

PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO

MEMORIAL DESCRITIVO E ORÇAMENTO

Local:

Rua Aleixo Venturi

Trombudo Central/SC

Janeiro / 2026

SUMÁRIO

1	LOCALIZAÇÃO.....	4
2	INFORMATIVO DO PROJETO.....	5
3	SERVIÇOS PRELIMINARES	5
3.1	PLACA DE OBRA	5
3.2	PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS	6
3.3	LOCAÇÕES DE OBRA	7
3.4	ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA	7
3.5	REMOÇÃO E TRANSPORTE.....	7
3.6	REALOCAÇÃO DE POSTES.....	7
4	PROJETO DE TERRAPLANAGEM	8
4.1	CORTES.....	9
4.1.1	Generalidades	9
4.1.2	Equipamentos	9
4.1.3	Execução	9
4.1.4	Controle.....	10
4.2	ATERROS	10
4.2.1	Generalidades	10
4.2.2	Materiais	10
4.2.3	Equipamentos	11
4.2.4	Execução	11
4.3	VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO.....	11
5	ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO.....	12
5.1	GRANULOMETRIA.....	12
5.2	LIMITE DE LIQUIDEZ (LL).....	12
5.3	ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP)	13
5.4	ÍNDICE DE GRUPO (IG).....	13
5.5	ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC OU CBR)	14
5.6	EXPANSÃO (%)	14
5.7	RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DA EXECUÇÃO DA SONDAAGEM	14
5.8	RESULTADOS DOS ENSAIOS	15
6	ESTUDO DE TRÁFEGO.....	21

6.1	OS EIXOS	21
6.2	PARÂMETROS GERAIS DE TRÁFEGO	22
6.3	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO DE CONCRETO	26
6.3.1	Concreto - Especificações do Material.....	26
6.3.2	Tráfego de Projeto	26
6.3.3	Análise do Subleito.....	27
6.3.4	Espessura da Placa de Concreto.....	27
6.3.5	Modulação das Placas (Geometria).....	28
6.3.6	Sistema de Juntas	30
6.3.7	Barras de Ligação (Juntas Longitudinais).....	30
6.3.8	Selagem de Juntas	30
7	PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL.....	30
7.1	CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES.....	30
8	ESTUDO DO TRAÇADO	31
9	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	31
9.1	REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA.....	31
9.1.1	Materiais	32
9.1.2	Equipamento	32
9.1.3	Execução.....	32
9.1.4	Controle Tecnológico	33
9.2	CAMADA DE BRITA GRADUADA.....	33
9.2.1	Materiais	33
9.2.2	Equipamentos	34
9.2.3	Execução.....	34
9.2.4	Controle Tecnológico	36
9.3	LONA PLÁSTICA 200 MICRAS.....	37
9.4	PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO.....	37
9.4.1	Formas de Madeira	38
9.4.2	Tela de Aço Soldada Q138 com Espaçador	38
9.4.3	Materiais Constituintes do Concreto.....	39
9.4.4	Equipamentos para Execução	40
9.4.5	Adensamento e Conformação do Concreto.....	41
9.4.6	Acabamento e Texturização do Concreto.....	42

9.4.7	Cura do Concreto.....	42
9.4.8	Desmoldagem	43
9.4.9	Juntas de Retração.....	43
9.4.10	Juntas de Expansão	44
9.4.11	Controle de Qualidade e Ensaios	44
9.4.12	Controle de Trafegabilidade e Sequência Executiva.....	47
9.4.13	Limpeza e Acabamento Final	48
9.4.14	Aceite da Obra	48
10	MEIO-FIO	48
11	ONDULAÇÃO TRANSVERSAL	49
12	SINALIZAÇÃO VIÁRIA	49
12.1	PINTURA DE FAIXA DE CONTRASTE	49
12.2	PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS	49
12.3	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO	50
12.4	FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRE.....	51
12.4.1	Características	51
12.4.2	Faixa Elevada.....	51
12.4.3	Dimensionamento.....	52
12.4.4	Implantação.....	52

1 LOCALIZAÇÃO

Figura 1 – Localização do município de Trombudo Central



Fonte: Wikipedia (2025).

Figura 2 – Localização da via



Fonte: Modificado de Google Earth (2025).

2 INFORMATIVO DO PROJETO

Em busca de garantir aos moradores do município melhores condições de tráfego local, a atual administração tem se preocupado em realizar a pavimentação das ruas residenciais desta localidade. Para este projeto em questão ficou definida a realização de um trecho com extensão de 270,31 metros, com largura total de 6,60 metros, composta por uma pista simples de concreto, sendo que cada faixa de rolamento tem largura de 3,30 metros, conforme indicado em projeto.

3 SERVIÇOS PRELIMINARES

3.1 PLACA DE OBRA

As placas deverão ser confeccionadas em chapas planas, metálicas, galvanizadas, ou de madeira compensada impermeabilizada, em material resistente às intempéries. As informações deverão estar em material plástico (poliestireno), para fixação ou adesivação nas placas. Quando isso não for possível, as informações deverão ser pintadas a óleo ou esmalte. Dá-se preferência ao material plástico, pela sua durabilidade e qualidade. As placas deverão ser afixadas em local visível, preferencialmente no acesso principal do empreendimento ou voltadas para a via que favoreça a melhor visualização. Recomenda-se que as placas sejam mantidas em bom estado de conservação, inclusive quanto à integridade do padrão das cores, durante todo o período de execução das obras

Figura 3 – Placa de obra padrão do Governo Federal



Área total:

Proporção de 10x X 5x ou Largura - Altura x 2.

Área Conceito (A):

- Tamanho: 4x de largura por 3x altura.
- Cor de fundo: azul - Pantone 2935C.
- Fonte: Rawline ExtraBold.
- Espaçamento entre letras é 0.
- Alinhamento do texto à esquerda, com margens de 1/4x.
- Cor da fonte: branca e amarela - Pantone 109C.

Área do nome e informações da obra (A):

- Tamanho: 6x de largura por 2,75x altura.
- Cor de fundo: Branco.
- Fonte: Rawline Bold.
- Espaçamento entre letras é 0.
- Cor da fonte: Pantone 2935C.

Área de informações da obra (A):

- Tamanho: 6x de largura por 2,75x de altura.
- Cor de fundo: Branco.
- Fonte: Rawline Bold, caixa-alta.
- Cor da fonte: Preta.

Espaço entrelinhas:

1 vez o tamanho do corpo da letra.
Exemplo: corpo 60/60.

Área Logo Programa (B):

- Tamanho: 4x de largura por 1x de altura x.
- Cor de fundo: Preto 10%.

Área das assinaturas (C):

- Tamanho: 10x de largura por 1x de altura x.
- Cor de fundo: branca.
- Altura marca Brasil deve ser 1/2x e as demais 1/4X.
- O conjunto de marcas deve ficar centralizado, tanto na horizontal quanto na vertical, neste espaço.

A denominação "Ministério do(a)" ou "Secretaria do(a)" deve estar em Rawline Semibold e o nome do ministério ou da secretaria deve estar em Rawline Black, espaçamento entre letras é -40.

Fonte: Governo Federal (2025).

3.2 PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS

Enquanto durar a execução das obras, instalações e serviços, a colocação e manutenção de placas visíveis e legíveis serão obrigatórias.

A placa deverá ser colocada em local visível, preferencialmente a 100 m do início das obras, nos dois sentidos voltada para a via que favoreça a melhor visualização, e as especificações desta serão conforme detalhe abaixo.

Figura 4 – Placa em chapa de aço galvanizado com resistência a intempéries.
Dimensões: 1,00 x 0,50 m





3.3 LOCAÇÕES DE OBRA

A metodologia adotada para locação topográfica da obra será com o uso de aparelho topográfico, sendo demarcados os pontos de locação do eixo da via a ser pavimentada, com implantação de piquetes, com espaçamento máximo de 20 metros, nivelamento e contranivelamento do eixo locado e nivelamento das seções transversais.

Para o nivelamento da drenagem pluvial deverá ser seguido o projeto de drenagem pluvial, observando a cota de fundo de vala no perfil longitudinal traçado.

3.4 ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA

Para abrigo provisório da obra foi previsto o aluguel de um container para escritório, almoxarifado e sanitários.

3.5 REMOÇÃO E TRANSPORTE

Antes do início dos serviços deverão ser considerados aspectos importantes como: a natureza da estrutura, os métodos utilizados para construção e as condições do entorno onde será realizada a remoção.

As remoções deverão ser efetuadas dentro da técnica, tomando os devidos cuidados de forma a se evitarem danos a terceiros.

Caso necessite, a remoção de eventuais edificações, muros e afins, o transporte de todo o entulho e detritos provenientes desta, serão de responsabilidade do Município, não cabendo a inclusão de tais serviços na planilha orçamentária.

3.6 REALOCAÇÃO DE POSTES

Caso seja necessário a realocação de postes, a mesma estará demonstrada no projeto geométrico, cabendo ao engenheiro fiscal do município avaliar *in loco* a necessidade de eventuais alterações, devendo comunicar aos técnicos projetistas as devidas alterações necessárias para adequações do projeto, caso houver.

A realocação de postes deverá ser solicitada pelo Município junto à concessionária de energia com antecedência para que não prejudique o cronograma da obra.

4 PROJETO DE TERRAPLANAGEM

O Projeto de Terraplanagem tem por objetivo a definição das seções transversais em corte e aterro, a determinação, a localização e distribuição dos volumes dos materiais.

Em função das características próprias do Projeto, o greide lançado no Projeto Geométrico procurou adequá-lo à situação existente. Desta forma, será realizada a escavação ou o aterro para a execução das camadas constituintes do pavimento, seguida da regularização e compactação.

Nota: A apresentação do licenciamento ambiental das áreas de bota-fora e jazida de empréstimo será de responsabilidade do Município.

Com a realização do serviço de escavação, havendo aparecimento de solo considerado inservível a empresa executora da obra deverá comunicar imediatamente o Engenheiro Fiscal e Autor do Projeto para readequação dos serviços a serem realizados, devendo ser prevista a retirada do material inservível e substituído por material com compactação a 100% do Proctor Normal.

Para efeitos desta Norma são adotadas as seguintes definições:

- Material de 1ª categoria – compreende os solos em geral, residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 15 cm, qualquer que seja o teor de umidade apresentado;
- Material de 2ª categoria - compreende os de resistência ao desmante mecânico inferior a rocha não alterada, cuja extração se processe por combinação de métodos que obriguem a utilização do maior equipamento de escarificação exigido contratualmente. A extração eventualmente poderá envolver o uso de explosivos ou processo manual adequado. Incluídos nesta classificação os blocos de rocha, de volume inferior a 2 m³ e os matacões ou pedras de diâmetro médio entre 15 cm e 1 m;
- Material de 3ª categoria – compreende os de resistência ao desmante mecânico equivalente à rocha não alterada e blocos de rocha, com diâmetro médio superior a 1 m, ou de volume igual a 2 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento se processem com o emprego contínuo de explosivos.

4.1 CORTES

4.1.1 Generalidades

Cortes são segmentos cuja implantação requer escavação do material constituinte do terreno natural ao longo do eixo, e no interior dos limites das seções do projeto.

As operações de corte compreendem:

- Escavação e carga dos materiais constituintes do terreno natural até o greide de terraplanagem indicado no projeto;
- Transporte e descarga dos materiais escavados para aterros ou bota-foras. Para o orçamento determinou-se DMT de acordo com especificações em planilha orçamentária e o empolamento para o transporte de material de 1ª categoria foi de 25%.

4.1.2 Equipamentos

A escavação dos cortes será executada mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

4.1.3 Execução

O desenvolvimento da escavação se processará mediante a previsão da utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Assim, apenas serão utilizados para constituição dos aterros, os materiais que pela classificação e caracterização efetuada nos cortes, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros, em conformidade com o projeto.

Quando no nível da plataforma dos cortes for verificada a ocorrência de rocha, são ou em decomposição, ou de solos de expansão maior que 2%, baixa capacidade de suporte (CBR < 4%) ou solos orgânicos, a empresa executora da obra deverá comunicar o Engenheiro Fiscal e Autor do Projeto para readequação dos serviços a serem realizados.

Os taludes de corte deverão apresentar, após a operação de terraplanagem, a inclinação indicada no projeto.

4.1.4 Controle

O acabamento da plataforma de corte será procedido mecanicamente, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitindo as seguintes tolerâncias:

- Variação de altura máxima de mais ou menos 10 cm;
- Variação máxima de largura de mais 20 cm para cada plataforma, não se admitindo a variação para menos.

4.2 ATERROS

4.2.1 Generalidades

As operações de aterro compreendem descarga, espalhamento, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, e compactação dos materiais destinados a:

- Construção da camada final do aterro até a cota correspondente ao greide da terraplanagem;
- Substituição eventual dos materiais de qualidade inferior previamente retirados, a fim de melhorar as fundações dos aterros e/ou cortes.

4.2.2 Materiais

Os materiais para os aterros provirão de cortes existentes, desde que estes apresentem boa qualidade. A substituição desses materiais selecionados por outros, por necessidade de serviço ou por interesse da construtora, somente poderá ser processada após prévia autorização da fiscalização. Os solos para os aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas, micácea e diatomácea. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas. Caso os materiais provenientes dos cortes não forem suficientes ou não forem de boa qualidade para os aterros, deverá ser adquirido material e jazida de solo de boa qualidade devidamente licenciadas.

Para efeito de execução do corpo do aterro, apresentar capacidade de suporte adequada ($ISC \geq 2\%$) e expansão $\leq 4\%$, quando determinados por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de compactação – Norma DNIT 164/2013-ME (Método A);
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) – Norma DNIT 172/2016-ME, com a energia do Ensaio de Compactação (Método A).

Para efeito de execução da camada final dos aterros, apresentar dentro das disponibilidades e em consonância com os preceitos de ordem técnico-econômica, a melhor capacidade de suporte ($ISC > 4\%$, ou igual ou superior ao especificado pelo projetista, quando indicado em projeto) e expansão $< 2\%$, cabendo a determinação dos valores de CBR e de expansão pertinentes, por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de Compactação – Norma DNIT 164/2013-ME (Método B);
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) – Norma DNIT 172/2016-ME, com a energia do Ensaio de Compactação (Método B).

4.2.3 Equipamentos

Os aterros serão executados mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

4.2.4 Execução

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal e em extensões tais que permitam seu umedecimento e compactação 100% do Proctor Normal. Para o corpo dos aterros, a espessura da camada compactada não deverá ultrapassar 30 cm e, para as camadas finais, essa espessura não deverá ultrapassar 20 cm.

A localização das áreas de bota-fora e jazida de empréstimo foram definidas e apresentadas pela equipe técnica da prefeitura. Por se tratar de obra de pavimentação em via pública, a apresentação do licenciamento ambiental será de responsabilidade do Município.

Os volumes de cortes e aterros compactados obtidos estão expressos nos projetos e não estão considerados os empolamentos.

