Projeto Executivo de Pavimentação Asfáltica

Rodovia Municipal Santos Cicchella: 733,00m
Rodovia Esmeraldina Teixeira Simões: 2.482,60m
Rodovia MR 427: 996,06m
Extensão Total: 4.211,66m

Investimento: R$ 6.554.186,41

Terraplenagem, Drenagem pluvial,
Pavimentação asfáltica,
Obras complementares
Sinalização horizontal e vertical

Prefeitura Municipal de Maracajá

CNPJ: 82.915.026/0001-24

Maracajá, novembro de 2025

Programa Estrada Boa Rural

Rodovia Municipal Santos Cicchella: 733,00m
Rodovia Esmeraldina Teixeira Simões: 2.482,60m
Rodovia MR 427: 996,06m



Projetos em perímetro urbano

Rodovia Municipal Santos Cicchella.....733,00m
Rodovia Esmeraldina Teixeira Simões.....330,00m
Total.....(25,24%) 1.063,00m²

Projetos em zona rural

Rodovia Esmeraldina Teixeira Simões.....2.152,60m
Rodovia MR 427.....996,06m
Total.....(74,76%) 3.148,66m²

Extensão total de projetos.....4.211,66m
Investimento.....R$ 6.554.186,41

Composição investimento

1 - Repasse do estado: R$ 2.603.219,97.....39,72%
2 - Financiamento (BRDE/BADESC): R$ 2.603.219,97.....39,72%
3 - Bens e serviços (Município): R$ 1.347.746,47.....20,56%

Item 1 da composição deste investimento seguem a regra do programa de R$ 1.250.000,00 por km.

Prefeitura Municipal de Maracajá

CNPJ: 82.915.026/0001-24

Maracajá, novembro de 2025

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO 4
1.1 - Requerente 4
1.2 - Identificação do Projeto e Local da Obra 4
1.3 - Responsável pelo Projeto 4
1.4 - Corpo Técnico Responsável 5
1.5 - Localização 5
2 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO 5
2.1 - Metodologia 5
2.2 - Aparelhos Utilizados 6
2.3 - Serviços Topográficos 6
2.4 - Interferências 7
2.5 - Projeto Geométrico 7
2.6 - Projeto de Terraplenagem 7
2.6.1 - Cortes, escavações e transporte 7
2.6.2- Equipamentos 8
2.6.3- Execução 8
2.6.4- Controle Tecnológico 9
2.6.5 - Aterros e Compactação 9
2.6.6- Controle Tecnológico 10
3 - ESTUDO HIDROLÓGICO 10
3.1 - Aspectos Hidrológicos 11
3.2 - Determinação da Vazão de projeto 11
3.3 - Coeficiente de Deflúvio (c) 12
3.4 - Período de Retorno 13
3.5 - Intensidade Média de Precipitação (i) 13
3.6 - Planilha de Cálculo 13
3.7 - Aspectos Hidráulicos 14
3.8 - Dimensionamento 14
3.9 - Execução da Obra 14
3.9.1 - Locação 14
3.9.2 - Escavação 15
3.9.3 - Reaterro 15
3.9.4 - A Instalação 15
3.9.5 – Corpo de bueiro simples tubular de concreto 15
3.9.6 - Boca de BSTC 15
4 – PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO ASFÁLTICO - DIMENSIONAMENTO 16
4.1 - Estudo de tráfego 16
4.2 - Cálculo do número N 17
4.3 - Fator de veículo 18
4.4 - Estrutura do pavimento (tipo) 18
4.5 - Dimensionamento do pavimento 18
4.6 - Espessura do Revestimento (R) - Concreto Betuminoso 21
5 - EXECUÇÃO DO PAVIMENTO EM CONCRETO ASFÁLTICO 21
5.1 - Regularização do Subleito 21
5.2 - Sub-Base em Macadame Seco 22
5.3 - Base de Brita Graduada Simples 22
5.4 - Imprimação 23
5.5 - Pintura de Ligação 24
5.6 - Revestimento Asfáltico 25
5.6.1 – Transporte de Concreto Betuminoso Usinado a Quente 26
6 - URBANIZAÇÃO DAS CALÇADAS 27
6.1 - Meios Fios e Passeios Públicos 27
6.2 - Preparação 27
7 - SINALIZAÇÃO 27
7.1 - Sinalização Vertical 27
7.2 - Sinalização Horizontal 27
8 - MEDIÇÃO 28
9 - PAGAMENTO 28
10 - CONSIDERAÇÕES FINAIS 28
11 - ANEXOS 28

1 - INTRODUÇÃO

As medidas propostas nesse trabalho visam promover execução da **Pavimentação da Rodovia Santos Cicchellla, Rodovia Esmeraldina Teixeira Simões e Rodovia MR-427, Bairro Espigão Grande, Maracajá/SC,** de modo técnico e economicamente viável, atendendo as exigências dos órgãos competentes, bem como as necessidades do requerente.

Para tanto, são apresentados os estudos realizados e as justificativas que embasam todos os projetos componentes deste trabalho, visando não apenas a implantação do referido projeto, como também a execução do mesmo com menor interferência possível às condições atuais da rodovia, mantendo assim a segurança dos usuários e executores da obra.

Todo o trabalho está registrado em relatórios e projetos, assim como seus arquivos fornecidos em meio digital.

1.1 - Requerente

Prefeitura municipal de Maracajá

CNPJ: 82.915.026/0001-24

Endereço: Avenida Getúlio Vargas, nº 530

Bairro: Centro, Maracajá/SC

CEP: 88.910-000

1.2 - Identificação do Projeto e Local da Obra

Local: Rodovia Santos Cicchellla, Rodovia Esmeraldina Teixeira Simões e Rodovia MR-427

Bairro: Espigão da Toca

Município: Maracajá/SC.

CEP: 88.915-000

1.3 - Responsável pelo Projeto

Prefeitura municipal de Maracajá

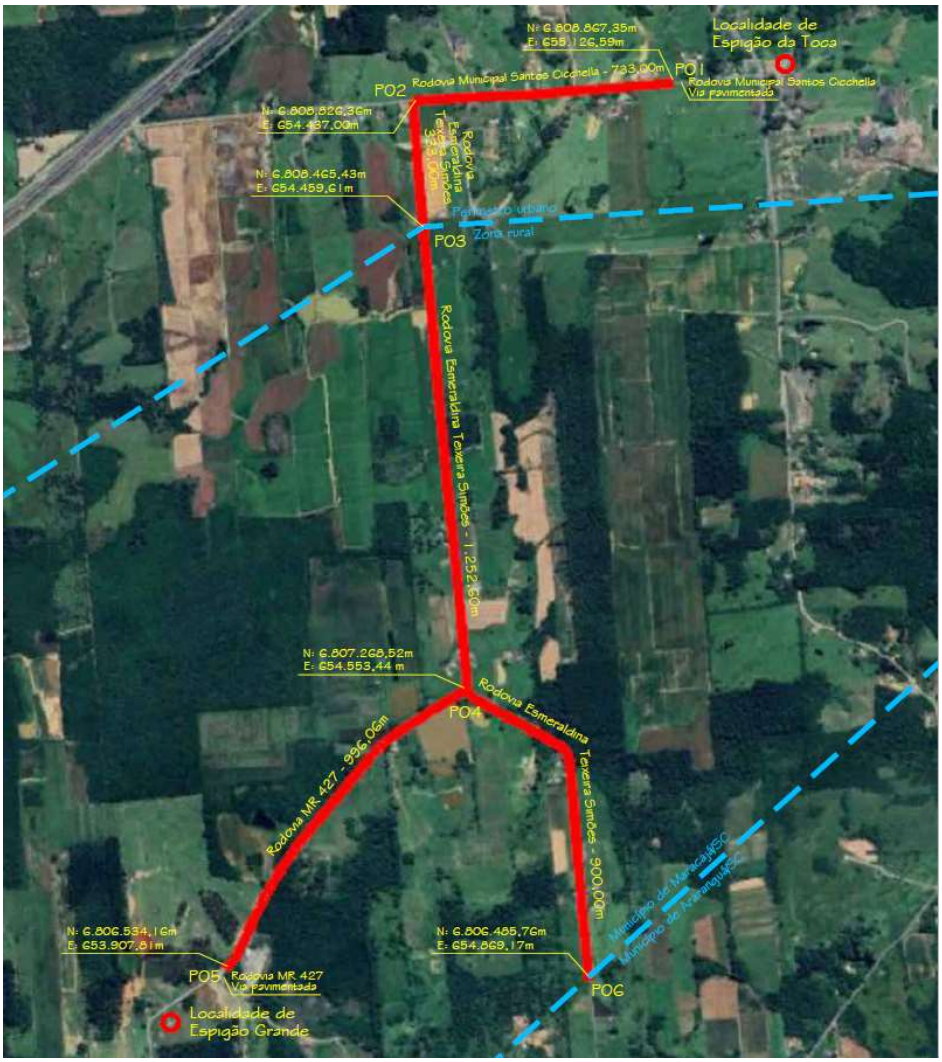
Avenida Presidente Getúlio Vargas, 530, Centro, CEP: 88.915-000, Maracajá/SC.

