

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

MUNICÍPIO DE FORQUILHINHA



1. Projeto: PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA DA R.M. IMIGRANTES JAPONESES – FORQUILHINHA/SC (Bairro Sanga do Café – Trecho: Estaca 0+0,00m até 58+3,00m – extensão: 1.163,00m).

Volume 1:

RELATÓRIO DE PROJETO FINAL DE ENGENHARIA
RODOVIÁRIA PARA IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO.

Elaborado por:

IDEALIZE Documentos e Projetos Ltda.

Julho de 2025.

Sumário

1. APRESENTAÇÃO.....	4
1.1 Apresentação	5
2. PROJETOS ELABORADOS	6
3. PROJETO GEOMÉTRICO.....	7
3.1 Projeto Geométrico	8
3.1.1 Projeto Planialtimétrico	8
3.1.2 Seção Transversal	9
3.1.3 Acessos Tipo.....	10
4. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	11
4.1 Projeto de Pavimentação.....	12
4.2 Dimensionamento do pavimento flexível	12
4.3 Número N.....	12
4.4 Resistência do subleito	12
4.5 Cálculo do Pavimento.....	12
4.5.1 Cálculo da Base	13
4.5.2 Cálculo da Sub Base.....	13
4.5.3 Cálculo das Camadas do Pavimento	14
4.6 Revestimento em Asfalto	16
4.6.1 Imprimação.....	16
4.6.2 Pintura de Ligação	17
4.6.3 Revestimento Asfáltico.....	17
4.6.4 Origem dos materiais a serem utilizados na pavimentação	18
5. DISPOSIÇÕES FINAIS.....	19

6.	ORÇAMENTO ADEQUADO.....	21
----	-------------------------	----

1. APRESENTAÇÃO

1.1 Apresentação

O presente volume intitulado “PROJETO FINAL DE ENGENHARIA RODOVIÁRIA PARA IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO”, contém os estudos e projetos adequados da seguinte rua: R.M. IMIGRANTES JAPONESES, (Bairro Sanga do Café – Trecho: Estaca 0+0,00m até 58+3,00m – extensão: 1.163,00M).

O projeto foi elaborado pela empresa IDEALIZE DOCUMENTOS E PROJETOS LTDA (CREA/SC 169.873-0), atendendo a iniciativa da Prefeitura Municipal de Forquilha/SC, que contrataram a execução do projeto.

O projeto é composto de 2 volumes, sendo eles, **Volume 1 - RELATÓRIO DE PROJETO FINAL DE ENGENHARIA RODOVIÁRIA PARA IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO**, e **Volume 2 – Projeto Executivo**, relacionados abaixo:

- Volume 1: Relatório do Projeto, em formato A4, 1 (uma) via;
- Volume 2: Projeto de Execução, em formato A3, 1 (uma) via;

Os volumes foram encadernados em espiral, todos com capa translúcida plastificada.

Este volume, denominado relatório de RELATÓRIO DE PROJETO FINAL DE ENGENHARIA RODOVIÁRIA PARA IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO, apresenta todo o descritivo e condicionantes para a execução do pavimento asfáltico do referido trecho.

Forquilha/SC, julho de 2025.

2. PROJETOS ELABORADOS

3. PROJETO GEOMÉTRICO

3.1 Projeto Geométrico

R.M. IMIGRANTES JAPONESES, com extensão de 1.163,00M, trecho estaca 0+0,00m até 58+3,00m, foram utilizados, neste projeto, os seguintes elementos:

- Levantamento Topográfico Planialtimétrico;
- Parâmetros disponibilizados pela fiscalização.

No Quadro a seguir estão estampadas as características básicas do projeto geométrico atualizado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	R.M. IMIGRANTES JAPONESES
Extensão total da Rua	1.163,00M
Categoria da Rodovia	Ruas Locais
Número de Pistas	1
Número de Faixas por Pista	2
Velocidade de Projeto	40 Km/h
Largura da Faixa de Rolamento	3,00 m / 3,00 m
Largura da banquetta pavimentada	
Largura do Passeio	
Largura da Faixa de Serviço	
Plataforma de Terraplenagem	6,50
Raio Mínimo Horizontal	

3.1.1 Projeto Planialtimétrico

No traçado horizontal foram seguidas as sequências de raios e elevações já existentes, de modo que a relação para os valores dos raios de curvas adjacentes ficasse contida na área definida como apropriada ou aceitável.