4.3 VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO

O volume total de movimentação de terra projetado deve ser analisado no projeto de terraplanagem e orçamento da obra. O volume de escavação deve servir para complementar os aterros existentes.

5 ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO

O estudo geológico e geotécnico faz parte da ciência que define os parâmetros do solo ou rocha através de ensaios como sondagem podendo ser a percussão ou a trado, ensaio de campo ou ensaio de laboratório.

É de reconhecimento geral que o projeto de uma estrutura de engenharia, por mais modesta que seja, requer o adequado conhecimento das condições do subsolo no local onde será construída, assim como também é necessário o conhecimento das áreas que servirão de jazida para fornecimento de solos granulares e rochas que servirão como materiais de construção.

Para definir as características do subleito para execução de pavimento, foram efetuados ensaios de caracterização conforme DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94, DNER-ME 122/94.

As tabelas com os resultados dos ensaios apresentam uma análise estatística dos valores descritos a seguir.

5.1 GRANULOMETRIA

A granulometria é um parâmetro que descreve como os grãos de um material sólido, como areia, cascalho ou solo, estão distribuídos em relação ao seu tamanho. Ela é definida pela proporção relativa dos diferentes tamanhos de grãos que compõem um agregado.

Para determinar a granulometria, o material é peneirado em peneiras com diferentes aberturas e os grãos são separados em diferentes tamanhos, medidos em micrômetros ou milímetros. Em seguida, calcula-se o percentual de material que passa ou fica retido em cada peneira, e isso gera um gráfico ou curva granulométrica, que é essencial para avaliar as propriedades do agregado, conforme ABNT NBR NM 248.

Os dados obtidos são usados para gerar uma curva granulométrica, que mostra a distribuição das partículas em função de seu diâmetro, apresentadas nos resultados dos ensaios. Esta curva é importante para caracterizar o solo e avaliar suas propriedades, como a permeabilidade e a coesão.

5.2 LIMITE DE LIQUIDEZ (LL)

É uma propriedade dos solos que define o teor de umidade em que o solo passa do estado plástico para o estado líquido. É importante pois ajuda a classificar o tipo de solo e prever seu comportamento em diferentes condições de umidade, especialmente para

saber se o solo poderá suportar cargas (como fundações de edifícios) ou se tende a perder coesão e estabilidade em condições muito úmidas.

Para medir o LL, o solo é preparado com diferentes teores de umidade e colocado em um equipamento chamado aparelho de Casagrande. Esse dispositivo permite que o solo seja sujeito a uma série de impactos controlados, de modo que o operador consiga observar a transição de estado. Quando a amostra de solo atinge uma umidade em que se fecha uma fissura com exatamente 25 golpes do equipamento, essa umidade é considerada o limite de liquidez, conforme ABNT NBR 6459.

5.3 ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP)

É uma propriedade do solo que indica a faixa de umidade em que ele se comporta de forma plástica, ou seja, em que pode ser moldado sem se quebrar ou desintegrar. O IP é calculado pela diferença entre o limite de liquidez (LL) e o limite de plasticidade (LP) (ABNT NBR 7180).

O valor do IP reflete a capacidade do solo de mudar de forma ao ser manuseado. Solos com alto índice de plasticidade têm uma ampla faixa de umidade em que permanecem plásticos, o que indica a presença de argilas expansivas. Já solos com baixo IP, como os arenosos, têm pouca ou nenhuma plasticidade.

5.4 ÍNDICE DE GRUPO (IG)

É um parâmetro obtido em função dos três ensaios acima e utilizado para avaliar a qualidade dos solos, especialmente em projetos de pavimentação. Ele foi desenvolvido para complementar a classificação do solo segundo o Sistema de Classificação AASHTO M 145 (American Association of State Highway and Transportation Officials), que categoriza solos com base em suas propriedades de granulometria e plasticidade. O índice de grupo ajuda a quantificar a "qualidade" ou "adequação" do solo como material de subleito em rodovias, indicando a necessidade de estabilização ou reforço.

Os valores de IG podem ser interpretados da seguinte forma:

- IG de 0 a 20: valores baixos indicam que o solo tem boas propriedades como subleito para pavimentos e pode não precisar de tratamento.
- IG alto (acima de 20): indica que o solo pode ter baixa qualidade para o subleito de pavimentação, sugerindo a necessidade de reforço ou substituição para melhorar a capacidade de suporte.

5.5 ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC OU CBR)

É um parâmetro que mede a capacidade de suporte de um solo ou material agregado em comparação a um material padrão (brita triturada), e é utilizado para avaliar a resistência de subleitos, sub-bases e bases de estradas e rodovias.

O ensaio de CBR (ABNT NBR 9895) consiste em compactar uma amostra de solo em um cilindro e, em seguida, aplicar uma carga por meio de um pistão padrão, que penetra na amostra a uma taxa controlada. Durante o teste, mede-se a pressão necessária para que o pistão penetre uma profundidade específica no solo (geralmente 2,5 mm e 5,0 mm). O CBR é calculado pela razão entre a pressão aplicada no solo e a pressão necessária para penetrar a mesma profundidade no material padrão.

5.6 EXPANSÃO (%)

O ensaio de expansão (ABNT NBR 7185) é um teste realizado em solos e materiais compactados para avaliar sua tendência de expansão quando em contato com a água. Tem o objetivo de medir o aumento de volume (expansão) que ocorre em uma amostra de solo quando ela é submersa em água por um período de tempo específico. O resultado é expresso como uma porcentagem de expansão com relação à altura original da amostra. Esse índice ajuda a prever o comportamento do solo em condições de umidade e sua capacidade de causar deformações prejudiciais e ajuda a decidir se o solo precisa de tratamento, estabilização ou substituição.

5.7 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DA EXECUÇÃO DA SONDAGEM


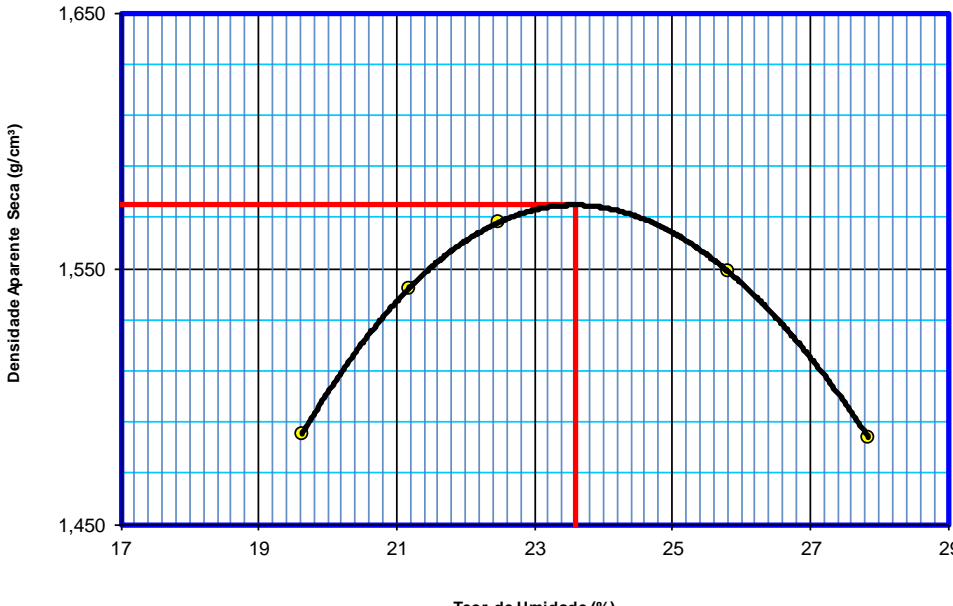
Figura 5 – Relatório fotográfico de sondagem



Fonte: Geomapa (2025).


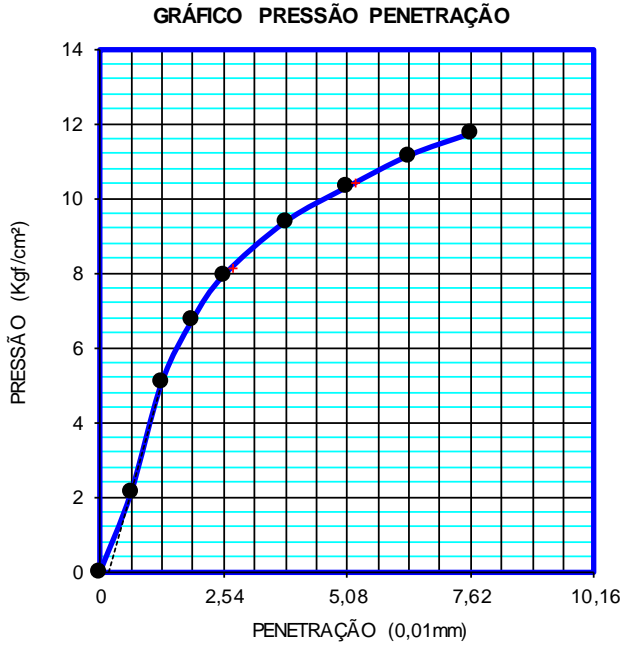
5.8 RESULTADOS DOS ENSAIOS

Tabela 1 – Compactação e Umidade – Furo 21

		LABORATÓRIO DE SOLOS				
		COMPACTAÇÃO DE SOLOS				
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
COMPACTAÇÃO						
Cilindro nº	9	9	9	9	9	
Água Adicionada (ml)	300	360	420	480	480	
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)	3752,9	3846,4	3899,3	3929	3875,4	
Peso do Cilindro (g)	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	
Peso do Solo Úmido (g)	1815,60	1909,10	1962,00	1991,70	1938,10	
Volume do Cilindro (cm³)	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	
Densidade Aparente Úmida (g/cm³)	1,78	1,87	1,92	1,95	1,90	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						
Cápsula nº	78	73	50	82	84	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	102,96	99,64	91,32	100,5	95,42	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	90,84	87,19	79,68	85,67	80,70	
Peso da Água (g)	12,12	12,45	11,64	14,83	14,72	
Peso da Cápsula (g)	29,08	28,39	27,90	28,20	27,83	
Peso do Solo Seco (g)	61,76	58,80	51,78	57,47	52,87	
Teor de Umidade (%)	19,62	21,17	22,48	25,80	27,85	
Umidade Adotada (%)	19,62	21,17	22,48	25,80	27,85	
Densidade Aparente Seca (g/cm³)	1,49	1,54	1,57	1,55	1,48	
DENSIDADE APARENTE						
						
DENS. SECA MÁXIMA (g/cm³)		1,575		UMIDADE ÓTIMA (%)		23,6


Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 2 – Índice de Suporte Califórnia (CBR) – Furo 21

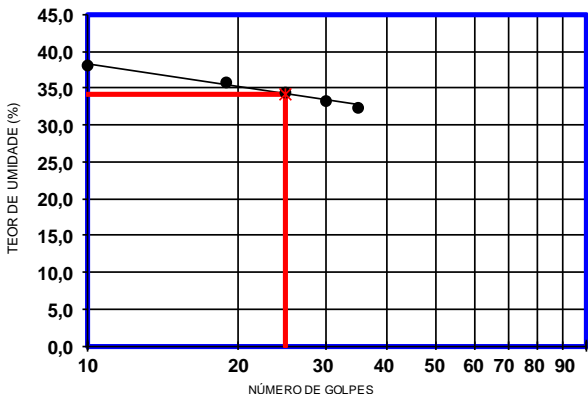
		LABORATÓRIO DE SOLOS													
		ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA													
OBRA/TRECHO Trombudo Central		PROCEDÊNCIA		CAMADA SUB-BASE	DATA										
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA NORMAL	PROF.(M)	OPERADOR LUCAS	REGISTRO										
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA															
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		DE MOLDAGEM		UMIDADE NATURAL									
Cápsula nº		59,00		50,00		111,00		71,00		05n					
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)		93,64		79,16		99,43		93,00		83,88					
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)		90,05		76,35		85,77		80,53		70,82					
Peso da Água (g)		3,59		2,81		13,66		12,47		13,06					
Peso da Cápsula (g)		27,84		27,90		27,83		27,58		27,88					
Peso do Solo Seco (g)		62,21		48,45		57,94		52,95		42,94					
Teor de Umidade (%)		5,80		5,80		23,60		23,60		30,4					
Umidade Média (%)		5,80		23,60		23,60		23,60		30,4					
UMID. ÓTIMA (%)	23,59	AMOSTRA ÚMIDA (g)		5.000,0		ÁGUA A ADICIONAR (ml)		840,52							
COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA						EXPANSÃO									
MOLDAGEM						ÓTIMA		Altura do Corpo de Prova (mm)				113,340			
Cilindro nº						13		DATA		Tempo		Leitura		Expansão	
Água Adicionada (ml)						840,52				Decorrido		Deflet.		(%)	
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)						9349,4				(Dias)		(mm)			
Peso do Cilindro (g)						5342,2		Dia 00		0				0,00	
Peso do Solo Úmido (g)						4007,2		Dia 01		1				0,00	
Volume do Cilindro (cm³)						2055,84		Dia 02		2				0,00	
Densid. Aparente Úmida (g/cm³)						1,9490		Dia 03		3				0,00	
Densid. Aparente Seca (g/cm³)						1,5770		Dia 04		4		0,48		0,42	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO															
Constante do Anel										0,08441					
Tempo	Penet.	Leitura		Pressão											
(min.)	(mm)	0,001mm		(kgf/cm²)											
0,5	0,635	25		2,1											
1	1,27	60		5,1											
1,5	1,905	80		6,8											
2	2,54	94		7,9											
3	3,81	111		9,4											
4	5,08	122		10,3											
5	6,35	132		11,1											
6	7,62	139		11,7											
8	10,16														
CÁLCULO DO I.S.C.															
Leitura		Pressão				I.S.C.									
(mm)		Aplic.		Corrigida		(%)									
2,54		7,93		8,14		11,6									
5,08		10,30		10,42		9,9									
															
D. MÁX (g/cm³)=		1,575		H. ÓT. (%)=		23,59		I.S.C. (%)=		11,58		Exp. (%)		0,42	

Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 3 – Caracterização do solo (LL e LP) – Furo 21