1.4 - Corpo Técnico Responsável

Engº Darcio Pagani Vieira – CREA/SC - 077.222-9

1.5 - Localização

A área de estudo está localizada da Rodovia Santos Cicchellla, Rodovia Esmeraldina Teixeira Simões e Rodovia MR-427, Bairro Espigão da Toca, Maracajá/SC, com coordenadas de latitude - 28°51'2.06"S e longitude - 49°24'56.97"O.



Mapa de Localização
Fonte: Google Earth

2 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

2.1 - Metodologia

O levantamento planialtimétrico foi realizado na faixa de domínio da Rodovia Santos Cicchellla na extensão de 733,00 metros, Rodovia Esmeraldina Teixeira Simões na

extensão de 2.482,60 metros e Rodovia MR-427 na extensão de 996,06 metros, Bairro Espigão da Toca, Maracajá/SC.

Para o detalhamento da região, tanto planimétrico como altimétrico, foi utilizada a metodologia que possibilitou representar da melhor maneira possível, a conformação do terreno.

2.2 - Aparelhos Utilizados

Foi utilizado um par de Receptores GPS Geodésico de dupla frequência (L1-L2) Topcon GR3 RTK, com 72 canais paralelos para sintonia de até 12 satélites simultaneamente; recepção e gravação de código C/A e portadora L1/ L2. Precisão diferencial de 5mm + 1 ppm no modo estático para distâncias de até 100 km; e precisão diferencial de 3mm + 2 ppm no modo RTK para distâncias de até 6 km modelo, largamente utilizado para levantamentos cadastrais em áreas urbanas e rurais.

O Sistema GPS (Global Positioning System – Sistema de Posicionamento Global) é composto de 24 satélites que estão a uma órbita de aproximadamente 20200 km de altitude.

Através da Geometria Analítica é possível determinar o posicionamento de pontos com Coordenadas Geodésicas baseando-se no tempo que levam os sinais emitidos pelos satélites até chegarem ao receptor.

O processamento dos elementos obtidos em campo foi todo feito em meio digital utilizando-se o software Magnet Tools, que analisa os dados obtidos e determina a posição dos pontos.

2.3 - Serviços Topográficos

Os serviços topográficos de locação de todo o projeto ficarão a cargo da executora, compreendendo a marcação dos eixos, greides, pontos de "offset", etc., baseados nos elementos fornecidos pelos projetos bem como as realocações que se fizerem necessárias em razão da destruição ou perda de marcos de referência.

Todas as RN, poligonais, projetos geométricos, e demais elementos, serão verificados pela empresa EXECUTORA para a locação da obra.

O controle topográfico da execução da terraplanagem exigirá a presença normal e contínua de equipe de topografia, que permanecerá à disposição da obra até a conclusão dos serviços.

2.4 - Interferências

Antes do início dos serviços a empresa EXECUTORA fará a pesquisa das interferências que serão mantidas ou removidas para que não sejam danificadas quaisquer galerias, tubos, caixas, cabos, postes, etc., situadas na zona atingida pela drenagem ou áreas próximas a mesma.

2.5 - Projeto Geométrico

Para a elaboração do presente projeto, partiu-se do pressuposto que a topografia apresentada para o projeto representa as reais condições atuais do solo para toda a área do terreno na qual serão executados os serviços de terraplenagem.

O projeto de terraplenagem foi amparado pelos elementos contidos no Estudo Topográfico e elaborado de acordo com as seguintes etapas de serviço:

- Definição das linhas base para desenvolvimento do projeto de terraplenagem;
- Levantamento e desenho do terreno natural;
- Definição dos níveis para implantação da terraplenagem;
- Implantação das plataformas acabadas de terraplenagem, na altimetria projetada;
- Cálculo das áreas de corte e aterro, em todas as seções transversais gabaritadas;
- Cálculo dos volumes de corte e aterro a serem movimentados.

2.6 - Projeto de Terraplenagem

2.6.1 - Cortes, escavações e transporte

Cortes são setores do nivelamento do terreno cuja implantação requer escavação de materiais que constituem o terreno natural desde o nível requerido até a altura resultante do projeto geométrico ou da inclinação dos taludes de corte, nas áreas definidas na planta e cortes. Será executada com o uso de equipamentos adequados, que possibilitem a execução simultânea de cortes e aterros, tais como, tratores conjugados a carregadores frontais, retroescavadeira, escavadeira de lança, caminhões

basculantes. A operação será precedida da execução dos serviços de limpeza. O desenvolvimento da operação de terraplenagem se processará sob a previsão da utilização adequada ou rejeição dos materiais extraídos. Assim serão transportados para a constituição de aterros, os materiais que pela classificação e caracterização efetuada nos cortes, sejam compatíveis com as especificações da execução de aterros. Constatada a conveniência técnica e econômica da reserva de materiais escavados nos cortes para a confecção das camadas superficiais da plataforma, será procedido o deposito dos referidos materiais para a utilização oportuna.

Recomendações da normativa com relação ao taludes:

- ✓ Os taludes em corte na razão de 1 por 1 (vertical e horizontal);
- ✓ Os taludes em aterro na razão de 1 por 1,5 (vertical e horizontal).

Taludes com diferentes razões de inclinação executar conforme determinação das características do solo para atender fator de segurança FS>1,2 conforme norma NBR 11.682/2009.

2.6.2- Equipamentos

A escavação de cortes será executada mediante a utilização racional de equipamentos adequados, que possibilitem a execução dos serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida.

Poderão ser empregados tratores, equipamentos com lâminas, escavo-transportadores, ou escavadores conjugados com transportadores diversos. A operação incluirá, complementarmente, a utilização de tratores e motoniveladoras para escarificação, manutenção de eventuais caminhos de serviço e áreas de trabalho, caminhão pipa para molhar o trajeto dos caminhões até a obra, além de tratores para a operação de "pusher".