O projeto geométrico no seu alinhamento horizontal procurou, na medida do possível, manter-se sobre o leito estradal existente, respeitando as diretrizes geométricas. Com isso tentando minimizar os movimentos de terra diminuindo os volumes de cortes e aterros.

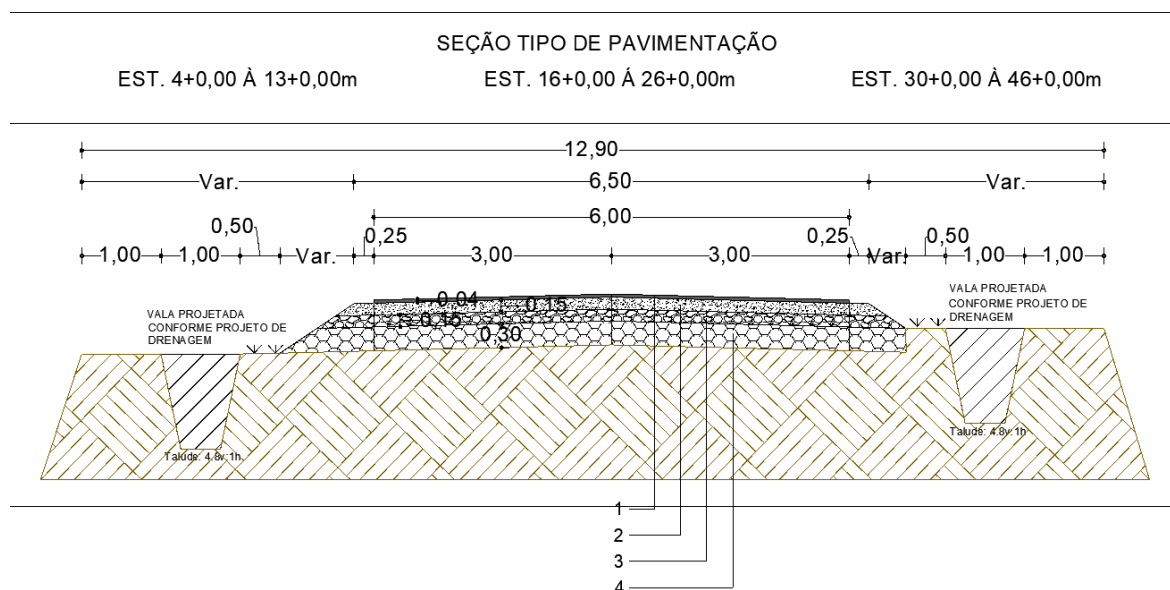
3.1.2 Seção Transversal

Esta seção é composta de duas faixas de trânsito com 3,50 m de largura, com declividade transversal de 2,50% nos dois sentidos, com 0,80 m de faixa de serviço cada lado e uma calçada Variável conforme seção de pavimentação também em ambos os lados, conforme se pode observar na planta de seção tipo.

A inclinação transversal em reta é de 2,5% (inclinação transversal mínima) em dois sentidos a partir do eixo de caimento. Em caso de curva, esta sofre uma variação através de um giro em torno do eixo, dentro da curva de transição (espiral), até atingir a inclinação máxima (superelevação) no início da curva.