		LABORATÓRIO DE SOLOS				
		CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS				
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
LIMITE DE LIQUEDEZ						
Cápsula nº	1	2	3	4	5	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	28,84	28,49	21,86	31,13	25,11	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	23,77	23,42	18,45	25,23	20,52	
Peso da Água (g)	5,07	5,07	3,41	5,90	4,59	
Peso da Cápsula (g)	8,12	8,20	8,50	8,75	8,45	
Peso do Solo Seco (g)	15,65	15,22	9,95	16,48	12,07	
Teor de Umidade (%)	32,4	33,3	34,3	35,8	38,0	
Nº de golpes	35	30	25	19	10	
LIMITE DE PLASTICIDADE						
Cápsula nº	1	2	3	4	5	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	7,04	7,30	7,34	7,49	7,66	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	6,61	6,78	6,80	6,94	7,04	
Peso da Água (g)	0,43	0,52	0,54	0,55	0,62	
Peso da Cápsula (g)	5,04	5,00	4,88	5,04	4,95	
Peso do Solo Seco (g)	1,57	1,78	1,92	1,90	2,09	
Teor de Umidade (%)	27,4	29,2	28,1	28,9	29,7	
Valor aceito?	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA						
UMIDADE HIGROSCÓPICA			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
Cápsula nº	59,00	Peneiras	Peso Retido	Peso Passando (g)	% Passando Acumulada	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	93,64	(pol)				
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	90,05	3/4"	0,00	1418,57	100,0	
Peso da Água (g)	3,59	3/8"	0,00	1418,57	100,0	
Peso da Cápsula (g)	27,84	nº4	0,00	1418,57	100,0	
Peso do Solo Seco (g)	62,21	nº10	14,59	1403,98	99,0	
Teor de Umidade (%)	5,80	nº 40	3,36	102,67	95,8	
Amostra total úmida (g)	1500,00	nº 80	0,00	102,67	95,8	
Amostra total seca (g)	1418,57	nº 200	34,60	68,07	63,5	
Amostra total úmida (g) (fina)	112,18					
Amostra total seca (g)	106,03					
RESUMO DOS RESULTADOS						
LIMITE DE LIQUEDEZ (%)				34,2		
LIMITE DE PLASTICIDADE (%)				28,7		
ÍNDICE DE PLASTICIDADE (%)				5,5		
%PASSANDO # 4,8mm				100,0		
%PASSANDO # 2,0mm				99,0		
%PASSANDO # 0,42mm				95,8		
%PASSANDO # 0,074mm				63,5		
CLASSIFICAÇÃO HRB				A4		
ÍNDICE DE GRUPO				3		
Obs:						


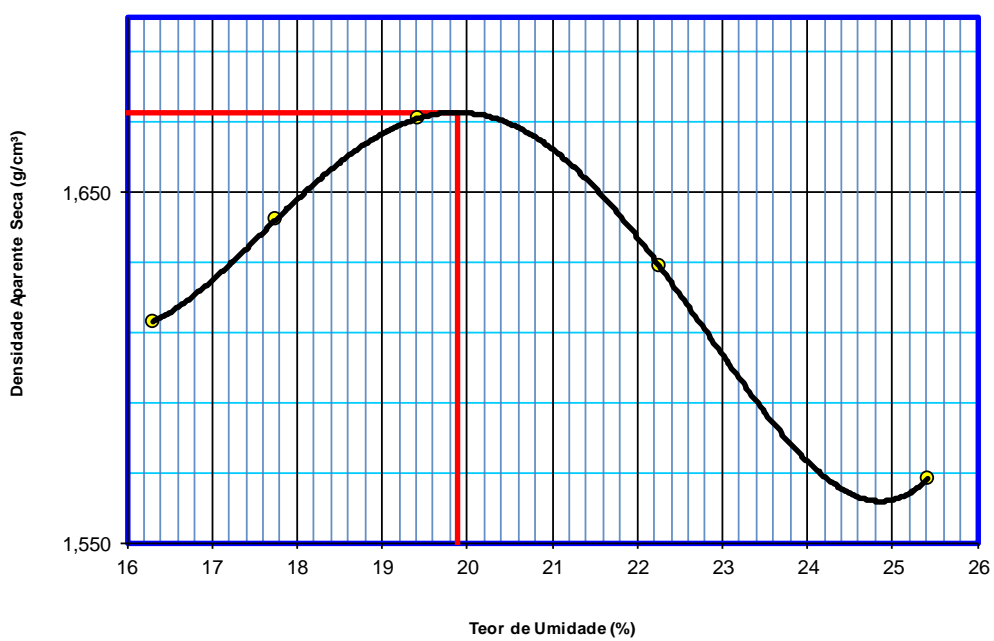
LIMITE DE LIQUEDEZ



LIMITE DE LIQUEDEZ (%)	34,2
LIMITE DE PLASTICIDADE (%)	28,7
ÍNDICE DE PLASTICIDADE (%)	5,5
%PASSANDO # 4,8mm	100,0
%PASSANDO # 2,0mm	99,0
%PASSANDO # 0,42mm	95,8
%PASSANDO # 0,074mm	63,5
CLASSIFICAÇÃO HRB	A4
ÍNDICE DE GRUPO	3


Fonte: Geomapa (2025).

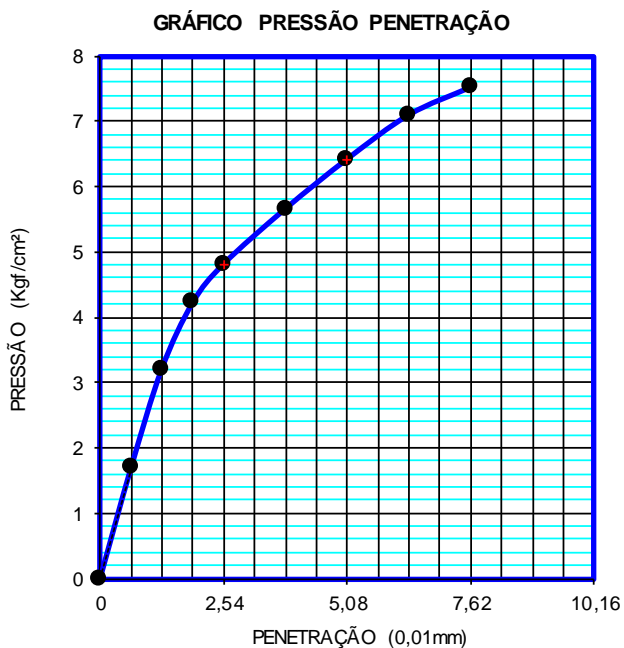
Tabela 4 – Compactação e Umidade – Furo 22

		LABORATÓRIO DE SOLOS				
		COMPACTAÇÃO DE SOLOS				
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
COMPACTAÇÃO						
Cilindro nº	9	9	9	9	9	
Água Adicionada (ml)	300	360	420	480	480	
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)	3854,1	3912,5	3976,6	3972,2	3946,8	
Peso do Cilindro (g)	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	
Peso do Solo Úmido (g)	1916,80	1975,20	2039,30	2034,90	2009,50	
Volume do Cilindro (cm ³)	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	
Densidade Aparente Úmida (g/cm ³)	1,88	1,93	2,00	1,99	1,97	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						
Cápsula nº	11n	09n	13n	21n	07n	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	91,94	106,48	101,13	104,91	98,37	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	82,94	94,59	89,18	90,78	84,11	
Peso da Água (g)	9,00	11,89	11,95	14,13	14,26	
Peso da Cápsula (g)	27,73	27,61	27,68	27,29	28,01	
Peso do Solo Seco (g)	55,21	66,98	61,50	63,49	56,10	
Teor de Umidade (%)	16,30	17,75	19,43	22,26	25,41	
Umidade Adotada (%)	16,30	17,75	19,43	22,26	25,41	
Densidade Aparente Seca (g/cm ³)	1,61	1,64	1,67	1,63	1,57	
DENSIDADE APARENTE						
						
DENS. SECA MÁXIMA (g/cm ³)		1,673		UMIDADE ÓTIMA (%)		19,9

Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 5 – Índice de Suporte Califórnia (CBR) – Furo 22

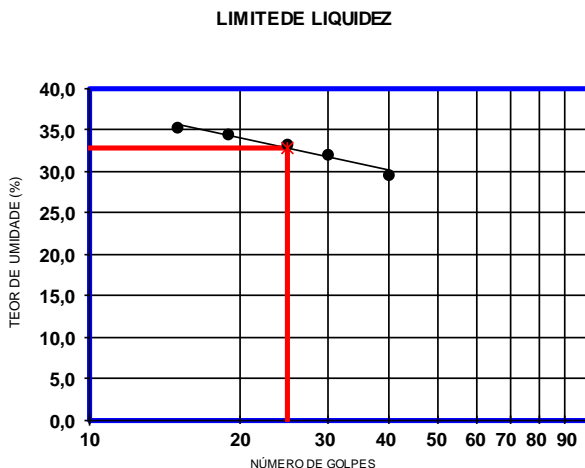
		LABORATÓRIO DE SOLOS								
		ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA								
OBRA/TRECHO Trombudo Central		PROCEDÊNCIA		CAMADA SUB-BASE	DATA					
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA NORMAL	PROF.(M)	OPERADOR LUCAS	REGISTRO					
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA										
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		DE MOLDAGEM		UMIDADE NATURAL				
Cápsula nº		82,00	08n	78,00	14,00	63				
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)		103,43	96,93	105,75	106,24	101,44				
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)		100,48	94,23	93,07	93,19	87,88				
Peso da Água (g)		2,95	2,70	12,68	13,05	13,56				
Peso da Cápsula (g)		28,20	27,47	29,08	27,28	27,14				
Peso do Solo Seco (g)		72,28	66,76	63,99	65,91	60,74				
Teor de Umidade (%)		4,10	4,00	19,80	19,80	22,3				
Umidade Média (%)		4,05		19,80						
UMID. ÓTIMA (%)	19,88	AMOSTRA ÚMIDA (g)		5.000,0	ÁGUA A ADICIONAR (ml)	760,70				
COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA				EXPANSÃO						
MOLDAGEM		ÓTIMA		Altura do Corpo de Prova (mm)		113,010				
Cilindro nº		15		DATA	Tempo	Leitura	Expansão (%)			
Água Adicionada (ml)		760,70			Decorrido (Dias)	Deflet. (mm)				
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)		9460,8		Dia 00	0		0,00			
Peso do Cilindro (g)		5342,4		Dia 01	1		0,00			
Peso do Solo Úmido (g)		4118,4		Dia 02	2		0,00			
Volume do Cilindro (cm³)		2054,44		Dia 03	3		0,00			
Densid. Aparente Úmida (g/cm³)		2,0050		Dia 04	4	0,93	0,82			
Densid. Aparente Seca (g/cm³)		1,6740								
ENSAIO DE PENETRAÇÃO										
Constante do Anel		0,08441								
Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura (0,001mm)	Pressão (kgf/cm²)							
0,5	0,635	20	1,7							
1	1,27	38	3,2							
1,5	1,905	50	4,2							
2	2,54	57	4,8							
3	3,81	67	5,7							
4	5,08	76	6,4							
5	6,35	84	7,1							
6	7,62	89	7,5							
8	10,16									
CÁLCULO DO I.S.C.										
Leitura (mm)	Pressão (Aplic. / Corrigida)		I.S.C. (%)							
2,54	4,81	4,81	6,8							
5,08	6,42	6,42	6,1							
D. MÁX (g/cm³)=		1,673	H. ÓT. (%)=		19,88	I.S.C. (%)=		6,84	Exp. (%)	0,82



Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 6 – Caracterização do solo (LL e LP) – Furo 22

OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
LABORATÓRIO DE SOLOS						
CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS						
LIMITE DE LIQUEDEZ						
Cápsula nº	6	7	8	9	10	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	28,36	30,67	28,57	27,63	30,88	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	23,82	25,24	23,56	22,76	25,16	
Peso da Água (g)	4,54	5,43	5,01	4,87	5,72	
Peso da Cápsula (g)	8,50	8,26	8,46	8,59	8,89	
Peso do Solo Seco (g)	15,32	16,98	15,10	14,17	16,27	
Teor de Umidade (%)	29,6	32,0	33,2	34,4	35,2	
Nº de golpes	40	30	25	19	15	
LIMITE DE PLASTICIDADE						
Cápsula nº	6	7	8	9	10	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	6,35	6,41	6,51	6,43	6,43	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	6,04	6,11	6,24	6,12	6,15	
Peso da Água (g)	0,31	0,30	0,27	0,31	0,28	
Peso da Cápsula (g)	4,87	4,97	5,03	4,80	5,06	
Peso do Solo Seco (g)	1,17	1,14	1,21	1,32	1,09	
Teor de Umidade (%)	26,5	26,3	22,3	23,5	25,7	
Valor aceito?	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA						
UMIDADE HIGROSCÓPICA			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
Cápsula nº	82,00	Peneiras	Peso Retido	Peso Passando (g)	% Passando Acumulada	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	103,43	(pol)				
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	100,48	3/4"	0,00	1441,80	100,0	
Peso da Água (g)	2,95	3/8"	0,00	1441,80	100,0	
Peso da Cápsula (g)	28,20	nº4	0,00	1441,80	100,0	
Peso do Solo Seco (g)	72,28	nº10	22,34	1419,46	98,5	
Teor de Umidade (%)	4,10	nº 40	6,94	92,33	91,6	
Amostra total úmida (g)	1500,00	nº 80	0,00	92,33	91,6	
Amostra total seca (g)	1441,80	nº 200	26,60	65,73	65,2	
Amostra total úmida (g) (fina)	103,34					
Amostra total seca (g)	99,27					
RESUMO DOS RESULTADOS						
LIMITE DE LIQUEDEZ (%)					32,7	
LIMITE DE PLASTICIDADE (%)					26,2	
ÍNDICE DE PLASTICIDADE (%)					6,6	
%PASSANDO # 4,8mm					100,0	
%PASSANDO # 2,0mm					98,5	
%PASSANDO # 0,42mm					91,6	
%PASSANDO # 0,074mm					65,2	
CLASSIFICAÇÃO HRB					A4	
ÍNDICE DE GRUPO					3	
Obs:						



Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 7 – Quadro resumo dos resultados dos ensaios

Furo	CBR (%)	Expansão (%)
21	11,58	0,42
22	6,84	0,82

Fonte: Geomapa (2025).

6 ESTUDO DE TRÁFEGO

O estudo de tráfego visa obter os subsídios necessários para a definição do Volume Médio Diário (VMD), bem como, estimar o Número N (Repetições de passagem do eixo Padrão, 8,2 t), e conseqüentemente definir a espessura e o tipo do revestimento da pavimentação.

As diretrizes adotadas no presente Estudo de Tráfego foram embasadas e utilizou-se como referência o Manual de estudos de tráfego – Rio de Janeiro (2006) do DNIT, que reúne as informações gerais necessárias para a determinação dos dados de tráfego que são utilizados em projetos rodoviários.

Para efeito de dimensionamento de pavimentos, o tráfego de veículos comerciais (caminhões, ônibus) é de fundamental importância, pois no projeto de pavimentação serão considerados, tanto o tráfego de veículos comerciais, quanto o tráfego de veículos de passageiros (carro de passeio), constituindo o tráfego total.