2.6.3- Execução

- ✓ A escavação de cortes subordinaria aos elementos técnicos fornecidos ao Executante e em conformidade com os desenhos de projeto;
- ✓ A escavação será procedida da execução dos serviços de limpeza e remoção da cobertura vegetal, se houver;

- ✓ O desenvolvimento da escavação se procederá mediante a previsão da utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Assim, apenas serão transportados para constituição dos aterros, os materiais que, pela classificação e caracterização efetuadas nos cortes, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros;
- ✓ Constatada a conveniência técnica e econômica de reserva de materiais escavados nos cortes, para a confecção das camadas superiores das plataformas, será efetuado o depósito dos referidos materiais para sua oportuna utilização;
- ✓ Os derramamentos resultantes das operações de transporte ao longo ou através de qualquer via pública, deverão ser removidos imediatamente pela Executora.
- ✓ Qualquer excesso de escavação, desmoronamento ou depressão deverá ser preenchido com material devidamente compactado e de qualidade adequada;

2.6.4- Controle Tecnológico

O acabamento das plataformas de corte será efetuado mecanicamente, de forma a alcançar as conformações das secções transversais de terraplanagem, admitidas as seguintes tolerâncias:

- ✓ Variação de cotas máximas de +/0,10m, com relação às de projeto;
- ✓ Variação máxima de largura +/0,10m, para os limites externos das plataformas, não se admitindo variação para menos.
- ✓ O acabamento do greide do projeto terá uma tolerância na variação das cotas, em relação ao projeto de +/0,05m.

2.6.5 - Aterros e Compactação

As operações de aterro compreendem:

Os aterros são setores da terraplenagem cuja implantação requer depósito de materiais terrosos, provenientes dos cortes, construídos até os níveis previstos neste projeto. O transporte de terra para a construção de aterros será executado pôr equipamento adequado para a execução simultânea de cortes e aterros. O lançamento será feito em camadas de no máximo 0,30 (trinta centímetros) em toda a extensão do

aterro e a compactação das camadas serão convenientemente compactadas com equipamentos apropriados a cada caso, até atingirem compactação ideal.

2.6.6- Controle Tecnológico

O controle deverá ser feito seguindo algumas recomendações:

- ✓ No mínimo 1 (um) ensaio de compactação segundo o método DNERME4764, para um mesmo material a ser utilizado no corpo do aterro, para cada 2000 metros quadrados de área aterrada;
- ✓ No mínimo 2 (dois) ensaios de compactação segundo o método DNERME4764, para um mesmo material a ser utilizado na camada final do aterro, para cada 2000 metros quadrados de área aterrada;
- ✓ No mínimo 3 (três) ensaios de determinação da massa específica aparente "in situ" para cada 2000 metros quadrados de plataforma referente a cada camada de aterro de no máximo 20 cm de espessura e com base no ensaio de compactação referido na alínea "a";
- ✓ No mínimo 3 (três) ensaios de determinação da massa específica aparente "in situ" para cada 2000 metros quadrados de plataforma referente a cada camada final do aterro e com base no ensaio de compactação referido na alínea "b";
- ✓ A liberação de uma camada se dará somente quando, no mínimo 80% (oitenta por cento) dos resultados, ultrapassarem o grau de compactação a 95% (noventa e cinco por cento) daquele ensaio do Proctor Standard ou Normal obtido nas alíneas "a" e "b".

3 - ESTUDO HIDROLÓGICO

O referido projeto tomou como base a topografia e corpos hídricos existentes, utilizando-se dos aspectos técnicos de Hidrologia para determinação dos dispositivos a implantar.

O principal objetivo desse projeto de drenagem é evitar que a água das chuvas se acumule sobre as vias, e lotes, tornando-se um risco potencial para os usuários. Para isso, deve-se dar um destino adequado às águas pluviais, com velocidades e declividade não danosos ao ambiente, respeitando os cursos naturais e promovendo a menor interferência possível sobre o meio.

As obras de drenagem serão edificadas antes da pavimentação e constarão da coleta, condução e destinação das águas pluviais, através de galerias com diâmetro definido no projeto.

O sistema pluvial destina-se a dar pronto escoamento à água de chuva que cai nas vias públicas, ou que a elas chegam através dos coletores prediais. Assim, evita-se a destruição de bens materiais, a dificuldade de locomoção de veículos e pedestres e o perigo de transmissão de moléstias.

Para que essa receba convenientemente a água que escoa, é necessário que as ruas além de pavimentadas, possuam secção transversal com declividade 3,50%, e longitudinal por menor que seja, conforme projeto de pavimentação.

3.1 - Aspectos Hidrológicos

Os estudos hidrológicos consistem na determinação das chuvas críticas da região e consequente vazão superficial de projeto e análise das obras de drenagem.

3.2 - Determinação da Vazão de projeto

Para a estimativa das descargas máximas, adotou-se o método racional por ser o mais empregado de drenagem urbana, pois fornece resultados satisfatórios para pequenas bacias hidrográficas. O cálculo das vazões é baseado na seguinte fórmula:

$$Q = C \times I \times A \,/\, 3{,}6$$

Onde:

- Q = vazão, em m³/s;
- C = coeficiente de escoamento superficial;
- I = intensidade da chuva de projeto, em mm/h;
- A = área da sub bacia que contribuinte em km².

O método racional traduz a concentração básica de que a máxima vazão, provocada por uma chuva de intensidade uniforme, ocorre quando todas as partes da bacia passam a contribuir para a seção de drenagem. O tempo necessário para que isto aconteça, medido a partir do início da chuva, é o que se denomina de tempo de concentração da bacia (tc).

As premissas básicas do método racional são:

- ✓ O pico do deflúvio direto, relativo a um dado ponto de projeto, é função do tempo de concentração respectivo, assim como da intensidade da chuva, cuja duração é suposta como sendo igual ao tempo de concentração em questão;
- ✓ As condições de permeabilidade das superfícies permanecem constantes durante a ocorrência da chuva;
- ✓ O pico do deflúvio superficial ocorre quando toda a área de drenagem, a montante do ponto de projeto, passa a contribuir no escoamento.

3.3 - Coeficiente de Deflúvio (c)

O coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de deflúvio, ou ainda, coeficiente de "runoff", é definido como a razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitado. Este coeficiente pode ser relativo a uma chuva isolada ou relativo a um intervalo de tempo onde várias chuvas ocorreram, dependendo ainda de uma série de fatores como: tipo de solo e uso da terra, desuniformidade da distribuição da chuva, condições de umidade do solo início de precipitação, entre outros.

É claro que, conhecendo-se o coeficiente de "runoff" para uma determinada chuva intensa de uma certa duração, pode-se determinar o escoamento superficial de outras precipitações de intensidades diferentes, desde que a duração seja a mesma.

Este procedimento é muito usado para se prever a vazão de uma enchente provocada por uma chuva intensa.

Natureza da Bacia	**C**
Área Comercial	
central	0,70 – 0,95
bairros	0,50 – 0,70
Área residencial	
Residências isoladas	0,35 – 0,50
Unidades múltiplas (separadas)	0,40 – 0,60
Unidades múltiplas (conjugadas)	0,60 – 0,75
Lotes com 2000 m² ou mais	0,30 – 0,45
Áreas com prédios de apartamentos	0,50 – 0,70
Área Industrial	
Indústrias leves	0,50 – 0,80
Indústrias pesadas	0,60 – 0,90
Parques, cemitérios	0,10 – 0,25
Playgrounds	0,20 – 0,35
Pátios de estradas de ferro	0,20 – 0,40
Áreas com melhoramentos	0,10 – 0,30

Para este projeto será adotado o valor de C = 0,60, que está de acordo e seguro para projetos residenciais.

3.4 - Período de Retorno

A escolha da tormenta de projeto para os projetos de obras de drenagem superficiais em rodovias deve considerar os riscos envolvidos de acordo com a natureza das obras a projetar. Essa escolha deve ser analisada com maior critério, principalmente nas grandes cidades, onde o grau de impermeabilidade e a complexidade do sistema de drenagem são muitos grandes, o que agrava as consequências das cheias.