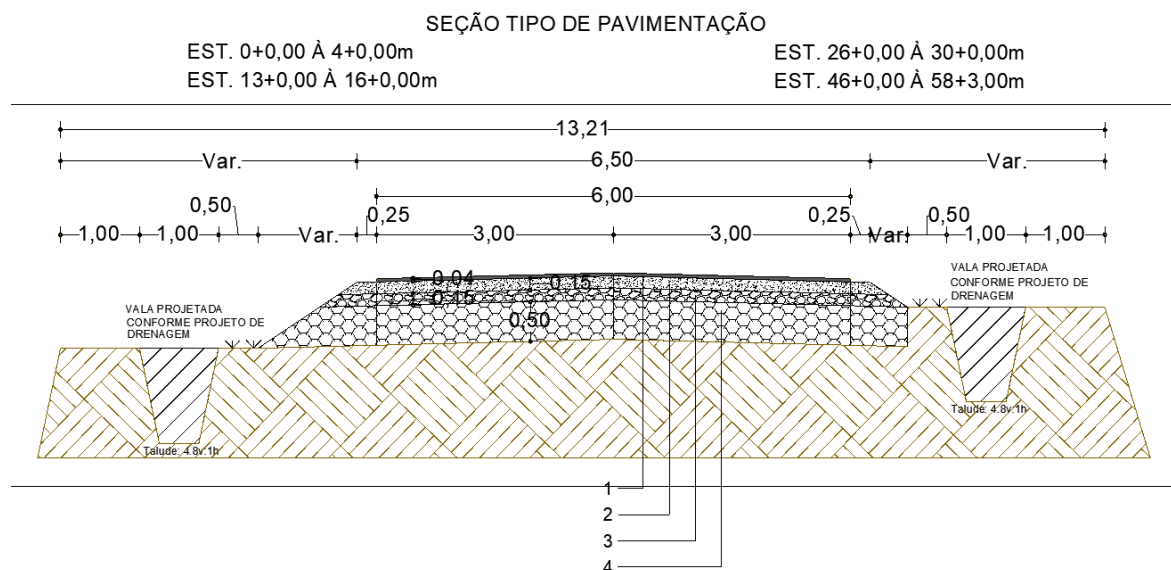
A seção transversal tipo do projeto adequado está apresentada na sequência.

SEÇÃO TIPO DE PAVIMENTAÇÃO DA R.M. IMIGRANTES JAPONESES



Camadas do Pavimento

LEGENDA			DIMENSÕES	
			LARGURA (m)	ESPESSURA (m)
01	REVESTIMENTO PISTA	CONCRETO ASFALTICO USINADO A QUENTE (CAUQ)	6,00	0,04
-	PINTURA DE LIGAÇÃO	RR-1C	6,00	0,8 L/m²
-	IMPRIMAÇÃO	EAI	6,00	1,2 L/m²
02	BASE	BRITA GRADUADA	6,50	0,15
03	SUB-BASE	MACADAME	6,50	0,15
04	REFORÇO (CBR ≥ 12%)	MATERIAL DE JAZIDA	6,50	0,30



LEGENDA			DIMENSÕES	
			LARGURA (m)	ESPESSURA (m)
01	REVESTIMENTO PISTA	CONCRETO ASFALTICO USINADO A QUENTE (CAUQ)	6,00	0,04
-	PINTURA DE LIGAÇÃO	RR-1C	6,00	0,8 L/m²
-	IMPRIMAÇÃO	EAI	6,00	1,2 L/m²
02	BASE	BRITA GRADUADA	6,50	0,15
03	SUB-BASE	MACADAME	6,50	0,15
04	REFORÇO (CBR ≥ 12%)	MATERIAL DE JAZIDA	6,50	0,50

3.1.3 Acessos Tipo

Nos cruzamentos e entroncamentos secundários, existentes ao longo da rodovia, a pista desenvolve-se sem intervenções, cruzando os mesmos, com previsão de redução de velocidade e placas de sinalização tipo PARE e de preferência.

4. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

4.1 Projeto de Pavimentação

O Projeto de pavimentação teve por objetivo a definição da seção transversal do pavimento, bem como o estabelecimento do tipo do pavimento, definindo geometricamente as diferentes camadas componentes, estabelecendo os materiais constituintes e especificando valores mínimos e/ou máximos das características físicas e mecânicas desses materiais.

4.2 Dimensionamento do pavimento flexível

O dimensionamento do pavimento foi feito mediante aplicação do Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNIT (Novo Método do Eng.º Murillo Lopes de Souza), apoiado em metodologia para conceituação e obtenção dos parâmetros envolvidos, conforme recomendações e/ou orientações contidas no Manual de Projeto de Engenharia Rodoviária do DNIT.