6.1 OS EIXOS

As cargas dos veículos são transmitidas através das rodas dos pneus pneumáticos. As rodas dos pneumáticos (simples ou duplas) são acopladas aos eixos, que podem ser classificadas da seguinte forma:

- Eixo simples: um conjunto de duas ou mais rodas, cujos centros estão em um plano transversal vertical ou podem ser incluídos entre dois planos transversais verticais, distantes de 1 m, que se estendam por toda a largura do veículo;
- Eixo simples de roda simples: com duas rodas, uma em cada extremidade (2 pneus);
- Eixo simples de roda dupla: com quatro rodas, sendo duas em cada extremidade (4 pneus);
- Eixo tandem: quando dois ou mais eixos consecutivos, cujos centros estão distantes de 1 m a 2,40 m, e ligados a um dispositivo de suspensão que

distribui a carga igualmente entre os eixos. O conjunto de eixos constitui um eixo tandem;

- Eixo tandem duplo: com dois eixos, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (8 pneus). Nos fabricantes nacionais o espaçamento médio é de 1,30 m;
- Eixo tandem triplo: com três eixos, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (12 pneus).

O Código de Trânsito Brasileiro, através da Lei nº 9.043 de 23/09/97 e da Resolução nº 12 de 6/12/98 do CONTRAN, regulamentou as seguintes cargas máximas legais no Brasil:

Tabela 8 – Cargas máximas legais

Eixo	Carga Máxima Legal	Tolerância de 7,5%
Dianteiro simples de roda simples	6 t	6,45 t
Simple de roda simples	10 t	10,75 t
Tandem Duplo	17 t	18,28 t
Tandem Triplo	25,5 t	27,41 t
Duplo de Tribus	13,5 t	14,51 t

Fonte: CONTRAN (1998).

6.2 PARÂMETROS GERAIS DE TRÁFEGO

O dimensionamento do pavimento de concreto foi realizado considerando os seguintes dados de entrada referentes ao fluxo de veículos comerciais:

- **Ano de Referência do VMD:** 2026
- **Início da Operação (Ano 1):** 2027
- **Período de Projeto (Vida Útil):** 20 anos
- **VMDAc Inicial (2026):** 30 veículos comerciais/dia
- **Distribuição Direcional:** 50%
- **Fator de Faixa (Faixa de Projeto):** 100%

Tabela 9 - Espectro de Carga e Composição da Frota

Classe (DNIT)	Tipo de Veículo	Distribuição (%)	VMDAc (2026)	Eixos
3CB	Ônibus Trucado Misto	33,33%	10	3
2C	Caminhão Toco (Simples)	16,67%	5	2
3C	Caminhão Trucado	16,67%	5	3
4C	Caminhão Simples (4 eixos)	16,67%	5	4
4CD	Caminhão Duplo Direcional Trucado	16,67%	5	4
TOTAL		100,00%	30	

Fonte: Geomapa (2025).

Considerando a taxa de crescimento e o período de 20 anos, o tráfego total acumulado estimado na faixa de projeto resulta em um volume total de **286.903 veículos comerciais**.

Após a definição dos parâmetros gerais de tráfego e da composição da frota, procedeu-se à determinação das solicitações atuantes no pavimento. Este processo considera não apenas o número de veículos, mas também a magnitude das cargas aplicadas por seus eixos.



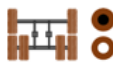
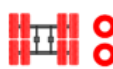

Na definição do espectro de carga, deve-se reconhecer que a frota de veículos comerciais não opera em 100% do tempo com sua capacidade máxima e foram adotadas hipóteses de carregamento ponderadas. Estas hipóteses distribuem o tráfego entre viagens realizadas com veículo vazio, com carga parcial (75%), com carga máxima legal (100% CML) e com ligeiro sobrepeso (105% CML), conforme apresentado a seguir:

Tabela 10 – Hipóteses de Carregamento

Hipóteses de Carregamento	Distribuição
Percentual de veículos comerciais com 105% carga máxima legal (105% CML)	10%
Percentual de veículos comerciais com 100% carga máxima legal (100% CML)	40%
Percentual de veículos comerciais com 75% carga máxima legal (75% CML)	10%
Percentual de veículos comerciais sem carga (Vazio)	40%
	100%

Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 11 – Quantidade de repetições por tipo de eixo e carga

	Tipo de Eixo	Representação Gráfica	HIPÓTESES DE CARREGAMENTO			TOTAL DE REPETIÇÕES PREVISTAS		EIXOS POR 1000 VEÍCULOS COMERCIAIS
			Condição	Distribuição	Carga (tf)	Por Tipo de Eixo	Por Carga	
ES	Eixo Simples de Rodagem Simples (ESRS) e Eixo Duplo Direcional (EDD) x 2		105,0% CML	10%	6,30	334.720	33.472	116,67
			100% CML	40%	6,00		133.888	466,67
			75% CML	10%	4,50		33.472	116,67
			Vazio	40%	3,00		133.888	466,67
	Eixo Simples de Rodagem Dupla (ESRD)		105,0% CML	10%	10,50	47.817	4.782	16,67
			100% CML	40%	10,00		19.127	66,67
			75% CML	10%	7,50		4.782	16,67
			Vazio	40%	5,00		19.127	66,67
ETD	Eixo Traseiro Misto (ETM)		105,0% CML	10%	14,18	95.634	9.563	33,33
			100% CML	40%	13,50		38.254	133,33
			75% CML	10%	10,13		9.563	33,33
			Vazio	40%	5,50		38.254	133,33
	Eixo Tandem Duplo (ETD)		105,0% CML	10%	17,85	95.634	9.563	33,33
			100% CML	40%	17,00		38.254	133,33
			75% CML	10%	12,75		9.563	33,33
			Vazio	40%	6,00		38.254	133,33
ETT	Eixo Tandem Triplo (ETT)		105,0% CML	10%	26,78	47.817	4.782	16,67
			100% CML	40%	25,50		19.127	66,67
			75% CML	10%	19,13		4.782	16,67
			Vazio	40%	9,00		19.127	66,67

Fonte: Geomapa (2025).

Definido o espectro de carga, deve-se realizar o cálculo dos Fatores de Equivalência de Carga (FEC). Para pavimentos rígidos, segundo o método da AASHTO, estes fatores convertem as diferentes cargas por eixo em um número equivalente de passagens do eixo padrão (simples de rodagem dupla de 8,2 tf ou 18 kips).

É importante ressaltar que, no método da AASHTO para pavimentos de concreto, os FECs são dependentes da espessura da placa e do nível de serventia final desejado. Para este cálculo, foram adotados os seguintes parâmetros de entrada:

- **Espessura da placa de concreto:** 15,0 cm
- **Índice de Serventia Final:** 2,5

A tabela a seguir detalha os tipos de eixos, suas cargas legais, os FECs calculados para cada cenário de carregamento e, por fim, a determinação do Fator de Veículo (FV) ponderado para cada classe da frota.

Tabela 12 – Determinação do Número N

Tipo de Eixo		Hipóteses de Carregamento							
		Carga (tf)				FC - AASHTO RÍGIDO			
		Vazio	75% CML	100% CML	105,0% CML	Vazio	75% CML	100% CML	105,0% CML
Eixo Simples de Rodagem Simples	ESRS	3,00	4,50	6,00	6,30	0,018	0,095	0,302	0,366
Eixo Simples de Rodagem Dupla	ESRD	5,00	0,00	10,00	10,50	0,145	0,000	2,236	2,781
Eixo Duplo Direcional	EOD	6,00	0,00	12,00	12,60	0,036	0,190	0,604	0,732
Eixo Traseiro Misto	ETM	5,50	0,00	11,50	14,18	0,053	0,000	1,081	1,908
Eixo Tandem Duplo	ETD	6,00	0,00	17,00	17,85	0,046	0,000	2,705	3,310
Eixo Tandem Triplo	ETT	9,00	0,00	25,50	26,78	0,078	0,000	4,519	5,558

Classe (Nomenclatura DNIT)	Tipo de Eixo							Distribuição do trafego	Hipóteses de Carregamento							
	ESRS	ESRD	EOD	ETM	ETD	ETT	Vazio		75% CML	100% CML	105,0% CML	Vazio	75% CML	100% CML	105,0% CML	
	Quan. de Eixos								FV (Individual) - AASHTO				FV (Total) - AASHTO			
2CB	1	1	0	0	0	0	0,00%	0,163	0,095	0,302	0,366	0,000	0,000	0,000	0,000	
3CB	1	0	0	1	0	0	33,33%	0,051	0,19	0,604	0,732	0,017	0,063	0,201	0,244	
4CB	0	0	1	1	0	0	0,00%	0,069	0,19	2,84	3,468	0,000	0,000	0,000	0,000	
2C	1	1	0	0	0	0	16,67%	0,163	0,095	0,302	0,366	0,027	0,015	0,050	0,061	
3C	1	0	0	0	1	0	16,67%	0,064	0	1,081	1,906	0,011	0,000	0,180	0,218	
4C	1	0	0	0	0	1	16,67%	0,086	0	2,705	3,31	0,016	0,000	0,451	0,552	
4CD	0	0	1	0	1	0	16,67%	0,082	0	3,317	4,037	0,014	0,000	0,558	0,678	
3CD	1	0	0	1	0	0	0,00%	0,051	0,19	0,604	0,732	0,000	0,000	0,000	0,000	
2C2	1	3	0	0	0	0	0,00%	0,453	0,285	0,906	1,098	0,000	0,000	0,000	0,000	
3C3	1	2	0	0	1	0	0,00%	0,354	0,19	1,685	2,038	0,000	0,000	0,000	0,000	
3C2	1	2	0	0	1	0	0,00%	0,354	0,19	1,685	2,038	0,000	0,000	0,000	0,000	
3C3	1	1	0	0	2	0	0,00%	0,255	0,095	2,464	2,978	0,000	0,000	0,000	0,000	
3D4	1	0	0	0	3	0	0,00%	0,156	0	3,243	3,918	0,000	0,000	0,000	0,000	
2S1	1	2	0	0	0	0	0,00%	0,308	0,19	0,604	0,732	0,000	0,000	0,000	0,000	
2S2	1	1	0	0	1	0	0,00%	0,209	0,095	1,383	1,672	0,000	0,000	0,000	0,000	
2S3	1	1	0	0	0	1	0,00%	0,241	0,095	3,007	3,676	0,000	0,000	0,000	0,000	
3S1	1	1	0	0	1	0	0,00%	0,209	0,095	1,383	1,672	0,000	0,000	0,000	0,000	
3S2	1	0	0	0	2	0	0,00%	0,11	0	2,162	2,612	0,000	0,000	0,000	0,000	
3S3	1	0	0	0	1	1	0,00%	0,142	0	3,786	4,616	0,000	0,000	0,000	0,000	
3T4	1	0	0	0	3	0	0,00%	0,156	0	3,243	3,918	0,000	0,000	0,000	0,000	
3,5	1	1	0	0	3	0	0,00%	0,301	0,095	3,545	4,284	0,000	0,000	0,000	0,000	
3T6	1	0	0	0	4	0	0,00%	0,202	0	4,324	5,224	0,000	0,000	0,000	0,000	
3V5	1	0	0	0	2	1	0,00%	0,188	0	4,867	5,923	0,000	0,000	0,000	0,000	
3M6	1	0	0	0	1	2	0,00%	0,22	0	6,491	7,926	0,000	0,000	0,000	0,000	
TOTAL							100,00%			TOTALS		0,085	0,079	1,436	1,747	

Fonte: Geomapa (2025).

Dessa forma, a determinação do Número N (ESALs - Equivalent Single Axle Loads) de projeto é obtida através do produto do Volume Total de Veículos Comerciais (Vt) acumulado na faixa de projeto pelo Fator de Veículo (FV) médio ponderado da frota.

O quadro resumo abaixo apresenta os valores finais obtidos para o dimensionamento do pavimento rígido:

Tabela 13 – Resumo Final

FV AASHTO Rígido	0,791
VOLUME TOTAL DE VEÍCULOS COMERCIAIS (Vt)	286.903
NÚMERO N AASHTO RÍGIDO	2,27E+05

Fonte: Geomapa (2025).

6.3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO DE CONCRETO

O dimensionamento da estrutura do pavimento rígido foi elaborado com base nas diretrizes da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), utilizando o método da PCA (Portland Cement Association - 1984) e verificação pela AASHTO, considerando a vida útil de projeto, as características do subleito e a repetição de cargas do tráfego previsto.

A metodologia verifica a estrutura quanto a dois critérios de falha principais:

1. **Fadiga do concreto:** fissuramento devido às tensões de tração na flexão;
2. **Erosão da fundação:** perda de material do suporte (sub-base/subleito) por bombeamento nas bordas e juntas.

Sobre o subleito regularizado e compactado, está prevista a execução de uma camada de sub-base, que tem por função evitar o bombeamento de finos, uniformizar o suporte da laje de concreto e contribuir para o incremento do módulo de reação do sistema (k).

O dimensionamento considerou o módulo de reação composto ($k_{\text{combinado}}$) resultante da interação entre o subleito (CBR de Projeto) e a camada de sub-base projetada.

- **Módulo de Reação do Sistema Adotado (k):** 34 MPa/m (conforme análise mecânica).

6.3.1 Concreto - Especificações do Material

O concreto a ser empregado nas placas do pavimento deverá atender aos seguintes parâmetros de resistência mecânica aos 28 dias:

- **Resistência à Tração na Flexão $f_{ctM,k} \geq 4,5$ Mpa**
- **Módulo de Elasticidade (E):** 26.838 MPa (adotado).
- **Controle Tecnológico:** Deverá seguir rigorosamente a NBR 12655, garantindo que a resistência característica não seja inferior à especificada no projeto.

6.3.2 Tráfego de Projeto

O estudo de tráfego, considerando a contagem volumétrica, classificação dos veículos e as taxas de crescimento anual para o horizonte de projeto, resultou no Número N exemplificado anteriormente.

- **Fator de Segurança de Carga (FSC):** 1,1 a 1,2 (conforme sensibilidade adotada no método PCA para vias urbanas).

6.3.3 Análise do Subleito

Para a definição da capacidade de suporte do subleito do pavimento, foi realizada uma campanha de prospecção geotécnica com coleta de amostras e realização de ensaios de Índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR) e expansão. A análise dos dados seguiu rigorosamente os critérios estatísticos normatizados pelo Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo (DER-SP).

Os resultados dos ensaios estão retratados anteriormente. Considerando a execução do tratamento no trecho crítico supracitado, procedeu-se ao cálculo estatístico do CBR de projeto para o dimensionamento da estrutura, garantindo a representatividade do trecho homogêneo.

Considerando o menor valor ensaiado em campo, o CBR de projeto considerado foi de 6,84%

6.3.4 Espessura da Placa de Concreto

Processando-se os dados de entrada (CBR, Tráfego N e Resistência do Concreto) através do roteiro de cálculo da PCA-84/AASHTO, determinou-se a espessura necessária para consumir menos de 100% da vida útil de fadiga e erosão.