Tipo de obra	Tipo de ocupação da área	T (anos)
Microdrenagem	Residencial	2
	Comercial	5
	Área com edifícios de serviços públicos	5
	Aeroportos	2 - 5
	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5 - 10
Macrodrenagem	Área comerciais e residenciais	50 - 100
	Áreas de importância específicas	500

Para este projeto utilizou-se o período de retorno de 5 anos para dimensionamento.

3.5 - Intensidade Média de Precipitação (i)

Consiste no valor estabelecido com base em dados pluviométricos e expresso em função da duração da chuva e de seu tempo de retorno.

Para a determinação de uma intensidade média de precipitação (i) para esse projeto foi realizado um estudo hidrológico.

O estudo hidrológico tem como objetivo a coleta e o processamento de dados pluviométricos, de forma a possibilitar a determinação das vazões e o consequente dimensionamento das obras de arte corrente e dos dispositivos de drenagem para o projeto.

3.6 - Planilha de Cálculo

A planilha de cálculo apresentada anexo resume os valores calculados e utilizados na determinação da vazão de projeto Q, necessária para o dimensionamento das tubulações onde também se encontram os quantitativos de drenagem.

Estão indicadas junto com esta planilha as verificações feitas para um bom escoamento das águas, sem causar erosões ou danificação da rede.

Também foi feita a verificação da capacidade das tubulações existentes, para onde as águas pluviais foram encaminhadas.

3.7 - Aspectos Hidráulicos

Para implantação da tubulação, observou-se as dimensões comerciais disponíveis, considerando ainda a obstrução parcial dos condutores através de folhas secas e outros, que levam a adoção de elementos aparentemente superdimensionados, quando verificada a vazão a ser atendida.

Essas medidas são necessárias para que se mantenha o diâmetro útil da tubulação inicialmente previsto, já que a não observação dessas considerações podem levar à quebra das peças, descolamento das juntas, acúmulo de sedimentos e erosão excessiva.

3.8 - Dimensionamento

Os cálculos foram desenvolvidos com utilização da Fórmula de Manning:

$$D = 1{,}5 * \left(\frac{Q*n}{I^{0,5}}\right) 3/8$$

Onde:

- D = Diâmetro em m;
- Q = vazão de projeto em m³/s;
- n = coeficiente de rugosidade da galeria;
- I = declividade do trecho em m/m.

Por razões construtivas e técnicas, adotou-se o tubo circular de concreto BSTC. Os detalhes estão no Álbum de Dispositivos de Drenagem do DNIT.

3.9 - Execução da Obra

3.9.1 - Locação

O trabalho de abertura de valas tem início com a locação. Deverá ser feita a locação da tubulação, levando-se em conta pontos importantes do projeto, tais como poços de visita, encontros de condutos, variações de declividade, em cada estaca será marcada a cota do terreno e a profundidade da escavação necessária baseado no projeto.

3.9.2 - Escavação

Será feita através de equipamentos apropriados para maior rapidez no andamento das obras. O sentido normal da escavação será sempre de jusante para montante.

3.9.3 - Reaterro

Inicialmente deverá ser colocado material de granulometria fina de cada lado da canalização, o qual será cuidadosamente apiloado. Terá conveniente que tomar precauções de compactar todo solo até cerca de 60 cm acima do tubo, fazendo-se sempre está compactação lateralmente ao tubo. Depois de 60 cm a terra será compactada em camadas de no máximo 20 cm.

3.9.4 - A Instalação

O sistema de implantação da drenagem pluvial no fundo da vala é feita na seguinte sequência:

A largura da vala deverá ser sempre 2/3 maior que o diâmetro do tubo, respeitando sempre o recobrimento mínimo dos tubos.

Colocação de tubos em um determinado alinhamento, e com certa declividade, em obediência ao projeto, de modo que fique entre si devidamente encaixados.

Rejuntamento das juntas com argamassa no traço 1:3 (cimento e areia) para impedir o vazamento das águas.

3.9.5 – Corpo de bueiro simples tubular de concreto

A drenagem urbana será executada com BSTC conforme tabela abaixo:

BSTC (Ø)	TIPO	ARMADO
0,60m	SIMPLES	SIM
0,80m	SIMPLES	SIM
1,00m	SIMPLES	SIM

3.9.6 - Boca de BSTC

As bocas são os dispositivos a serem executados em concreto Fck=10Mpa na entrada e/ou saída das redes, com o objetivo de conduzir o fluxo no sentido de escoamento, evitando o processo erosivo a montante e a jusante. A ala de rede tubular será sempre da forma padronizada, obedecendo ao desenho tipo constante no álbum de dispositivos de drenagem do DNIT.

4 – PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO ASFÁLTICO - DIMENSIONAMENTO

O projeto de pavimentação desenvolvido definiu a seção transversal do pavimento, em tangente e em curva, suas espessuras ao longo do trecho, bem como o estabelecimento do tipo do pavimento, definindo geometricamente as diferentes camadas componentes, estabelecendo os materiais constituintes.

O objetivo do projeto de pavimentação é o de estudar e apresentar a melhor estrutura para o pavimento, analisando sob o ponto de vista técnico e econômico, de forma a aperfeiçoar a solução proposta no tocante aos aspectos técnicos com a maior economia possível.

De forma geral a estrutura dimensionada deverá atender as seguintes características:

- Dar conforto ao usuário;
- Resistir e distribuir os esforços verticais oriundos do tráfego;
- Resistir aos esforços horizontais;
- Ser impermeável, evitando a infiltração das águas superficiais;
- Melhorar a qualidade de vida da população e do sistema viário.

4.1 - Estudo de tráfego

O estudo de tráfego tem como objetivo obter, através de métodos sistemáticos de coleta, dados relativos ao comportamento deste tráfego ao longo da vida útil desta via no que se refere ao pedestre, o veículo, a via e finalmente o meio ambiente. O estudo de tráfego foi desenvolvido com base na Instrução de Serviço IS-02 do DER/SC e teve por objetivo caracterizar o tráfego existente e previsto para o trecho, durante toda a vida útil do projeto, fornecendo os parâmetros e embasamentos a serem empregados no dimensionamento das soluções de geometria, pavimentação, sinalização e outros.

Por meio dos estudos de tráfego é possível conhecer o número de veículos que circulam por uma via em um determinado período, suas velocidades, suas ações mútuas, os locais onde seus condutores desejam estacioná-los, os locais onde se concentram os acidentes de trânsito, etc. Permitem a determinação quantitativa da capacidade das vias e, em consequência, o estabelecimento dos meios construtivos necessários à melhoria da circulação ou das características de seu projeto.

4.2 - Cálculo do número N

As solicitações do tráfego sobre o pavimento são caracterizadas pelo número N de operações do eixo padrão rodoviário.

Foram determinados os valores de "N" – número equivalente de operações do eixo padrão de 8,2 t, ano a ano, desde 2020, considerado o ano de abertura da rodovia com o pavimento concluído, até 2030, ano final do horizonte para a vida útil do pavimento, utilizando-se a fórmula:

$$N = \Sigma\ 365 \times VDM \times Fv \times Ff \times Fr$$

VMD = volume médio diário de tráfego da categoria k, no ano i;

Fv = fator de veículos para a categoria k;

Ff = fator de faixa (adotado=0,50)

Fr = fator climático regional (adotado=1,0).