Os parâmetros adotados no dimensionamento dos pavimentos são os seguintes:

4.3 Número N

O parâmetro de tráfego “N” (número de operações equivalentes do eixo padrão de 8,2 tf) foi fornecido pelo estudo de tráfego, onde o número de solicitações equivalentes para a pista de rolamento é de $1,0 \times 10^5$.

4.4 Resistência do subleito

Foi adotado para a resistência do subleito ao longo do trecho, o valor de CBR (%) conforme cada trecho, sendo este o valor de CBR do ensaio do solo encontrado após avaliação dos ensaios geotécnicos para a via em estudo.

Aplicando os parâmetros e as características dos materiais no método de projeto adotado, obtiveram-se as espessuras das camadas constituintes do pavimento.

4.5 Cálculo do Pavimento

Espessura total do pavimento é calculada pela equação abaixo:

$$H_t = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598} \text{ (Fórmula do Ábaco)}$$

4.5.1 Cálculo da Base

Espessura da base é calculada pelas equações abaixo:

$$H_{20} = 77,67 \times (N \times 10^n)^{0,0482} \times 20^{-0,598}$$

$$K_r \times R + K_b \times B \geq H_{20}$$

Utilizando espessura do revestimento e o coeficiente estrutural de acordo com a figura a seguir:

Coeficiente Estrutural

Componentes dos pavimentos	Coeficiente de equivalência estrutural (K)
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento por penetração	1,20
Base granular	1,00
Sub-base granular	0,77(1,00)
Reforço do subleito	0,71 (1,00)
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 Kg/cm ²	1,70
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 Kg/cm ² e 28 Kg/cm ²	1,40
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 Kg/cm ² e 21 Kg/cm ²	1,20
Bases de Solo-Cal	1,20

Espessura Mínima do Revestimento

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
N ≤ 10 ⁶	Tratamentos superficiais
10 ⁶ < N ≤ 5. 10 ⁶	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
5.10 ⁶ < N ≤ 10 ⁷	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
10 ⁷ < N ≤ 5. 10 ⁷	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
N > 5. 10 ⁷	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: DNIT (2006)

Foram adotados para o dimensionamento os coeficientes de fatores de equivalência estrutural, Kr=2,00 para o revestimento em CBUQ, Kb=1,00 para base de brita graduada e em conjunto com a fiscalização do projeto definiu-se, Ksb=0,77 para sub-base de Macadame, e Ksr=0,71 para o reforço do Subleito.

4.5.2 Cálculo da Sub Base

$$K_r \times R + K_b \times B + h_{20} \times K_s \geq H_n$$

4.5.3 Cálculo das Camadas do Pavimento

Com análise dos dados de tráfego, estudo geotécnico e características das vias foram feitos os dimensionamentos das estruturas dos pavimentos, utilizando a sequência de dimensionamento mostrado acima, seguindo parâmetros para obtenção das camadas finais dos pavimentos.

No dimensionamento a partir da análise dos estudos geotécnicos, podemos concluir que foram encontrados solos com os seguintes resultados:

- Solos com CBR superior a 2% e expansão inferior a 2%
- Alguns Solos apresentam baixa capacidade de suporte em Campo sendo necessário a remoção e complementação dos mesmos.

A representação das seções tipo e das camadas dos Pavimentos está ilustrada no item **“8.1.2. Seção Transversal”**.

DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO EM CBUQ RM IMIGRANTES JAPONESES ESTACA 0+0,00m a 100,00m.

Cálculo do Pavimento			
Dados Seg.		Cálculo da Sub Base	
CBRproj	12,00	$R * Kr + B * Kb + h20 * Ks = Hn$	
CBR20	20,00		
N	1,00E+05	HtAdotado (Hn)	31,00
Altura Total		Coef. Est. Rev.	2,00
$Ht = 77,67 * N^{0,0482} * CBR^{-0,598}$ (Fórmula do Ábaco)		Esp. Rev.	4,00
N	1,00E+05	Coef. Est. Base	1,00
CBR	12,00	Esp. BaseAdot.	15,00
Ht	30,61	Coef. Est. SubBase	0,77
Ht Adotado	31,00	Esp. SubBase	10,39
Cálculo da Base H20		Esp. SubBase Adot.	15,00
N	1,00E+05	Cálculo do Reforço	
CBR20	20,00	$R * Kr + B * Kb + h20 * Ks + hn * Ref = Hm$	
H20	22,55	Hm	57,35
H20Adotado	18,04	HmAdotado	57,00
Cálculo da Base		Coef. Est. Rev.	2,00
$R * KR + B * KB = H20$		Esp. Rev.	4,00
Coef. Est. Rev.	2,00	Coef. Est. Base	1,00
Esp. Rev.	4,00	Esp. BaseAdotado	15,00
H20	22,55	Coef. Est. SubBase	0,77
H20Adotado	18,04	Esp. SubBaseAdot.	15,00
Coef. Est. Base	1,00	Coef. Est. Reforço	0,71
Esp. Base	10,04	Esp. Reforço	31,62
Esp. Base Adot.	15,00	Esp. Reforço Adot.	30,00