- **Espessura Adotada (h): 15,0 cm**
- **Espessura da Base (h): 10cm**

Tabela 14 - Resumo do Dimensionamento AASHTO

MÓDULO DE REAÇÃO DO SISTEMA DE APOIO			
6,84%	CBR / ISC	41,0	Modulo de Reação - $k_{SUBLEITO}$ (MPa/m)
1	Quantidade de Camadas (Sub-Base / Base)		
Granular (BGS)		Material da camada de base	
10,0	Espessura da base (cm)		
45,4	Modulo de Reação - $k_{SUBBASE}$ (MPa/m) - Estimado	0,04536	Modulo de Reação - $k_{SISTEMA DE APOIO}$ (MPa/m) - Adotado
			45,4
DIMENSIONAMENTO PELA AASHTO 86/93			
Para o dimensionamento do pavimento rígido, foi utilizada a metodologia da American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO/1993.			
PARÂMETROS DE PROJETO			
20	Período do Projeto (anos)	Resistência à tração na flexão do concreto - $f_{ct,1}$ (MPa)	4,5
15,00	Espessura da placa de concreto (cm)	Módulo de elasticidade do concreto (MPa)	26.838
45,4	Modulo de Reação - $k_{SISTEMA DE APOIO}$ (MPa/m)	Qualidade do sistema de drenagem	Médio
90,0%	Nível de confiabilidade	1 semana para drenar	
-1,282	Coefficiente da distribuição de Student	Perctual de tempo em que a estrutura estará exposta a teores de umidade próximos ao de saturação	1 - 5%
0,30	Desvio padrão de cálculo	Coefficiente de drenagem	1,05
4,20	Índice de serventia inicial	Acostamento de concreto / Apoio lateral	Não
2,50	Índice de serventia final	Juntas transversais com barra de transferência	Não
1,70	Índice de serventia final	Coefficiente de transferência de carga	3,8
ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO AASHTO 86/93			
2,27E+05	Número total de solicitações equivalentes do eixo-padrão AASHTO solicitantes		62%
3,69E+05	Número total de solicitações equivalentes do eixo-padrão AASHTO admissíveis		

Conclusão: Espessura de 15 cm da placa de concreto, SUFICIENTE para atender ao tráfego solicitante previsto

6.3.5 Modulação das Placas (Geometria)

A definição das dimensões das placas de concreto foi realizada visando compatibilizar as tensões oriundas da retração hidráulica e térmica do concreto com a geometria da via. O objetivo é evitar o surgimento de fissuras aleatórias e o empenamento excessivo das placas.

Para a determinação do comprimento máximo admissível das placas (L), foram adotados os dois critérios limites recomendados pela bibliografia técnica (PCA/ABCP), descritos pelas equações abaixo:

O parâmetro l é obtido pela seguinte equacionamento:

$$l = \left(\frac{E \times h^3}{12 \times (1 - \mu^2) \times k} \right)^{0,25}$$

$$J_T < 5,25 \times l$$

Onde:

E: Módulo de Elasticidade do Concreto;

- h: Espessura da placa;
- u: Coeficiente de Poisson do concreto;
- k: Módulo de reação do conjunto de fundação.

Resultados da Análise:

Utilizando os parâmetros de projeto definidos anteriormente, obteve-se os seguintes resultados de rigidez conforme a planilha de cálculo do projeto:

- **Módulo de Elasticidade (E):** 26.838 MPa;
- **Coeficiente de Poisson (u):** 0,24;
- **Módulo de Reação (k):** 34 MPa/m;
- **Espessura da Placa (h):** 15,0 cm;
- **L=0,70m**

Com base no raio de rigidez relativa calculado (l), o método mecanicista define o espaçamento máximo admissível entre juntas (JT) para garantir que as tensões de empenamento térmico não induzam fissuras transversais na placa.

- **Espaçamento Máximo Calculado (JT):** 3,65 m
- **Espaçamento Adotado em Projeto:** 3,0 m
- **Largura das Placas (Transversal):** Variável conforme a geometria da via e largura da pista.

6.3.6 Sistema de Juntas

O pavimento contará com juntas transversais de retração (serradas) e juntas longitudinais (de construção ou serradas), devidamente seladas para impedir a infiltração de água e materiais incompressíveis.

6.3.7 Barras de Ligação (Juntas Longitudinais)

Nas juntas longitudinais (encontro entre faixas de tráfego), serão utilizadas barras de ligação para impedir a abertura da junta e o afastamento das placas. Estas barras são de aço nervurado e devem garantir a ancoragem entre as faixas adjacentes.

- **Tipo de Aço:** Aço CA-50 ou CA-60 (Nervurado).
- **Diâmetro (\emptyset):** 10,0 mm.
- **Espaçamento (e):** 50,0 cm (centro a centro).
- **Posicionamento:** Meia altura da placa ($h/2$), centradas na junta longitudinal.

6.3.8 Selagem de Juntas

Todas as juntas (transversais e longitudinais) deverão ser alargadas através de corte com disco diamantado, limpas com ar comprimido e seladas com material elástico apropriado (selante à base de poliuretano ou silicone), respeitando o fator de forma indicado no projeto detalhado de juntas, garantindo a estanqueidade do sistema.

7 PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL

7.1 CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES

As caixas coletoras destinam-se à captação das águas que escoam pelos meios-fios e calçadas. As caixas de captação de águas superficiais são projetadas de tal forma que a areia fique depositada em um compartimento facilitando a limpeza das mesmas, conforme projeto.

Está prevista a substituição das caixas, que deverão ser executadas de acordo com o projeto, no que se refere às dimensões da espessura das paredes e locação das mesmas na plataforma.

Para a execução das caixas deverá ser realizada escavação no local da vala e realizado o reaterro com o material da escavação.

Os materiais empregados na sua execução deverão ser blocos de concreto, assentados sobre piso de concreto simples, com espessura de 10 cm, e rejuntados entre si, com argamassa de cimento e areia média com traço em volume de 1:3 respectivamente, deve ser executada uma cinta de amarração (viga de concreto com barras longitudinais). Os elementos devem ser bem rejuntados para evitar infiltração entre os elementos de ligação provocando erosão e recalques no reaterro e garantir estanqueidade no reservatório de água no sifão.

8 ESTUDO DO TRAÇADO

A elaboração do Projeto Geométrico desenvolveu-se com apoio nos elementos levantados na fase de estudos topográficos e nas Normas para Projetos Geométricos de Estradas de Rodagem, e demais estudos e projetos inter-relacionados.

Com base no levantamento topográfico, foi lançado o eixo da estrada, tentando usar o máximo do eixo existente.

O greide foi projetado de maneira a corrigir alguns pontos críticos, procurando sempre que possível atender aos pontos de cotas obrigatórias, conservando-se ao máximo o existente.

O gabarito proposto no projeto segue o estabelecido em levantamento, no que diz respeito aos alinhamentos frontais das testadas de cada lote, cabendo ao Município de Trombudo Central aprovar os projetos de acordo com o que determina a legislação municipal vigente. Nas seções tipo demonstrativas do projeto é possível visualizar com mais detalhes os elementos a serem implantados como largura de cada pista e outros elementos.

Obs.: A empresa executora deverá solicitar o arquivo digital e o arquivo com as cotas e as referências topográficas para a locação da obra.

9 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Os serviços de pavimentação serão executados obedecendo as fases de serviço descritas a seguir.

9.1 REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA

Consiste no preparo da camada de regularização do subleito que compreendem cortes e/ou aterros até 20 cm de espessura e a compactação da mesma, de modo a conferir condições adequadas em termos geométricos e tecnológicos.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados através da topografia com aparelho de precisão, como: locação, nivelamento e outros.

Deverá ser realizada a regularização do subleito, com energia de compactação normal ou intermediária conforme especificações DNIT 164/2013-ME.

9.1.1 Materiais

Os materiais empregados na regularização do subleito serão os do próprio subleito desde que comprovado o CBR > 6% através do Método DNIT 172/2016-ME. No caso de substituição ou adição de material, estes deverão ser provenientes de ocorrências de materiais indicados no projeto e expansão inferior a 2%.

9.1.2 Equipamento

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida, e poderá compreender basicamente as unidades: Motoniveladora pesada, equipada com escarificador; Caminhão-tanque irrigador; Trator agrícola; Grade de disco; Rolos compactadores compatíveis com o tipo de material empregado e as condições de densificação especificadas, devendo incluir obrigatoriamente rolo liso pneumático autopropulsor com pressão variável.

9.1.3 Execução

Toda vegetação, material orgânico e solos moles deverão ser removidos.

Após a execução de cortes e adição de material necessário para atingir o greide de projeto, proceder-se-á a uma escarificação geral na profundidade de 20 cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento. Não será permitida a execução dos serviços desta especificação em dias de chuva.

O teor de umidade dos materiais utilizados na regularização do subleito, para efeito de compactação, deverá estar situado no intervalo que garanta um ISC mínimo igual ao obtido no ensaio do Método DNIT 172/2016-ME. Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á o umedecimento da camada, se demasiada seca, ou a escarificação e aeração, se excessivamente úmida. Concluída a correção da umidade, a camada será conformada pela ação da motoniveladora e, em seguida, liberada para compactação.

Dever-se-á evitar a liberação da regularização do subleito ao tráfego usuário, em face da possibilidade de o mesmo causar danos ao serviço executado, em especial sob condições climáticas adversas.

9.1.4 Controle Tecnológico

Um ensaio para determinação da massa específica aparente seca *in situ* (Método DNIT 458/2025-ME), pelo método do Frasco de Areia, com espaçamento máximo de 100 m e com, no mínimo, três determinações por segmento.

Um ensaio para a determinação do Índice de Suporte Califórnia (Método DNIT 172/2016-ME), na energia de compactação adotada como referência para o trecho, para cada grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação, segundo a alínea "a", respeitando-se o espaçamento máximo de 500 m de pista.

Ensaio de granulometria, com espaçamento máximo de 500 m, de pista. Este ensaio não servirá para aceitação ou rejeição, porém é de utilidade no controle da homogeneidade dos solos de jazidas e para futuras comprovações e pesquisas.

Um ensaio de compactação com a energia especificada, com amostras coletadas a cada 100 m de pista, podendo o espaçamento ser aumentado, desde que se verifique a homogeneidade do material.

9.2 CAMADA DE BRITA GRADUADA

Para os serviços, deverão ser seguidas as especificações do DNIT 141/2010-ES, no tocante a especificações de materiais, compactação, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados de serviços através de topografia com aparelho de precisão, como por exemplo locação, nivelamento e outros.

9.2.1 Materiais

Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e isentos de material vegetal e impurezas, não apresentando filito, argilito e arenito na composição da rocha e apresentando ainda as seguintes condições:

- a) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, Método DNIT 446/2024, devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:
 - Agregados graúdos.....12%

- Agregados miúdos.....15%
- b) O Índice de Suporte Califórnia, Método DNIT 172/2016-ME, com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%;
- c) Para N menor que $5 \cdot 10^6$, maior ou igual a 60% e, para N maior que $5 \cdot 10^6$, maior ou igual a 80% sendo a energia de compactação preferencialmente a intermediária e modificada respectivamente;
- d) Granulometria, Método DNIT 412/2025-ME, por via lavada, enquadrada na faixa I.

Peneira		Porcentagem Passando, em Peso			
Série ASTM	Abertura (mm)	I	II	III	IV
2"	50,8	100	100		
1½"	38,1	90 -100	90 -100		
1"	25,4	70 - 95	75 - 90	100	100
¾"	19,0	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 -100
Nº 4	4,8	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
Nº 10	2,0	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
Nº 40	0,42	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
Nº 200	0,074	2 - 8	5 - 15	5 - 15	5 - 20

9.2.2 Equipamentos

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida e poderá compreender as unidades: carregador frontal, caminhões basculantes, motoniveladora pesada, grade de discos e/ou pulvimisturador, trator agrícola, caminhão tanque irrigador, rolos compactadores liso vibratório e pneumático autopropulsor com pressão variável, central de mistura dotada de unidade dosadora com três silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pugmill", distribuidor de agregados (solos) autopropulsor.

9.2.3 Execução

O produto da mistura deverá sair da "Usina de Solos" perfeitamente homogeneizado, com teor de umidade ligeiramente acima do ótimo, de forma a fazer frente às perdas no decorrer das operações construtivas subsequentes. No transporte, deverão ser tomadas as precauções para que não haja perda ou adição excessiva de umidade.

Não se recomenda a estocagem do material usinado, pelos riscos de segregação inerentes a tal operação.

A mistura usinada deverá ser espalhada com "distribuidor de agregados", capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação. Opcionalmente, mediante autorização da Fiscalização, a distribuição poderá ser procedida pela ação de motoniveladora, sendo que, neste caso, deverão ser estabelecidos critérios de trabalho que não causem a segregação do material e assegurem a qualidade do serviço.

Não se recomenda o espalhamento parcial ou por etapas, quanto à espessura e largura de camada individual. O espalhamento deverá ser feito de modo a se evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto, isto seja necessário, admite-se conformação pela atuação da motoniveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.

O teor da umidade da mistura, por ocasião da compactação, deve estar compreendido no intervalo de -2% a +1% em relação a umidade ótima. Preferencialmente, deve ser iniciada, no ramo seco, com umidade de, no máximo, 1% abaixo da umidade ótima.

Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á ao umedecimento da camada, se demasiadamente seca, ou a escarificação e aeração se estiver excessivamente úmida. Nesse caso o material deverá ser conformado, pela ação da motoniveladora e, em seguida, liberado para compactação

A compactação da camada será executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável.

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando nos bordos mais baixos e progredindo no sentido do ponto mais alto da seção transversal, exigindo-se que, em cada passada do equipamento, seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa densificada pela passagem anterior.

Eventuais manobras do equipamento de compactação deverão se proceder fora da área de densificação.

Em lugares inacessíveis ao equipamento convencional de compactação, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida será obtida através de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

A operação de acabamento se dará mediante o emprego de motoniveladora atuando exclusivamente em operação de corte. Complementarmente, a camada receberá um número adequado de coberturas através dos rolos compactadores.

Após a verificação e aceitação do segmento, deverá ser lançada a camada posterior. Quando prevista, deverá ser executada a imprimação do segmento, tão logo se constate a evaporação de umidade superficial.

Não se recomenda a abertura do segmento ao tráfego. No entanto, a critério da Fiscalização, e em caráter excepcional, o segmento poderá ser liberado pelo menor espaço de tempo possível, sem prejuízo à qualidade do serviço.

9.2.4 Controle Tecnológico

Anteriormente ao início da primeira execução na obra, ou no caso de se constatar alteração mineralógica (visual) na jazida ou na bancada da pedra em exploração, ou de ocorrer mudança na fonte de materiais, deverão ser executados os seguintes ensaios:

- Abrasão "Los Angeles" (Método DNIT 451/2024-ME);
 - Durabilidade (Método DNIT 446/2024);
 - Equivalente de Areia (Método DNIT 450/2024-ME).
- a) Deve-se determinar a energia de compactação necessária para obtenção da máxima "MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA";
 - b) Um ensaio de equivalente de areia, Método DNIT 450/2024-ME, a cada 500 m de pista;
 - c) Um ensaio de granulometria, Método DNIT 412/2025-ME, por via lavada, a cada 250 m de pista devendo a composição granulométrica da amostra enquadrar-se na "faixa de trabalho". Os serviços serão aceitos se os valores obtidos através estiverem em relação à curva de projeto, dentro dos limites estabelecidos abaixo:

PENEIRA		% PASSANDO, EM PESO
ASTM	mm	
3/8" a 1½"	9,5 a 38,1	± 7
Nº 10 a Nº 4	2,0 a 4,8	± 5
Nº 200 a Nº 40	0,074 a 0,42	± 2

- d) Um ensaio para a determinação da massa específica aparente seca, *in situ*, pelo método do Frasco de Areia, Método DNIT 458/2025-ME, com espaçamento máximo de 100 m e com no mínimo três determinações por segmento. O serviço será aceito se o teor de umidade para a compactação se situar na faixa fixada através da curva ISC x umidade, de forma a se obter valor para o ISC no mínimo igual ao obtido no ensaio do Método DNIT

172/2016-ME e, o grau de compactação, apresente valor de no mínimo 100% em relação a massa específica aparente seca máxima obtida conforme alínea "b".