CATEGORIA						
AUTO	CAM			REBOQUES		ÔNIBUS
	2 EIXOS	3 EIXOS	4 EIXOS	2S2	2S3	2 EIXOS
2025	600	400	300	200	150	50
2025	45	24	17	12	8	8
2026	48	26	18	13	9	8
2027	50	27	19	13	9	9
2028	52	28	19	14	9	9
2029	53	28	20	14	9	9
2030	55	29	21	15	10	10
2031	57	30	22	15	10	10
2032	59	32	22	16	11	10
2033	61	33	23	16	11	10
2034	63	34	24	17	11	11
2035	66	35	25	17	12	11

Contagem de tráfego com projetação para 10 anos

FATORES DE CARGA		EIXO	TIPO	CARGA	FC (USACE)	FV (USACE)
CAM	2 EIXOS	1	ESRS	6	0,278	3,567
		2	ESRD	10	3,289	
	3 EIXOS	1	ESRS	6	0,278	8,827
		2	ETD	17	8,549	
		3				
	4 EIXOS	1	ESRS	6	0,278	9,578
		2	ETT	25,5	9,300	
		3				
		4				
SR	2S2	1	ESRS	6	0,278	12,116
		2	ESRD	10	3,289	
		3	ETD	17	8,549	
		4				
	2S3	1	ESRS	6	0,278	12,867
		2	ESRD	10	3,289	
		3	ETT	25,5	9,300	
		4				
		5				
ÔNIBUS	2 EIXOS	1	ESRS	4	0,055	0,736
		2	ESRD	7,774	0,681	

Fatores de carga

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO N		
Ano	N anual	N acumulado
2025		
2026	154141	154141
2027	159531	313672
2028	165108	478781
2029	170881	649662
2030	176856	826518
2031	183039	1009557
2032	189439	1198996
2033	196063	1395059
2034	202918	1597977
2035	210013	1807990

Fator de veículo

Para este projeto, o número "N" equivalente ao número de aplicações do eixo padrão de 8,2 t, calculado de acordo com fatores de equivalência de carga e derivados do U.S. Corps of Engineers, foi adotado para a referida rua, ter no futuro médio, um fluxo de veículos com valor definido em: $N = 1{,}8X10^6$.

4.4 - Estrutura do pavimento (tipo)

Na definição da estrutura do pavimento, em função dos materiais disponíveis nas pedreiras mais próximas, definiu-se que as camadas serão compostas pelos seguintes materiais:

- Revestimento da pista de rolamento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) - Faixa C;
- A camada de base será composta por base de BGS - Brita Graduada Simples;
- A camada de sub-base (reforço do subleito) será composta de Macadame Seco.

4.5 - Dimensionamento do pavimento

O dimensionamento do pavimento foi desenvolvido de acordo com o método de projeto de Pavimentos Flexíveis do DNER de 1979, da autoria do Eng.º Murillo Lopes de Souza.

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.

Os coeficientes estruturais utilizados foram baseados no quadro abaixo.

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

Coeficiente de equivalência estrutural (k)

A capacidade de suporte do subleito e dos materiais constituintes dos pavimentos é feita pelo CBR, adotando-se o método de ensaio preconizado pelo DNER, em corpos-de-prova indeformados ou moldados em laboratório para as condições de massa específica aparente e umidade especificada para o serviço.

O CBR de projeto com a moldagem dos corpos de prova em laboratório foi de 15,00%.

CÁLCULO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA DE PROJETO

PONTO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA	ISC (%)	EXPANSÃO (%)
1	Rodovia Municipal Santos Cicchella	20+0,00	14,72	1,861
2	Rodovia Esmeraldina Teixeira Simões	30+0,00	16,56	1,876
3	Rodovia Esmeraldina Teixeira Simões	59+0,00	13,35	1,865
4	Rodovia Esmeraldina Teixeira Simões	113+0,00	14,04	1,879
5	Rodovia MR 427	29+0,00	13,32	1,929

DADOS DO ISC	
n	5
Média	14,4
S	1,337
t	1,53

VALOR DE t	
1	3,08
2	1,89
3	1,64
4	1,53
5	1,48
6	1,44
7	1,42
8	1,4
9	1,38
10	1,37
11	1,36
12	1,36

ISC ADOTADO PARA O PROJETO

$$ISCp = ISCm - \left(\frac{S \times t}{\sqrt{n}}\right) = \quad \textbf{13,5 \%}$$

Calculo do CBR/ISC de Projeto

Para este projeto, o número “N” equivalente ao número de aplicações do eixo padrão de 8,2, calculado foi N = $1{,}8X10^{6}$.

Para o dimensionamento da estrutura do pavimento da rua objeto deste projeto, adotaram-se os seguintes dados:

- Subleito → CBRp = 15,00%
- Base → CBR= 100%
- Sub-base → CBR= 35%
- Coeficientes Estruturais
- Revestimento Concreto Betuminoso → KR = 2,00
- Base Granular → KB = 1,00
- Sub-base Granular → KSB = 1,00

DIMENCIONAMENTO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL (MÉTODO DNER-1979)

DADOS

N		1,81E+06
Subleito	**CBR (%)**	13,5
	expansão (%)	1,9
Sub-base	**CBR (%)**	35,0
	expansão (%)	0,9
Base	**CBR (%)**	100,0
	expansão (%)	0,5

COEFICIENTES DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL (K)

Kr	Base ou revestimento de concreto betuminoso
Kb	Camadas granulares
Ks	Camadas granulares

CÁLCULO DO H20

Fórmula:

$Ht = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBI^{-0,598}$

N=	1,81E+06
CBR=	35,00%
H20 =	**25,93 cm**

CÁLCULO DO Hm

Fórmula:

$Ht = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$

N=	1,81E+06
CBR=	13,5%
Ht =	**32,80 cm**

CÁLCULO ESPESSURA - BASE

Fórmula:

$R \times Kr + B \times Kb = H20$

R =	5,0 cm
Kr =	2,0
Kb =	1,0
H20 =	25,9 cm
B (Base) =	**15,93 cm**

CÁLCULO ESPESSURA SUB-BASE

Fórmula:

$R \times Kr + B \times Kb + h20 \times Ks = Hm$

R =	5,0 cm
Kr =	2,0
Kb =	1,0
B =	15,9 cm
Ks =	1
Ht =	32,8 cm
h20 =	**6,87 cm**

CBUQ=	**5,0 cm**
BGS=	**15,9 cm**
SUB BASE=	**15,0 cm**

Dimensionamento do pavimento

4.6 - Espessura do Revestimento (R) - Concreto Betuminoso

Em função do número de repetições de eixo padrão adotado anteriormente (N = $1,8X10^6$), foi possível determinar a espessura e o tipo de revestimento a ser adotado.

N	Espessura 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

Espessura mínima do revestimento betuminoso

Em função do número de "N" obtém-se como revestimento apenas um tratamento superficial. Porém adota-se uma espessura de 5,00 cm de revestimento em concreto betuminoso usinado á quente.

