxa de aplicação – T).

Para trechos de pintura de ligação de extensão limitada, ou com necessidade de liberação imediata, com área de no máximo 4000 m<sup>2</sup>, deverão ser feitas cinco determinações para o controle.

## **Revestimento**

Deve ser executado o controle tecnológico com no mínimo os ensaios abaixo especificados.

- Ensaio MARSHALL – apresentar projeto especificações da massa antes de iniciar o revestimento;
- Extração de amostra do revestimento – DNIT (ME138/94) e (053/94) – CAUQ mínimo duas amostras por rua (determinar a espessura da amostra, resistência à tração por compressão diametral e teor de betumes);
- Verificar a temperatura da mistura, para todas as cargas, no momento da distribuição na pista e rolagem. A temperatura da mistura não deve ser inferior a 120°C. DER (ES-P 21-05 CAUQ). Todo laudo técnico deverá vir acompanhado de ART, conforme estabelece o CREA-PR.

Qualquer outro teste ou análise de especificação de materiais e serviços, poderá

ser solicitado pela Fiscalização Municipal ou pelo Órgão fiscalizador, no momento que julgarem necessário, para o acompanhamento da obra e avaliação de aceitação dos serviços.

*A empresa executora das obras deverá realizar todos os ensaios de controle tecnológico dos materiais e execução dos serviços de pavimentação asfáltica e apresentar os laudos com os resultados para medição e aceitação dos serviços.*

#### ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Segue em anexo anotação de responsabilidade técnica dos projetos e orçamentos.

MARINGÁ 02 DE MAIO DE 2022.

---

**SOLIDIPLAN ENGENHARIA LTDA**

**CNPJ: 13.248.873/0001-60**

**FABIANO MATIAS**

**CREA - PR 151615/D**



# ART

## CÉU AZUL/PR



(44) 3040-1840



[contato@solidiplan.com.br](mailto:contato@solidiplan.com.br)



Av. Prudente de Morais, nº 601  
Mezanino - Zona 07 - Maringá/PR



1. Responsável Técnico

**FABIANO MATIAS**

Título profissional:

**ENGENHEIRO CIVIL**

Empresa Contratada: **SOLIDIPLAN ENGENHARIA LTDA**

RNP: **1715108310**

Carteira: **PR-151615/D**

Registro/Visto: **61420**

2. Dados do Contrato

Contratante: **MUNICÍPIO DE CÉU AZUL**

CNPJ: **76.206.473/0001-01**

AVENIDA NILO UMBERTO DEITOS, 1426

PREFEITURA MUNICIPAL CENTRO - CEU AZUL/PR 85840-000

Contrato: **CONTRATO Nº**  
**19/2022**

Celebrado em: **18/02/2022**

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira**

3. Dados da Obra/Serviço

RUA BELO HORIZONTE, S/Nº

BRO IGUAÇU - CEU AZUL/PR 85840-000

Data de Início: **18/02/2022**

Previsão de término: **18/05/2022**

Coordenadas Geográficas: **-25,144029 x -53,850429**

Finalidade: **Infra-estrutura**

Proprietário: **MUNICÍPIO DE CÉU AZUL**

CNPJ: **76.206.473/0001-01**

RUA BENTO GONÇALVES, S/Nº

CENTRO - CEU AZUL/PR 85840-000

Data de Início: **18/02/2022**

Previsão de término: **18/05/2022**

Coordenadas Geográficas: **-25,14851 x -53,855324**

Finalidade: **Infra-estrutura**

Proprietário: **MUNICÍPIO DE CÉU AZUL**

CNPJ: **76.206.473/0001-01**

RUA COLOMBO, S/Nº

CENTRO - CEU AZUL/PR 85840-000

Data de Início: **18/02/2022**

Previsão de término: **18/05/2022**

Coordenadas Geográficas: **-25,149932 x -53,857157**

Finalidade: **Infra-estrutura**

Proprietário: **MUNICÍPIO DE CÉU AZUL**

CNPJ: **76.206.473/0001-01**

RUA ADVINA SALETE ZAURA, S/Nº

CENTRO - CEU AZUL/PR 85840-000

Data de Início: **18/02/2022**

Previsão de término: **18/05/2022**

Coordenadas Geográficas: **-25,150427 x -53,856569**

Finalidade: **Infra-estrutura**

Proprietário: **MUNICÍPIO DE CÉU AZUL**

CNPJ: **76.206.473/0001-01**

RUA SALVADOR, S/Nº

CENTRO - CEU AZUL/PR 85840-000

Data de Início: **18/02/2022**

Previsão de término: **18/05/2022**

Coordenadas Geográficas: **-25,145565 x -53,853748**

Finalidade: **Infra-estrutura**

Proprietário: **MUNICÍPIO DE CÉU AZUL**

CNPJ: **76.206.473/0001-01**

4. Atividade Técnica

Execução

[Ensaio, Laudo] *de compactação de solos*

Quantidade

7,00

Unidade

UNID

[Ensaio, Laudo] *de ensaio físico de solos*

7,00

UNID

[Ensaio, Laudo] *de estudos geotécnicos*

7,00

UNID

[Ensaio] *de ensaio físico para controle tecnológico*

7,00

UNID

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

5. Observações

07 ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS ISC E 01 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

7. Assinaturas

8. Informações







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

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

**CREA-PR**

Página 2/2

**ART de Obra ou Serviço**  
**1720222313734**

Documento assinado eletronicamente por FABIANO MATIAS, registro Crea-PR PR-151615/D, na área restrita do profissional com uso de login e senha, na data 03/05/2022 e hora 13h17.

MUNICÍPIO DE CÉU AZUL - CNPJ: 76.206.473/0001-01

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

Acesso nosso site [www.crea-pr.org.br](http://www.crea-pr.org.br)  
Central de atendimento: 0800 041 0067



**CREA-PR**  
Conselho Regional de Engenharia  
e Agronomia do Paraná

Valor da ART: R\$ 88,78

Registrada em : 03/05/2022

Valor Pago: R\$ 88,78

Nosso número: 2410101720222313734



**CREA-PR**  
Conselho Regional de Engenharia  
e Agronomia do Paraná