Notas:

- No caso de paralisação, ou de demora acentuada na execução dos serviços de uma camada de brita graduada, o ensaio de granulometria deverá ser refeito de forma a garantir que, no momento da compactação, o material ainda atenda ao especificado. No caso de não atendimento, a providência a adotar será retirar o material colocado e refazer o serviço com novo material atendendo às exigências da especificação. A remoção do material e o acerto da camada inferior, para reinício do serviço, será com ônus total da Construtora, excetuando-se quando o serviço tiver sido aceito, anteriormente à paralisação;
- Em caso de não atendimento dos itens “c” e/ou “d”, a providência a adotar é retirar o material colocado e refazer o serviço com o material que satisfaça a exigência desta especificação. A remoção do material e o acerto da cama inferior, para reinício dos serviços serão com ônus exclusivo da Construtora;
- Em caso de não atendimento aos itens “e” e/ou “f”, a camada deverá ser escarificada e o serviço refeito, com ônus exclusivo da construtora.

9.3 LONA PLÁSTICA 200 MICRAS

Deverá ser instalada lona plástica 200 micras sobre a camada de brita graduada a fim de não permitir a aderência da placa de concreto com a camada. A lona deverá ser instalada em todo a área a ser pavimentada, garantindo sobreposição de, no mínimo, 30 cm das emendas e formas laterais para impedir o escoamento da nata de cimento e a umidade ascendente. Antes da concretagem deverá ser verificada toda a área a fim de confirmar a não existência de furos, rasgos, falta de traspasse e outros, que possam comprometer a impermeabilidade.

9.4 PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO

Pavimento de concreto simples para uso em vias urbanas é o pavimento cuja camada é constituída por placas de concreto de cimento Portland, não armadas (ou eventualmente com armadura sem função estrutural), que desempenham simultaneamente as funções de base e de revestimento.

9.4.1 Formas de Madeira

A execução das formas deverá atender às prescrições da NBR 6118 e das demais normas pertinentes aos materiais empregados (madeira e aço).

As formas e seus escoramentos deverão ter suficiente resistência para que as deformações, devido a ação das cargas atuantes e das variações de temperatura e umidade, sejam desprezíveis. As formas serão construídas corretamente para reproduzir os contornos, as linhas e as dimensões requeridas no projeto estrutural.

Garantir-se-á a estanqueidade das formas, de modo a não permitir as fugas de natas de cimento.

A amarração e o espaçamento das formas deverá ser feito de modo a garantir a estabilidade da caixaria, impedindo deformações. A ferragem será mantida afastada das formas por meio de espaçadores.

As formas deverão ser alocadas anteriormente à execução do pavimento e estarem de acordo com a topografia. Deverão ser assentadas na camada subjacente com base no alinhamento da pista, bem como serem fixadas com ponteiros de aço, no máximo a cada metro, de modo a suportar sem quaisquer deslocamentos os esforços inerentes ao trabalho. Para o perfeito assentamento as formas ainda devem ser calçadas em toda a sua extensão, não sendo permitidos apoios isolados.

O topo das formas deverá coincidir com a superfície de rolamento prevista, fazendo-se necessária a verificação do alinhamento e do nivelamento, não sendo admitidos desvios altimétricos ou diferenças planialtimétricas.

Deverá, também, ser efetuada verificação do fundo de caixa (no centro da pista) não se admitindo espessura, ao longo de toda a seção transversal, inferior à especificada no projeto.

9.4.2 Tela de Aço Soldada Q138 com Espaçador

Colocação da tela de aço conforme indicado no projeto, nas placas de dimensões irregulares (não retangulares ou não quadradas) e no entorno das caixas de captação, deverá ser implantada uma tela soldada do tipo Q138 a 5 cm da superfície do pavimento e no máximo a 1/3 da parte superior da placa, devendo distar 5 cm de qualquer bordo da placa. Deverão ser usados espaçadores treliçados para garantir a posição correta da tela.

9.4.3 Materiais Constituintes do Concreto

Os tipos de cimento Portland considerados adequados à pavimentação de concreto simples devem seguir as especificações da NBR 16697. Preferencialmente devem ser utilizados cimentos com módulos de finura menores (Blaine), que normalmente são os do tipo CP-II. Os agregados, água, aditivos e aço deverão seguir os requisitos do item 5 da norma do DNIT 047 e o recebimento e armazenamento conforme recomendado nas normas DNIT 050 - EM.

A composição (traço) do concreto destinado à execução de pavimentos rígidos deverá ser determinada por método racional, conforme requisitos especificados nas normas NBR 12655 e NBR 12821, de modo a obter-se com os materiais disponíveis na região uma mistura fresca de trabalhabilidade adequada ao processo construtivo empregado e, simultaneamente, um produto endurecido compacto e durável, de baixa permeabilidade (alta densidade), e que satisfaça às condições de resistência mecânica e acabamento superficial impostas pela especificação, que deve acompanhar o projeto do pavimento.

- Resistência característica à tração na flexão ($f_{ctM,k}$) $\geq 4,5$ MPa aos 28 dias, atendendo-se às referências de controle definidas no projeto. A resistência à tração na flexão será determinada em corpos de prova prismáticos, conforme procedimentos constantes nas normas NBR 5738 e NBR 12142.
- Poderá ser realizado o controle tecnológico através da resistência característica à compressão axial equivalente (f_{ck}) desde que determinada em ensaio a correlação, utilizando-se os materiais que efetivamente serão aplicados na obra. A resistência à compressão axial será determinada em corpos de prova cilíndricos, moldados e ensaiados conforme os requisitos e procedimentos constantes nas normas NBR 5738 e NBR 5739.
- Relação água / cimento máxima: $A/C \leq 0,50$ l/Kg.
- Abatimento, determinado conforme a norma NBR 7223 utilizando equipamento de pequeno porte (régua ou treliça vibratória): para vias 100% planas S100 (Slump de 100 a 155 mm). Para vias em aclives S50 (Slump de 50 a 95 mm).
- A dimensão máxima característica do agregado no concreto não deverá exceder 1/4 da espessura da placa do pavimento ou 50mm, obedecido o menor valor.

- Teor de argamassa entre 47% e 53%.
- Uso de microfibras: é utilizada para minimizar as fissuras de retração plástica. O contratado deve propor o seu uso em quantidade de acordo com as especificações do fabricante e deve ser aprovado pela fiscalização.
- Uso de macrofibras: é utilizada para minimizar as fissuras de retração plástica e conferir aumento da resistência a tração na flexão. O contratado deve propor o seu uso em quantidade de acordo com as especificações do fabricante e deve ser aprovado pela fiscalização.

9.4.4 Equipamentos para Execução

Para a execução do pavimento rígido deverá ser utilizado equipamento compatível com as características da obra e necessidade de produtividade para a situação em questão. Esses equipamentos estão descritos e especificados na norma DNIT 047/2004 - ES e podem ser do tipo régua, treliça ou rolo vibratório. Serão aceitos equipamentos de maior porte (formas-trilho e/ou pavimentadoras de formas deslizantes) desde que aplicáveis à obra. Neste caso, para outros equipamentos, devem ser seguidas as normativas específicas, DNIT 048 - ES (Execução de pavimento rígido com equipamento de forma-trilho) e DNIT 049 – ES (Execução de pavimento rígido com equipamento de forma deslizante).

Além do equipamento principal de espalhamento do concreto, a contratada fará uso dos seguintes equipamentos complementares para a correta execução do pavimento:

- Formas de madeira de contenção lateral do concreto em quantidade suficiente para 2 dias de produção;
- Bomba de pulverização costal manual (mínimo duas);
- Plataforma de apoio ou ponte de serviço: Necessária para eventuais acabamentos do concreto após a passagem do equipamento de espalhamento. Normalmente fabrica-se este equipamento na obra, prevendo-se possíveis mudanças de larguras;
- Serras de disco diamantado, autopropelidas (corta e anda) em quantidade suficiente para atendimento à demanda de cortes (mínimo duas);
- Sistema de iluminação auxiliar. Dependendo do planejamento da obra, grande parte dos cortes das juntas pode vir a ser executado a noite gerando

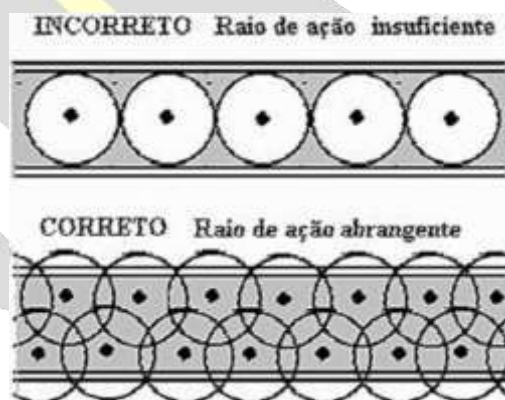
a necessidade de mobilização de um sistema de iluminação eficiente na frente de trabalho;

- Lona plástica, para em caso de chuva proteger-se o concreto fresco em fase de pega;
- Desempeneadeira metálica de cabo longo - Float manual (mínimo dois);
- Elementos para texturização: Vassoura de piaçava ou pente metálico;
- Rodo de corte de secção retangular (mínimo 3m) de cabo longo;
- Réguas de alumínio de comprimento $\geq 3\text{m}$ com secção retangular, para aferição do nivelamento da superfície acabada (mínimo três);
- Ferramentas manuais de pedreiro e armador (pás, enxadas, turquesas, etc) em quantidade suficiente para o bom andamento da obra;
- Vibradores de imersão (motor a gasolina), diâmetro $> 50\text{mm}$ (mínimo dois).

9.4.5 Adensamento e Conformação do Concreto

O equipamento para execução do pavimento de concreto será, preferencialmente, de pequeno porte do tipo régua, treliça ou rolo vibratório.

Além do adensamento superficial realizado pelos equipamentos vibratórios deverá ser realizado adensamento complementar com vibradores de imersão em toda a largura concretada, respeitando-se o raio de vibração do equipamento. Atentar para a sobreposição dos pontos de adensamento, conforme figura abaixo.



A verificação da regularidade longitudinal da superfície deverá ser feita por meio de uma régua de alumínio com mais de 3m de comprimento. Qualquer variação na superfície, superior a 5 mm, seja uma depressão ou uma saliência, deverá ser corrigida de imediato.

Eventualmente, caso as características da via permitam, podem ser utilizados equipamentos com maior produtividade (formas-trilho ou pavimentadoras de formas deslizantes), adequando-se, neste caso, às condições de execução e canteiro.

9.4.6 Acabamento e Texturização do Concreto

O acabamento final do concreto deverá ser realizado, primeiramente, por meio da utilização do rodo de corte (para retirada de irregularidades na superfície) e, na sequência com a utilização do float manual (desempenadeira de cabo longo) para o desempenho final do pavimento. Estes serviços devem ser executados imediatamente após o adensamento do concreto.

Logo a seguir, deve-se proceder com a texturização do pavimento, que deve estar de acordo com os parâmetros definidos em projeto e validados pelo Município (quando solicitado pela fiscalização). Para tanto deve-se fazer uso de vassouras de fios de nylon, vassouras de piaçava ou pentes metálicos que provocarão ranhuras na superfície das placas.

A vassoura ou o pente metálico podem ser passados na direção transversal ou longitudinal à faixa concretada, de forma homogênea e constante, afim de obter ranhuras contínuas, uniformes e alinhadas ao longo do pavimento como um todo. As ranhuras devem ser leves para não comprometer o acabamento final do pavimento e evitar geração acentuada de ruídos.

9.4.7 Cura do Concreto

Deve ser empregada a cura química, com produto a base PVA, polipropileno ou parafina, com pigmentação branca (clara), que obedeça aos requisitos descritos na norma ASTM-C 309. O produto deve ser aplicado em toda a superfície do pavimento na razão de 0,35 l/m² a 0,50 l/m² (conforme indicação do fabricante) visando a formação de película plástica, cujo objetivo é impedir a perda de água de amassamento do concreto para o ambiente. Este serviço deve ser executado por meio de aspersão imediatamente após a execução da texturização na superfície do pavimento de concreto. Como o período total de cura será de 7 dias, recomenda-se a não circulação de qualquer tráfego sobre o pavimento recém executado.

Caso as condições climáticas apresentem-se muito exacerbadas, calor ou frio em demorado e/ou muito vento, deve-se proceder com cura úmida adicional neste período

de 7 dias, espalhando-se mantas de geotêxtil umidificadas sobre o pavimento recém executado.

9.4.8 Desmoldagem

As formas só poderão ser retiradas decorridas ao menos 12 horas da finalização da concretagem (atentar para as especificações do concreto) e, desde que o concreto possa suportar sem nenhum dano a operação de desmoldagem. Durante a desmoldagem deverão ser tomados os cuidados necessários para evitar o esborcinamento nos cantos das placas.

Recomenda-se que as faces laterais das placas, ao serem expostas pela remoção das formas, sejam imediatamente protegidas por processo que lhes proporcione condições de cura análogas às da superfície do pavimento.

9.4.9 Juntas de Retração

A locação das seções onde serão executadas as juntas deverá ser feita por medidas topográficas, devendo ser determinadas as posições futuras por pontos fixos estabelecidos nas duas margens da pista ou, ainda, sobre as formas estacionárias. Deve-se estabelecer um Plano de Corte no qual se determine o momento adequado e a ordem de abertura das juntas transversais, que devem ser trabalhadas de modo a aliviar as tensões no pano concretado. Em síntese, deve-se adotar uma estratégia de corte na qual os panos venham sendo reduzidos, aliviando assim as tensões incidentes.

As juntas deverão obedecer a paginação do projeto e serem serradas no primeiro momento possível após o final de pega do concreto, momento no qual o concreto jovem já se encontra endurecido e é possível apoiar o equipamento de corte sem provocar depressões no concreto. Esse momento específico vai depender das condições climáticas, do concreto e diversos outros aspectos, mas, na grande maioria dos casos ele se dá por volta de 6-10h após a concretagem. A profundidade do corte será de 1/3 da espessura da placa e sua largura será de 3 mm. Estas juntas não precisam ser preenchidas com material selante. Somente em casos extremos, nos quais o projeto especificar armaduras de transferência de carga esse procedimento será necessário e, neste caso, atendidas as recomendações especificadas. Ao fim de cada jornada de trabalho, ou sempre que a concretagem tiver de ser interrompida por mais de 30 minutos,

deverá ser executada uma junta de construção cuja posição deve coincidir com a de uma junta transversal indicada no projeto.