Feito isso, com base nos parâmetros de projeto e metodologia indicada, através do Método do DNER, realizou os cálculos matemáticos e dimensionamento do pavimento. Por fim, os valores adotados para a estrutura do pavimento são indicados na tabela abaixo:

CAMADA	MATERIAL	ESPESSURA
Revestimento	CBUQ	5cm
Base	Brita Graduada Simples (BGS)	16 cm
Sub-base	Macadame Seco	20 cm

Espessura mínima do pavimento

5 - EXECUÇÃO DO PAVIMENTO EM CONCRETO ASFÁLTICO

5.1 - Regularização do Subleito

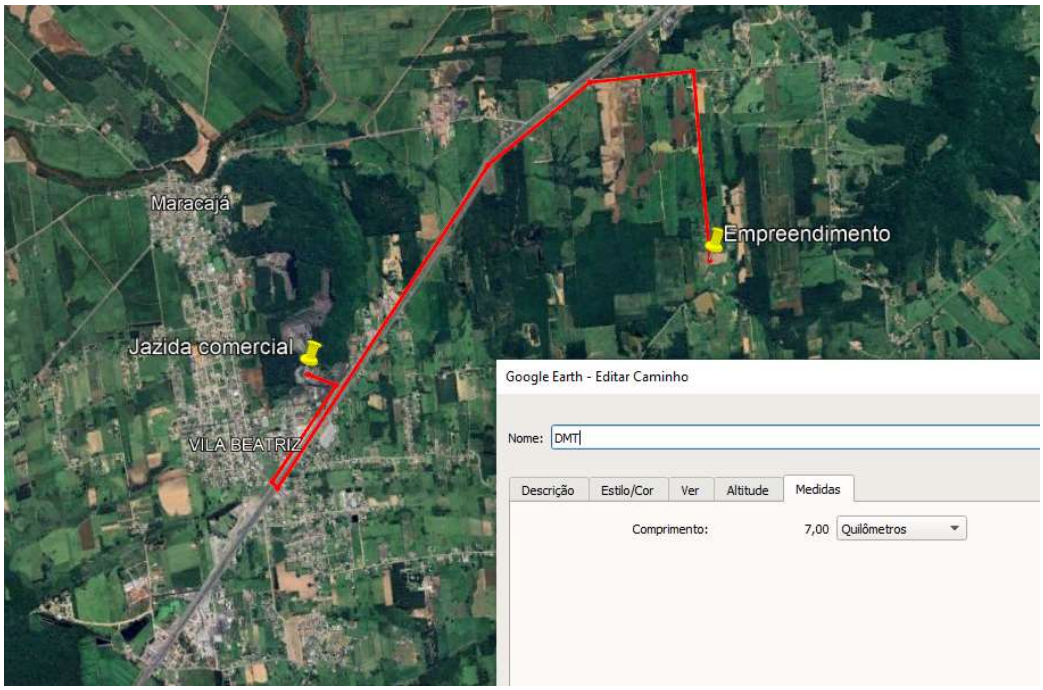
Conjunto de operação que destina a conformar o subleito em todo o segmento estradal, transversal e longitudinalmente, compreendendo cortes ou aterros até 20 cm de espessura. Após a execução de cortes, aterros será procedida a escarificação geral, na profundidade de 20cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

Neste serviço estão incluídas todas as operações necessárias à sua completa execução e foram orçados em metros quadrados e os quantitativos correspondentes indicados no Quadro Resumo dos Serviços de Pavimentação. Estes serviços são regulados pela Norma DNIT 137/2010 – ES.

5.2 - Sub-Base em Macadame Seco

Serão executadas camadas de reforço de subleito em Macadame Seco, conforme seções apresentadas no projeto geométrico.

O Macadame Seco para a execução da **SUB BASE** encontra-se a uma distância média de transporte de **7,00 Km** do empreendimento na **PEDREIRA** localizada em Maracajá/SC, conforme figura abaixo.



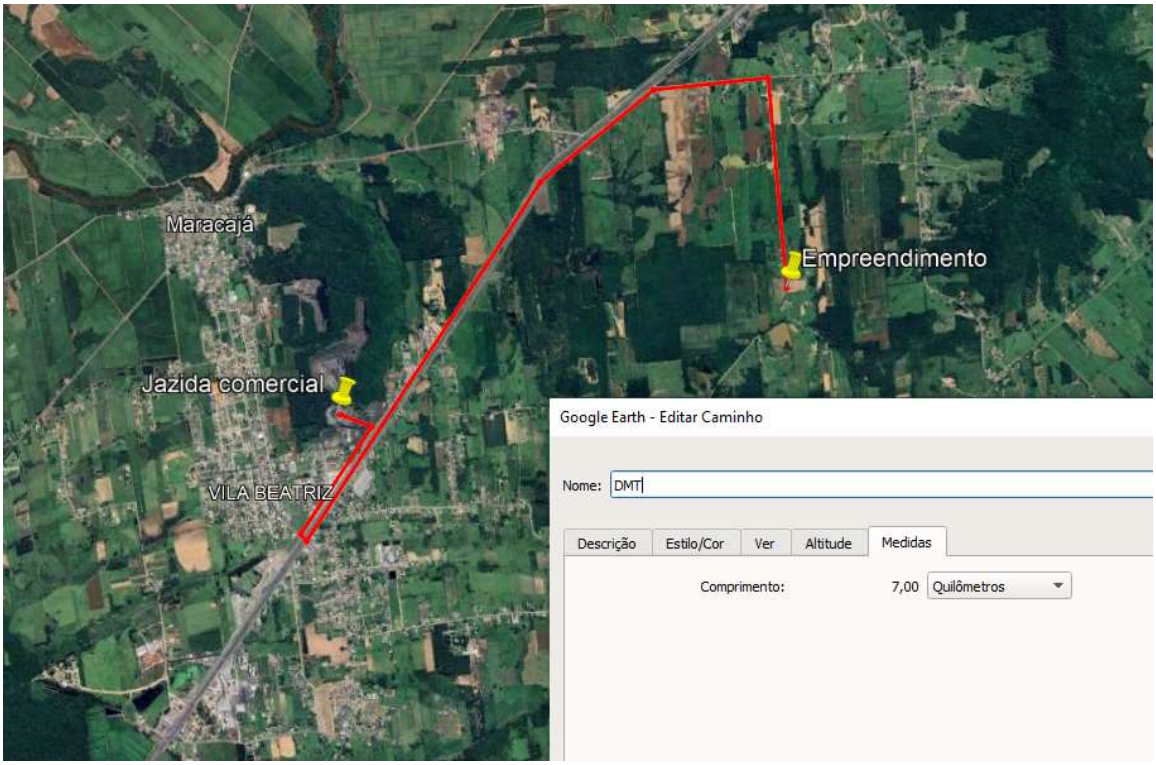
Distância média de transporte da jazida

O reforço e a sub-base será executado com uma camada de 0,20m de espessura, em Macadame Seco, que servirá de camada com índice de suporte adequado ao dimensionamento do pavimento. A liberação da pista será feita com aprovação da topografia e da análise dos ensaios feitos pelas equipes de topografia e laboratório da construtora. Estes serviços são regulados pela Norma DNIT 141/2010 – ES.

5.3 - Base de Brita Graduada Simples

Sobre a sub-base compactada, será executada uma camada de base com 0,16m de espessura, de Brita Graduada Simples, que servirá de camada com índice de suporte adequado ao dimensionamento do pavimento. A compactação deverá ser com rolo vibratório liso ou rolo de pneu. A liberação da pista será feita com aprovação da topografia e da análise dos ensaios feitos pelas equipes de topografia e laboratório da construtora. Estes serviços são regulados pela Norma DNIT 141/2010 – ES.