Resumo Dimensionamento			
Camada	Tipo	Esp.	Obs
CAUQ(cm)	CAP 50/70	4,00	
Base(cm)	BRITA GRADUADA	15,00	
SubBase(cm)	MACADAME	15,00	
REFORÇO (cm)	MATERIAL DE JAZIDA	30,00	CBR $\geq$ 12%
CBR. Subleito (%)		4,20	Baixa resistência In situ
CBRproj (%)		12,00	
CBRreforço (%)		12,00	
CBR20 (%)		20,00	
N (8,2t)		1,00E+05	
Ht(Hn)		31,00	
Hm (cm)		57,00	
Hpav (cm)		64,00	

4.6 Revestimento em Asfalto

A estrutura de pavimento a ser utilizado está apresentada na estrutura abaixo, é composta por regularização da terraplenagem, Sub base em Macadame, Base de brita graduada e revestimento em CAUQ CAP 50/70 convencional.

O Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) é obtido pela destilação do petróleo e apresenta qualidades e consistência próprias para o uso na construção e manutenção de pavimentos asfálticos, pois além de suas propriedades aglutinantes e impermeabilizantes, possui características de flexibilidade, durabilidade e alta resistência à ação da maioria dos ácidos, sais e álcalis.

A espessura final da camada de base e Sub-Base foi definida de maneira a contribuir com o preenchimento dos vazios e também melhorar a regularização da superfície da camada final de terraplenagem

Como critério de medição em relação ao CAP, será utilizado a média aritmética dos resultados dos ensaios de controle tecnológico da massa asfáltica, até o limite do orçamento.

4.6.1 Imprimação

É a impermeabilização da base, com EMULSÃO ASFALTICA (EAI), aplicado a uma taxa de 1,2 litros/m² e deverá ser aplicado com caminhão espargidor com barra de distribuição acionada a uma pressão constante por motor. A imprimação só será executada após a liberação da base pelo laboratório.

O controle da imprimação é feito com ensaio para calcular a taxa de aplicação, pelo método da

bandeja, a cada 100,00 (cem) metros de pista.

Os serviços são regulados pela Especificação DEINFRA-SC-ES-P-04/15.

4.6.2 Pintura de Ligação

É a aplicação de um ligante, Emulsão Asfáltica RR-1C, com taxa de 0,8 kg/m² e tem por finalidade a perfeita ligação entre a base imprimada e o revestimento asfáltico, ou entre as camadas de revestimentos a serem aplicadas. Antes de receber a pintura de ligação a base imprimada deverá ser varrida mecanicamente.

Os serviços são regulados pela Especificação DEINFRA-SC-ES-P-04/15.

4.6.3 Revestimento Asfáltico

É uma camada em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) com espessura larguras conforme seção tipo de Pavimentação. Tem por finalidade dar conforto, segurança aos motoristas e proteger a base contra a ação das intempéries.

É uma mistura asfáltica usinada a quente composta por agregados (brita, areia e filler) e material asfáltico CAP 50/70. A faixa granulométrica para o CBUQ deve se enquadrar na faixa "C" do DNIT.

A massa será misturada em usina, cujas instalações não poderão distar há mais de 100 Km.

O transporte se fará em caminhões basculantes enlonados, para manutenção da temperatura da massa asfáltica.

O espalhamento na pista será feito com vibro-acabadora de esteiras que deve possuir mesa vibratória com sistema de aquecimento.