9.4.10 Juntas de Expansão

São utilizados em encontro com OAEs e outras estruturas de concreto. Confeccionado com POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) de espessura de 5 mm. Será inserido posteriormente material selante nesta junta. O objetivo da selagem de juntas é minimizar a infiltração de água superficial e prevenir a entrada de material incompressível em camadas do pavimento. Selantes a frio (silicones) devido a suas propriedades, são altamente indicados para a selagem de juntas de pavimentos, dado sua alta resistência às intempéries, sua elasticidade e recuperação de forma, e seu baixo módulo de deformação. A expectativa de vida é de aproximadamente 10 anos conforme garantia de fabricantes.

9.4.11 Controle de Qualidade e Ensaios

A empresa vencedora da licitação deverá apontar laboratório que irá realizar os ensaios e controle de qualidade para a prefeitura que terá poder de veto caso este laboratório não apresente os requisitos técnicos necessários.

9.4.11.1 Determinação do Abatimento do Concreto

Deverá ser feita segundo a norma NBR 7223, em amostra coletada de cada amassada (ou betonada), antes da aplicação em obra.

9.4.11.2 Controle Geométrico

Durante a execução de cada trecho de pavimento definido para inspeção, procedese à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, de 20m em 20m ao longo do eixo, para verificar se a largura e a espessura do pavimento estão de acordo com o projeto.

Para a verificação da espessura, esta relocação e nivelamento deverão ser feitos nos mesmos pontos, tanto no topo da sub-base (antes da execução do pavimento de concreto), como no topo do pavimento de concreto (após a sua execução).

O trecho de pavimento será aceito quando:

- A variação na largura das placas for inferior a $\pm 5\%$ em relação às especificadas em projeto.

- A espessura mínima verificada for \geq àquela definida em projeto. **Não serão aceitas placas com espessura inferior à especificada.**

9.4.11.3 Controle do Acabamento Superficial

Após a conclusão de cada trecho, antes da liberação ao tráfego, este deverá ser avaliado quanto ao conforto e à suavidade ao rolamento de acordo com a especificidade e velocidade limite da via, e conforme a norma DNIT 063 - PRO (Pavimento de Concreto - Avaliação Subjetiva).

O laudo desta avaliação deverá atribuir ao trecho inspecionado um conceito sobre a condição geral da estrutura e do comportamento da pavimentação, avaliando os aspectos de integridade, capacidade e regularidade superficial, resistência à derrapagem, potencial de hidroplanagem e outros. Este conceito será dado por uma nota entre 0 e 100, sendo aprovados quanto a estes aspectos somente os trechos que apresentarem nota igual ou superior a 40.

Caso o trecho não seja aceito, a superfície do pavimento deverá ser reparada e, caso isto não seja possível, os trechos considerados com acabamento ruim deverão ser demolidos e refeitos.

9.4.11.4 Determinação da Resistência do Concreto

Na inspeção do concreto deverá ser determinada a resistência à tração na flexão na idade de controle fixada no projeto, ou então a resistência à compressão axial, desde que tenha sido estabelecida através de ensaios, para o concreto em questão, uma correlação confiável entre a resistência à tração na flexão e a resistência à compressão axial.

9.4.11.5 Moldagem dos Corpos-de-prova

A cada trecho de no máximo 2.500m² de pavimento, definido para inspeção, deverão ser moldados aleatoriamente e de amassadas diferentes, no mínimo, 6 exemplares de corpos de prova sendo cada exemplar constituído por, no mínimo, 2 corpos de prova prismáticos ou cilíndricos de uma mesma amassada, cujas dimensões, preparo e cura deverão estar de acordo com a norma NBR 5738. Na identificação dos corpos de prova deverá constar a data da moldagem, a classe do concreto e outras informações julgadas necessárias.

9.4.11.6 Ensaios

Os corpos de prova deverão ser ensaiados na idade de controle fixada no projeto, sendo a resistência à tração na flexão determinada nos corpos de prova prismáticos conforme a norma NBR 12142, e a resistência à compressão axial nos corpos de prova cilíndricos de acordo com a norma NBR 5739.

Dos 2 resultados obtidos será escolhido o de maior valor, que será considerado como sendo a resistência do exemplar.

9.4.11.7 Determinação da Resistência Característica

A resistência característica estimada do concreto do trecho inspecionado à tração na flexão ou à compressão axial será determinada a partir das expressões:

$$f_{ctmk,est} = f_{ctm28} - K_s \text{ ou } f_{ck,est} = f_{c28} - K_s$$

Onde:

$f_{ctmk,est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à tração na flexão;

f_{ctm28} = resistência média do concreto à tração na flexão, na idade de 28 dias;

$f_{ck, est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão axial;

f_{c28} = resistência média do concreto à compressão axial, na idade de 28 dias;

s = desvio padrão dos resultados;

k = coeficiente de distribuição de Student;

n = número de exemplares.

O valor do coeficiente k é função da quantidade de exemplares do lote, sendo obtido na Tabela abaixo.

n	6	7	8	9	10	12	15	18	20	25	30	32	> 32
k	0,92	0,90	0,89	0,88	0,88	0,87	0,86	0,86	0,86	0,85	0,85	0,84	0,84
	0	6	6	9	3	6	8	3	1	7	4	2	2

9.4.11.8 Aceitação Automática

O pavimento será aceito automaticamente quanto à resistência do concreto, quando se obtiver uma das seguintes condições:

$$f_{ctM, est} \geq f_{ctM,k}$$

ou

$f_{ck, est} \geq f_{ck}$

9.4.11.9 Verificações Suplementares

Quando não houver aceitação automática deverão ser extraídos no trecho, em pontos uniformemente espaçados, no mínimo, 6 corpos de prova cilíndricos de 15 cm de diâmetro, segundo a norma NBR 7680, ou corpos de prova prismáticos, conforme a norma ASTM-C 42, os quais serão ensaiados respectivamente à compressão axial (norma NBR 5739) e à tração na flexão (norma NBR 12142). Estes corpos de prova devem ser extraídos das placas que apresentarem as menores resistências no resultado do controle.

Com os resultados obtidos nestes corpos de prova será determinada a resistência característica pela fórmula $f_{ctM, est} = f_{ctM28} - K_s$ ou $f_{ck, est} = f_{c28} - K_s$. O trecho será aceito se for atendida a condição $f_{ctM, est} \geq f_{ctM,k}$ ou $f_{ck, est} \geq f_{ck}$. Caso esta condição não seja atendida deverá ser feita revisão do projeto, adotando para a resistência do concreto do trecho a resistência característica estimada e a espessura média determinada no controle geométrico.

Se o trecho ainda não for aceito deverá ser adotada, de acordo com o parecer da Fiscalização e sem ônus para o Contratante, uma das seguintes decisões:

- Aproveitamento do pavimento, com restrições ao carregamento ou ao uso.
- Reforço do pavimento.
- Demolição e reconstrução pavimento.

9.4.12 Controle de Trafegabilidade e Sequência Executiva

Deverá ser traçado um plano de execução entre a prefeitura e o contratante relativo as faixas de concretagem de modo a permitir o trânsito nas áreas não pavimentadas ou impedimento completo do tráfego.

A contratada é responsável pelo controle de trafegabilidade (pedestres, automóveis e outros) sobre o pavimento a ser executado e sobre o pavimento já executado.

A liberação do tráfego sobre pavimento já executado acontecerá somente quando o concreto atingir 80% da resistência de projeto. Esta informação deverá ser fornecida pela empresa contratada para fornecimento do concreto e tal informação deverá ser

devidamente documentada. Este prazo não poderá ser inferior a 7 dias período no qual o concreto ainda se encontra em período de cura.

9.4.13 Limpeza e Acabamento Final

Deverá ser efetuada a completa limpeza da pista antes de sua liberação por completo ao tráfego, buscando eliminar quaisquer detritos que venham a atrapalhar sua utilização. A obra deve ser liberada apenas após a completa execução dos serviços de sinalização horizontal.

9.4.14 Aceite da Obra

A contratante através do seu corpo técnico irá analisar todos os relatórios de controle de qualidade e ensaios para aceite da obra.

A obra será considerada aceita e entregue somente após entrega do relatório final comprovando estarem cumpridos todos os requisitos do controle de qualidade baseados nos ensaios realizados.

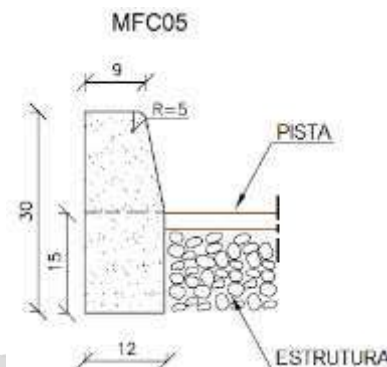
A contratante reserva-se o direito de não aceitar a obra caso os resultados não estejam de acordo com os critérios normativos estabelecidos, bem como pode pedir a realização de novos ensaios tantos quantos forem necessários para essa avaliação. A contratante terá amplo e irrestrito acesso às informações relativas aos serviços e materiais descritos neste documento.

10 MEIO-FIO

Os meios-fios são dispositivos posicionados ao longo do pavimento, e mais elevado que este, com duplo objetivo: limitar a área destinada ao trânsito de veículos e conduzir as águas precipitadas sobre o pavimento e passeios para outros dispositivos de drenagem.

Os meios-fios de concreto tipo 5, serão posicionados ao longo do pavimento e mais elevado que este, com duplo objetivo: limitar a área destinada ao trânsito de veículos e conduzir as águas precipitadas sobre o pavimento para outros dispositivos de drenagem. Quando a pavimentação da pista for de material intertravado, o meio-fio tipo 5 também terá o objetivo de servir de travamento para tal pavimento.

Figura 6 – Meio-fio tipo 5



Fonte: DNIT (2010).

11 ONDULAÇÃO TRANSVERSAL

Será utilizada a Lombada Modular - Tipo B, que atende integralmente às normas da Resolução nº 973/2022 e Resolução nº 600/2016 do CONTRAN. Sua finalidade é obrigar a redução de velocidade de veículos em vias urbanas, reduzindo pontualmente a velocidade máxima para 20 km/h. Em baixa velocidade, proporciona uma passagem suave e sem danos aos veículos. É um produto de alta performance fabricado por vulcanização, composto por borrachas e polímeros, com aditivos antioxidantes e proteção UV que conferem resistência às intempéries climáticas. Suporta um volume intenso de tráfego e possui grande capacidade de carga - até 25 toneladas de compressão por peça.

A Lombada Modular - Tipo B é de fácil instalação e remoção, podendo ser reutilizada. As peças são intertravadas com abas de encaixe entre os módulos, fixadas ao solo com a utilização de parafusos chumbadores.

12 SINALIZAÇÃO VIÁRIA

12.1 PINTURA DE FAIXA DE CONTRASTE

Antes da pintura das faixas de sinalização viária deverá ser realizada a pintura de contraste na cor preta com uma largura total de 20cm, sendo 10cm de cada lado da faixa de sinalização. A especificação dos materiais e execução segue as mesmas da pintura das faixas de sinalização, porém sem a aplicação da microesfera de vidro.

12.2 PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS

Na sinalização horizontal deverão ser usados os materiais (tinta e microesfera de vidro), especificadas de acordo com as Normas Técnicas.

A largura das faixas deve ser de 10 cm para o eixo e 10 cm para as bordas.

A espessura é de 0,06 mm úmida.

A tinta aplicada, após a secagem física total, deve apresentar plasticidade e características de adesividade à microesfera de vidro e ao pavimento, produzir película seca, fosca de aspecto uniforme, sem apresentar fissuras, gretas ou descascamento durante o período de vida útil.

Os termos técnicos utilizados na Tinta de Sinalização Rodoviária estão definidos na NBR 11862.

- a) A tinta deve ser fornecida para uso em superfície betuminosa;
- b) A tinta, logo após abertura do recipiente, não deve apresentar sedimentos, natas e grumos;
- c) A tinta deve estar apta a ser aplicada nas seguintes condições: temperatura do ar entre 15 e 35 °C / temperatura do pavimento não superior a 40 °C e umidade relativa do ar até 90%;
- d) A tinta deve ter condições para ser aplicada por máquinas apropriadas e ter a consistência especificada, sem ser necessária a adição de outro aditivo qualquer. Pode ser adicionado no máximo 5% de solvente em volume de tinta, compatível com a mesma para acerto de viscosidade;
- e) A tinta, quando aplicada na quantidade especificada, deve recobrir perfeitamente o pavimento e permitir a liberação ao tráfego no período máximo de tempo de 30 minutos;
- f) A tinta deve manter integralmente a sua coesão e cor após aplicação no pavimento;
- g) A tinta, quando aplicada sobre a superfície betuminosa, não deve apresentar sangria nem exercer qualquer ação que danifique o pavimento;
- h) A tinta pode ser fornecida na cor Branca N 9,5 e/ou amarela 10 YR 7,5/14, respeitando os padrões e tolerâncias do código de cores *Munsell*.

12.3 PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO

As placas de regulamentação e advertência deverão ter os padrões definidos pela Legislação de Trânsito Vigente e Normas Brasileiras, no que diz respeito a especificação, cores e letreiros.

As chapas destinadas à confecção das placas de aço devem ser planas, do tipo NB 1010/1020, com espessura de 1,25mm, bitola #18, ou espessura de 1,50mm, bitola #16.

Devem conter pintura totalmente refletiva. As placas de regulamentação circulares deverão ter diâmetro de 50cm, octogonal tipo R1 com lado mínimo de 25cm e tipo R-2 com lado mínimo de 75cm. As placas de advertência quadradas terão lado mínimo de 45cm, devendo atender integralmente a NBR 11904 – Placas de aço para sinalização viária.

As colunas de sustentação deverão ser de aço galvanizado, com diâmetro de 11/2”, espessura da parede de 3mm e com 3,5m de comprimento. As colunas de sustentação deverão ser fixadas em bases de concreto.

A posição e distâncias de fixação das placas deverão seguir as normas da Legislação de Trânsito Vigente e Normas Brasileiras.

12.4 FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRE

As faixas de travessia de pedestres indicam as áreas da pista onde os pedestres devem executar a travessia, estabelecendo para aquele local a prioridade de passagem dos pedestres em relação aos veículos, exceto nos locais com sinalização semafórica de controle de passagem.

12.4.1 Características

Constitui-se de linhas paralelas, na cor branca, com largura de 40 cm e espaçamento de 40 cm entre as linhas, com um comprimento da faixa de travessia de 3 m. A uma distância de 1,60 m da faixa, deve haver a linha de retenção (LRE), com largura de 40 cm, que indica ao condutor o local limite em que se deve parar o veículo.