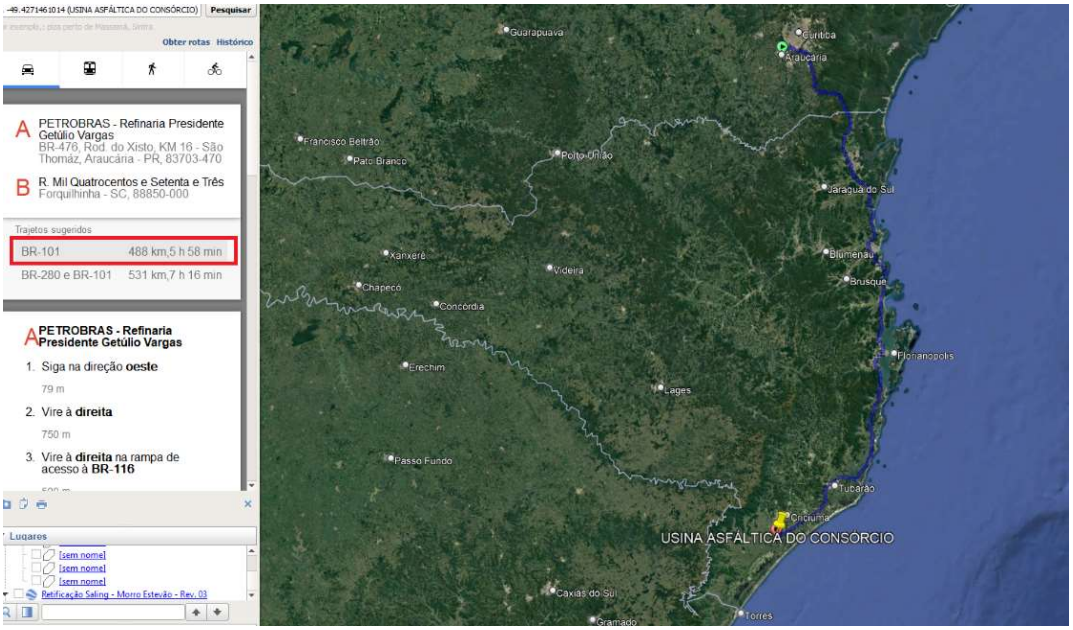
A Brita Graduada Simples para a execução da **BASE** encontra-se a uma distância média de transporte de **7,00 Km** do empreendimento na **PEDREIRA** localizada em Maracajá/SC, conforme figura abaixo.



Distância média de transporte da jazida

5.4 - Imprimação

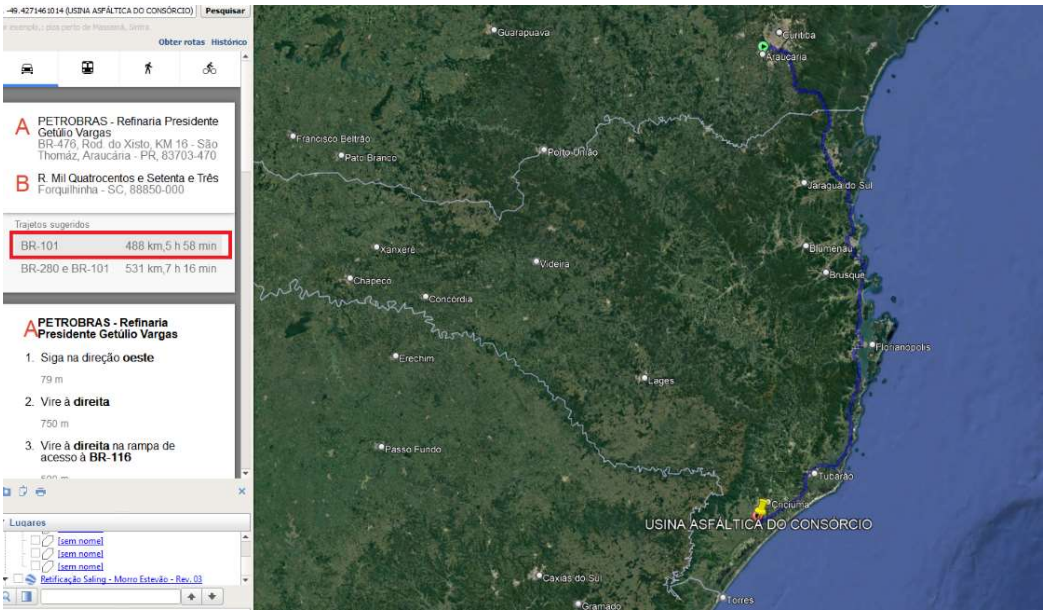
Será executada com **EMULSÃO ASFÁLTICA PARA SERVIÇO DE IMPRIMAÇÃO**, em conformidade com 165/2013 – EM, aplicado a uma taxa de 0,0013T/m². Dependendo da textura da base deverá ser aplicado com caminhão espargidor com barra de distribuição acionada a uma pressão constante por motor. A imprimação só será executada após liberação da base pelo laboratório, topografia e devidamente varrida por processo mecânico com vassoura mecânica. Estes serviços são regulados pela Norma DNIT 144/2014-ES. A aquisição do material betuminoso encontra-se a uma distância média de transporte de **488 Km** da **REFINARIA** localizada em Araucária/PR a **USINA ASFÁLTICA** localizada em Maracajá/SC, conforme figura abaixo.



Distância média de transporte da aquisição do material a usina asfáltica

5.5 - Pintura de Ligação

É a aplicação da **EMULSÃO ASFÁLTICA RR-1C** e tem por finalidade a perfeita ligação entre a base imprimada e o revestimento asfáltico. Antes de receber a pintura de ligação, a base imprimada deverá ser varrida mecanicamente. A taxa de aplicação deverá ser de 0,00045T/m². Estes serviços são regulados pela Norma DNIT 145/2012 – ES. A aquisição do material betuminoso encontra-se a uma distância média de transporte de **488 Km** da **REFINARIA** localizada em Araucária/PR a **USINA ASFÁLTICA** localizada em Maracajá/SC, conforme figura abaixo.



Distância média de transporte da aquisição do material a usina asfáltica

5.6 - Revestimento Asfáltico

É uma mistura asfáltica usinada a quente composta por agregados minerais graduados (brita, areia e filler) e material asfáltico (CAP 50-70) com teor de 5,2%. Será obtido em Usina Gravimétrica ou do tipo Drumm – Mixter e tem por finalidade dar conforto, segurança aos motoristas e proteger a base contra ação das intempéries.

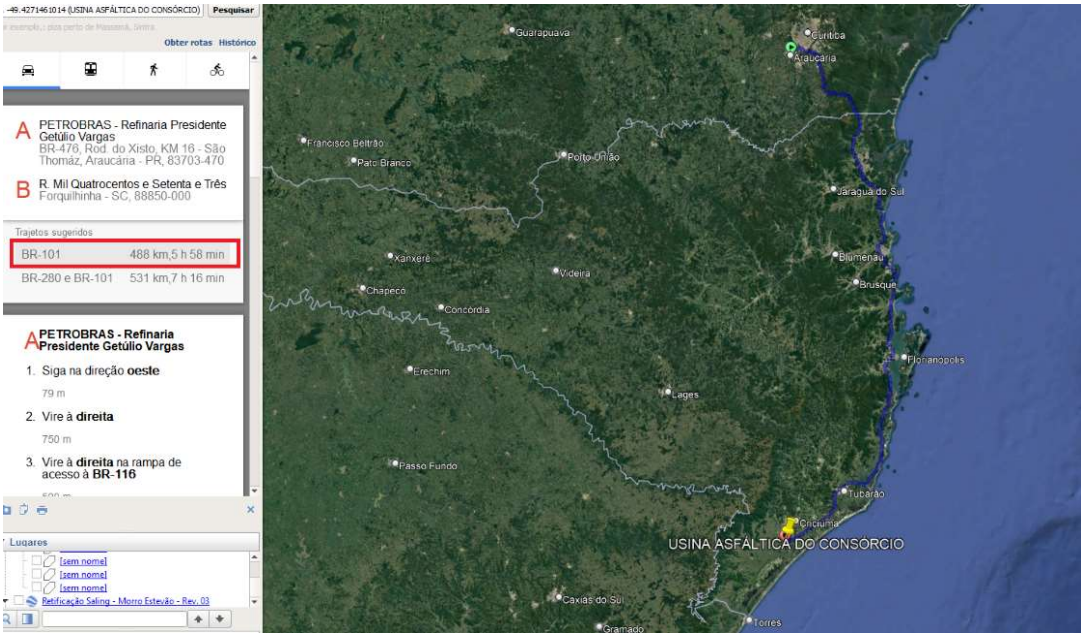
Os agregados e asfalto serão misturados em usina gravimétrica ou Drumm-Mixter, cujas instalações não poderão distar há mais de 180 km. A densidade para efeito de orçamento foi considerada as médias das densidades obtidas nas usinas da região cujo valor verificado foi de 2,50T/m³.