A compactação será feita com rolo de pneus autopropelido, de pressão variável e de capacidade mínima de 20 toneladas e com rolo de chapa tandem de 2 tambores, peso mínimo de 6 toneladas, ou preferencialmente com rolo de chapa de 2 tambores vibratórios.

A rolagem se iniciará imediatamente após o espalhamento da massa.

Não poderá ser executado o revestimento asfáltico em dias chuvosos, ou com temperaturas abaixo de 10 °C. Também não será permitido o lançamento de massa asfáltica com temperatura inferior a 110 °C.

A Contratada deverá apresentar o projeto da mistura asfáltica e especificar a metodologia e normas técnicas adotadas na elaboração da mesma.

Como critério de medição em relação ao CAP será utilizado à média aritmética dos resultados

dos ensaios de controle tecnológico da massa asfáltica, até o limite do orçamento.

O pagamento deverá ser precedido de sondagem com sonda rotativa a cada 50 m e o grau de compactação não deverá ser inferior a 97% da densidade de projeto e espessuras conforme projeto.

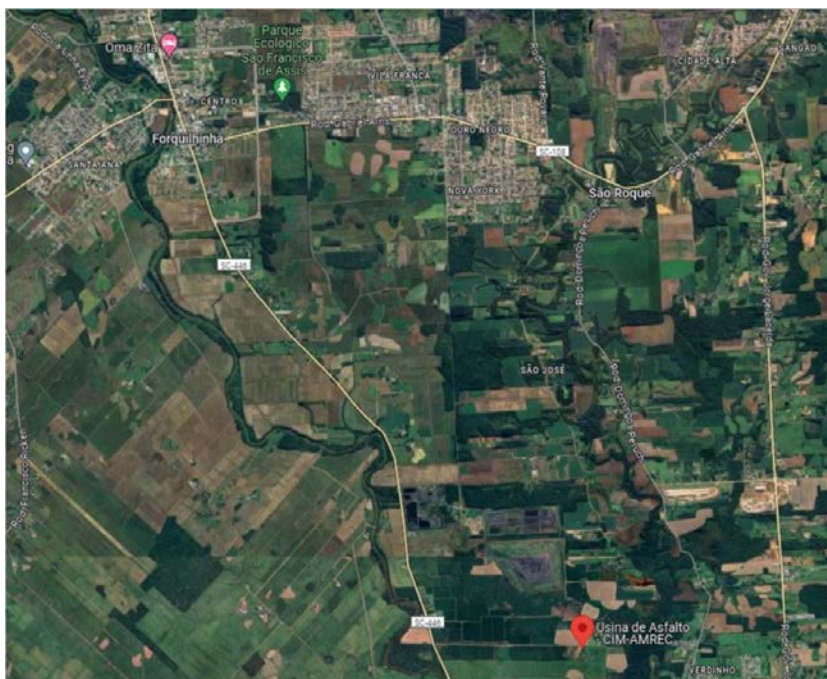
Para o controle tecnológico da camada asfáltica serão realizados ensaios de extração de betume e análise granulométrica, com coleta no caminhão ao descarregar na pista, para cada 100 t ou por dia de trabalho.

Os serviços são regulados pela Especificação DEINFRA-SC-ES-P-05/16.

4.6.4 Origem dos materiais a serem utilizados na pavimentação

Quanto aos materiais disponíveis para a pavimentação, determinou-se:

.. **Produtos asfálticos(CBUQ):** O cimento asfáltico provirá da cidade de Canoas (RS), a uma distância de 251 km da usina, já a Emulsão Asfáltica e o RR-1C, provirá da cidade de Araucária (PR), a uma distância de 492 km da usina. A usina de CBUQ, do consorcio está localizada na cidade de Forquilha/SC, na Rua 4.473, na linha são José.



5. DISPOSIÇÕES FINAIS

A Obra deverá ser entregue limpa, desmobilizada e em total acordo com as especificações acima expostas. Para tanto, será fornecido pela fiscalização um termo de recebimento de todos os serviços.

BRUNO FRIGO PASINI

Engenheiro Civil – CREA SC 137.007-9

6. ORÇAMENTO ADEQUADO