A compactação será feita com rolos de pneus auto propelidos de pressão variável e de capacidade mínima de 20 toneladas e com rolo de chapa de tambores com peso mínimo de 6 toneladas, ou preferencialmente com rolo de chapa de 2 tambores vibratórios. A rolagem iniciará imediatamente após o espalhamento da massa.

Não poderá ser executado o revestimento asfáltico em dias chuvosos, ou com temperatura abaixo de 10ºC. Também não é permitido o lançamento de massa asfáltica com temperatura inferior a 140ºC.

A CONTRATADA deverá apresentar o projeto da mistura asfáltica e especificar a metodologia e normas técnicas adotadas na elaboração da mesma. (DNER-ES 385/99).

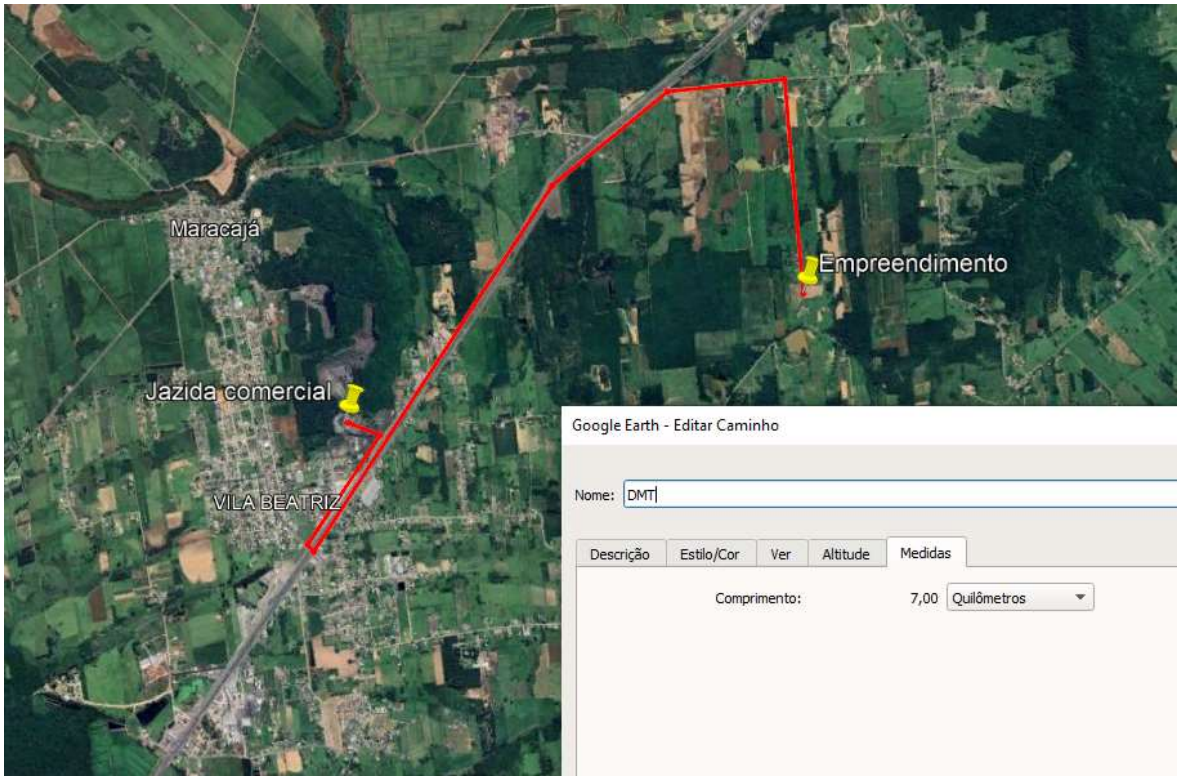
A aquisição do material betuminoso encontra-se a uma distância média de transporte de **488Km** da **REFINARIA** localizada na Araucária/PR a **USINA ASFÁLTICA** localizada em Maracajá/SC, conforme figura abaixo.



Distância Média de Transporte da aquisição do material a usina asfáltica

5.6.1 – Transporte de Concreto Betuminoso Usinado a Quente

O DMT do transporte do cimento asfáltico (CAP 50-70) se dará da **USINA ASFÁLTICA** localizada em Maracajá/SC até o empreendimento numa distância média de transporte de **7,00 Km** do empreendimento.



Distância Média de Transporte da usina asfáltica até o empreendimento

6 - URBANIZAÇÃO DAS CALÇADAS

6.1 - Meios Fios

Os meios-fios que comporão as guias dos passeios deverão ser pré-fabricados em concreto armado (com fck médio de 250 kg/cm2 = 25 MPa) e ter dimensões mínimas, conforme detalhe apresentado em projeto.

Para o assentamento dos meios-fios, deverá ser aberta uma vala ao longo dos bordos do subleito preparado, obedecendo ao alinhamento, perfil e dimensões estabelecidas no projeto. O fundo da vala aberta nas guias deverá ser regularizado e em seguida apiloado. O rejuntamento dos meios-fios deverá ser realizado utilizando-se de argamassa de cimento e areia, no traço 1:4.

6.2 - Preparação

O trabalho se iniciará com a locação das calçadas seguido de reaterro numa camada de 10cm com material proveniente do bota fora seguido de compactação em toda a extensão do trecho pavimentado com largura de no mínimo 1,20 m atendendo a NBR 9050. Sobre o aterro será colocado uma camada de 4cm de brita 3/4” para depois receber o contrapiso

7 - SINALIZAÇÃO

7.1 - Sinalização Vertical

Serão executadas conforme projeto executivo.

As placas serão colocadas em suporte de aço galvanizado dimensões especificadas e altura de 2,10m, sendo que sua colocação deverá seguir os seguintes critérios:

O suporte será enterrado no passeio a uma profundidade de 0,80 m.

A borda inferior da placa ou do conjunto de placas colocada lateralmente á via, deve ficar a uma altura livre de 2,10 metros em relação ao solo.

7.2 - Sinalização Horizontal

Consiste na execução de faixas que tem a função de orientar os usuários, sendo executadas com tinta refletiva na cor branca para os acostamentos e amarelo no eixo da pista. A pintura de lombadas e os tachões serão executados conforme especificado nos projetos.

8 - MEDIÇÃO

Os serviços de execução de deste projeto de pavimentação serão medidos conforme planilha orçamentária de acordo com a unidade quantificada.

9 - PAGAMENTO

O valor dos serviços executados será calculado pelo produto do que for medido pelo preço unitário contratual. O preço unitário remunera todos os materiais, ferramentas, utilização de equipamentos, incluindo transporte, toda e qualquer operação, inclusive mão de obra e encargos sociais, taxas, tributos, perdas, etc. Não serão pagos os excessos em relação às quantidades de projeto, e serão descontadas as faltas, dentro das tolerâncias especificadas.

10 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Qualquer modificação no projeto terá que ter prévia aprovação da fiscalização. Todos os serviços e materiais executados na obra deverão estar em conformidade com as Normas da ABNT. Na entrega da obra, será procedida cuidadosa verificação, por parte da Fiscalização, das perfeitas condições de funcionamento e segurança. Toda obra deverá ser entregue em perfeito estado de limpeza e conservação.

11 - ANEXOS

DARCIO PAGANI VIEIRA:02897068906

Assinado de forma digital por DARCIO PAGANI VIEIRA:02897068906
Dados: 2025.12.01 14:21:10 -03'00'