A pintura da faixa deverá seguir as especificações técnicas do item sinalização viária: “pintura de faixas horizontais”, deste memorial.

12.4.2 Faixa Elevada

A faixa elevada para travessia de pedestres é um dispositivo implantado no trecho da pista onde o pavimento é elevado, conforme critérios e sinalização definidos pela Resolução Nº 738/2018, respeitando os princípios de utilização estabelecidos no Volume IV – Sinalização Horizontal, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do CONTRAN.

12.4.3 Dimensionamento

A faixa elevada para travessia de pedestres deve atender ao projeto-tipo, conforme figura anterior, estabelecido pela resolução citada anteriormente e apresentar as seguintes dimensões:

I – Comprimento da plataforma: igual à largura da pista, garantidas as condições de drenagem superficial;

II – Largura da plataforma (L1): no mínimo 5 m e no máximo 7 m, garantidas as condições de drenagem superficial. Larguras acima desse intervalo podem ser admitidas, desde que devidamente justificadas pelo órgão ou entidade executiva de trânsito;

III – Rampas: o seu comprimento deve ser igual ao da plataforma. A sua largura (L2) deve ser calculada de acordo com a altura da faixa elevada, com inclinação entre 5% e 10% a ser estabelecida por estudos de engenharia, em função da velocidade e composição do tráfego;

IV – Altura (H): deve ser igual à altura da calçada, desde que não ultrapasse 15 cm. Em locais em que a calçada tenha altura superior a 15 cm, a concordância entre o nível da faixa elevada e o da calçada deve ser feita por meio de rebaixamento da calçada, conforme estabelecido na norma ABNT NBR 9050;

V – Sistema de drenagem: deve ser feito de forma a garantir a continuidade de circulação dos pedestres, sem obstáculos e riscos à sua segurança.

12.4.4 Implantação

A implantação de travessia elevada para pedestres deve ser acompanhada da devida sinalização, contendo, no mínimo:

I – Sinal de regulamentação: R-19 (Velocidade máxima permitida) limitando a velocidade em até 30 km/h, sempre antecedendo a travessia, devendo a redução de velocidade da via ser gradativa, conforme critérios estabelecidos no Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, do Contran;

II – Sinais de advertência: A-18 (Saliência ou lombada) antecedendo o dispositivo e junto a ele, A-32b (Passagem sinalizada de pedestres) ou A-33b (Passagem sinalizada de escolares) nas proximidades das escolas, acrescidos de seta como informação complementar, conforme desenho constante no ANEXO II da presente Resolução;

III – Demarcação: em forma de triângulo, na cor branca, sobre o piso da rampa de acesso da travessia elevada, conforme Anexos I, III e IV. Para garantir o contraste, quando a cor do pavimento for clara, o piso da rampa deve ser pintado de preto;

IV – Demarcação de faixa de pedestres: do tipo “zebrada” com largura (L3) entre 4 m e 6 m na plataforma da travessia elevada, conforme critérios estabelecidos no Volume IV – Sinalização Horizontal, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do Contran, admitindo-se largura superior, conforme previsto no inciso II, do artigo 4º;

V – Área da calçada: próxima ao meio-fio deve ser sinalizada com piso tátil, de acordo com a norma ABNT NBR 9050, conforme mostrado no Anexo I da presente Resolução;

VI – Linha de retenção: junto a travessia elevada semaforizada, a ser implantada de acordo com o disposto no Volume IV - Sinalização Horizontal, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do Contran, respeitada distância mínima de 1,60 m antes do início da rampa.

Trombudo Central (SC), 19 de janeiro de 2026.

JUAN PERES DE OLIVEIRA:04452657958

Assinado de forma digital por JUAN PERES DE OLIVEIRA:04452657958
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=83797191000191, ou=PRESENCIAL, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e CPF A3, ou=EM BRANCO, ou=AC Instituto Fenacon RFB, cn=JUAN PERES DE OLIVEIRA:04452657958
Dados: 2026.01.28 15:15:23 -03'00'

Juan Peres de Oliveira

Eng. Civil – CREA/SC 155.753-9
Coordenador Geral de Projetos

GABRIELA SKOWASCH BOSSE:04364730971

Assinado de forma digital por GABRIELA SKOWASCH BOSSE:04364730971
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=19109359000120, ou=PRESENCIAL, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e CPF A3, ou=EM BRANCO, ou=AC Instituto Fenacon RFB, cn=GABRIELA SKOWASCH BOSSE:04364730971
Dados: 2026.01.28 15:45:17 -03'00'

Gabriela Skowasch Bosse

Eng. Civil – CREA/SC 178.970-0
Chefe de Equipe

SIDNEI BOSSE:58639195900

Assinado de forma digital por SIDNEI BOSSE:58639195900
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=19109359000120, ou=PRESENCIAL, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e CPF A3, ou=EM BRANCO, ou=AC Instituto Fenacon RFB, cn=SIDNEI BOSSE:58639195900
Dados: 2026.01.28 15:45:34 -03'00'

Sidnei Bosse

Eng. Agrim. – CREA/SC 030.984-9
Membro de Equipe

ANTONIO CARLOS DE OLIVEIRA:60116633972

Assinado de forma digital por ANTONIO CARLOS DE OLIVEIRA:60116633972
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=83797191000191, ou=PRESENCIAL, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e CPF A3, ou=EM BRANCO, ou=AC Instituto Fenacon RFB, cn=ANTONIO CARLOS DE OLIVEIRA:60116633972
Dados: 2026.01.28 15:44:56 -03'00'

Antônio Carlos de Oliveira

Eng. Agrim – CREA/SC 032.895.5
Membro de Equipe

PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO

MEMORIAL DESCRITIVO E ORÇAMENTO

Local:

Rua Atílio Lenzi

Trombudo Central/SC

Janeiro / 2026

SUMÁRIO

1	LOCALIZAÇÃO.....	4
2	INFORMATIVO DO PROJETO.....	5
3	SERVIÇOS PRELIMINARES	5
3.1	PLACA DE OBRA	5
3.2	PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS	6
3.3	LOCAÇÕES DE OBRA	7
3.4	ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA	7
3.5	REMOÇÃO E TRANSPORTE.....	7
3.6	REALOCAÇÃO DE POSTES.....	7
4	PROJETO DE TERRAPLANAGEM	8
4.1	CORTES.....	9
4.1.1	Generalidades	9
4.1.2	Equipamentos	9
4.1.3	Execução	9
4.1.4	Controle.....	10
4.2	ATERROS	10
4.2.1	Generalidades	10
4.2.2	Materiais	10
4.2.3	Equipamentos	11
4.2.4	Execução	11
4.3	VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO.....	11
5	ESTUDO DE TRÁFEGO.....	12
5.1	OS EIXOS	12
5.2	PARÂMETROS GERAIS DE TRÁFEGO	13
5.3	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO DE CONCRETO	17
5.3.1	Concreto - Especificações do Material.....	17
5.3.2	Tráfego de Projeto	17
5.3.3	Análise do Subleito.....	18
5.3.4	Espessura da Placa de Concreto.....	18
5.3.5	Modulação das Placas (Geometria).....	19
5.3.6	Sistema de Juntas	21

6	PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL	21
6.1	CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES	21
7	ESTUDO DO TRAÇADO	21
8	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	22
8.1	REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA	22
8.1.1	Materiais	22
8.1.2	Equipamento	22
8.1.3	Execução	23
8.1.4	Controle Tecnológico	23
8.2	CAMADA DE BRITA GRADUADA	24
8.2.1	Materiais	24
8.2.2	Equipamentos	25
8.2.3	Execução	25
8.2.4	Controle Tecnológico	26
8.3	LONA PLÁSTICA 200 MICRAS	28
8.4	PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO	28
8.4.1	Formas de Madeira	28
8.4.2	Tela de Aço Soldada Q138 com Espaçador	29
8.4.3	Materiais Constituintes do Concreto	29
8.4.4	Equipamentos para Execução	30
8.4.5	Adensamento e Conformação do Concreto	31
8.4.6	Acabamento e Texturização do Concreto	32
8.4.7	Cura do Concreto	33
8.4.8	Desmoldagem	33
8.4.9	Juntas de Retração	33
8.4.10	Juntas de Expansão	34
8.4.11	Controle de Qualidade e Ensaios	34
8.4.12	Controle de Trafegabilidade e Sequência Executiva	38
8.4.13	Limpeza e Acabamento Final	38
8.4.14	Aceite da Obra	38
9	MEIO-FIO	39
10	SINALIZAÇÃO VIÁRIA	39
10.1	PINTURA DE FAIXA DE CONTRASTE	39

10.2	PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS	40
10.3	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO	41
10.4	FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRE.....	41
10.4.1	Características	41
10.4.2	Faixa Elevada	41
10.4.3	Dimensionamento	42
10.4.4	Implantação	42



1 LOCALIZAÇÃO

Figura 1 – Localização do município de Trombudo Central



Fonte: Wikipedia (2025).

Figura 2 – Localização da via



Fonte: Modificado de Google Earth (2025).

2 INFORMATIVO DO PROJETO

Em busca de garantir aos moradores do município melhores condições de tráfego local, a atual administração tem se preocupado em realizar a pavimentação das ruas residenciais desta localidade. Para este projeto em questão ficou definida a realização de um trecho com extensão de 119,98 metros, com largura total de 7,20 metros, composta por uma pista simples de concreto, sendo que cada faixa de rolamento tem largura de 3,60 metros, conforme indicado em projeto.

3 SERVIÇOS PRELIMINARES

3.1 PLACA DE OBRA

As placas deverão ser confeccionadas em chapas planas, metálicas, galvanizadas, ou de madeira compensada impermeabilizada, em material resistente às intempéries. As informações deverão estar em material plástico (poliestireno), para fixação ou adesivação nas placas. Quando isso não for possível, as informações deverão ser pintadas a óleo ou esmalte. Dá-se preferência ao material plástico, pela sua durabilidade e qualidade. As placas deverão ser afixadas em local visível, preferencialmente no acesso principal do empreendimento ou voltadas para a via que favoreça a melhor visualização. Recomenda-se que as placas sejam mantidas em bom estado de conservação, inclusive quanto à integridade do padrão das cores, durante todo o período de execução das obras

Figura 3 – Placa de obra padrão do Governo Federal



Área total:

Proporção de 10x X 5x ou Largura - Altura x 2.

Área Conceito (A):

- Tamanho: 4x de largura por 3x altura.
- Cor de fundo: azul - Pantone 2935C.
- Fonte: Rawline ExtraBold.
- Espaçamento entre letras é 0.
- Alinhamento do texto à esquerda, com margens de 1/4x.
- Cor da fonte: branca e amarela - Pantone 109C.

Área do nome e informações da obra (A):

- Tamanho: 6x de largura por 2,75x altura.
- Cor de fundo: Branco.
- Fonte: Rawline Bold.
- Espaçamento entre letras é 0.
- Cor da fonte: Pantone 2935C.

Área de informações da obra (A):

- Tamanho: 6x de largura por 2,75x de altura.
- Cor de fundo: Branco.
- Fonte: Rawline Bold, caixa-alta.
- Cor da fonte: Preta.

Espaço entrelinhas:

1 vez o tamanho do corpo da letra.
Exemplo: corpo 60/60.

Área Logo Programa (B):

- Tamanho: 4x de largura por 1x de altura x.
- Cor de fundo: Preto 10%.

Área das assinaturas (C):

- Tamanho: 10x de largura por 1x de altura x.
- Cor de fundo: branca.
- Altura marca Brasil deve ser 1/2x e as demais 1/4X.
- O conjunto de marcas deve ficar centralizado, tanto na horizontal quanto na vertical, neste espaço.

A denominação "Ministério do(a)" ou "Secretaria do(a)" deve estar em Rawline Semibold e o nome do ministério ou da secretaria deve estar em Rawline Black, espaçamento entre letras é -40.

Fonte: Governo Federal (2025).

3.2 PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS

Enquanto durar a execução das obras, instalações e serviços, a colocação e manutenção de placas visíveis e legíveis serão obrigatórias.

A placa deverá ser colocada em local visível, preferencialmente a 100 m do início das obras, nos dois sentidos voltada para a via que favoreça a melhor visualização, e as especificações desta serão conforme detalhe abaixo.

Figura 4 – Placa em chapa de aço galvanizado com resistência a intempéries.
Dimensões: 1,00 x 0,50 m





3.3 LOCAÇÕES DE OBRA

A metodologia adotada para locação topográfica da obra será com o uso de aparelho topográfico, sendo demarcados os pontos de locação do eixo da via a ser pavimentada, com implantação de piquetes, com espaçamento máximo de 20 metros, nivelamento e contranivelamento do eixo locado e nivelamento das seções transversais.

Para o nivelamento da drenagem pluvial deverá ser seguido o projeto de drenagem pluvial, observando a cota de fundo de vala no perfil longitudinal traçado.

3.4 ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA

Para abrigo provisório da obra foi previsto o aluguel de um container para escritório, almoxarifado e sanitários.

3.5 REMOÇÃO E TRANSPORTE

Antes do início dos serviços deverão ser considerados aspectos importantes como: a natureza da estrutura, os métodos utilizados para construção e as condições do entorno onde será realizada a remoção.

As remoções deverão ser efetuadas dentro da técnica, tomando os devidos cuidados de forma a se evitarem danos a terceiros.

Caso necessite, a remoção de eventuais edificações, muros e afins, o transporte de todo o entulho e detritos provenientes desta, serão de responsabilidade do Município, não cabendo a inclusão de tais serviços na planilha orçamentária.

3.6 REALOCAÇÃO DE POSTES

Caso seja necessário a realocação de postes, a mesma estará demonstrada no projeto geométrico, cabendo ao engenheiro fiscal do município avaliar *in loco* a necessidade de eventuais alterações, devendo comunicar aos técnicos projetistas as devidas alterações necessárias para adequações do projeto, caso houver.

A realocação de postes deverá ser solicitada pelo Município junto à concessionária de energia com antecedência para que não prejudique o cronograma da obra.

4 PROJETO DE TERRAPLANAGEM

O Projeto de Terraplanagem tem por objetivo a definição das seções transversais em corte e aterro, a determinação, a localização e distribuição dos volumes dos materiais.

Em função das características próprias do Projeto, o greide lançado no Projeto Geométrico procurou adequá-lo à situação existente. Desta forma, será realizada a escavação ou o aterro para a execução das camadas constituintes do pavimento, seguida da regularização e compactação.

Nota: A apresentação do licenciamento ambiental das áreas de bota-fora e jazida de empréstimo será de responsabilidade do Município.

Com a realização do serviço de escavação, havendo aparecimento de solo considerado inservível a empresa executora da obra deverá comunicar imediatamente o Engenheiro Fiscal e Autor do Projeto para readequação dos serviços a serem realizados, devendo ser prevista a retirada do material inservível e substituído por material com compactação a 100% do Proctor Normal.

Para efeitos desta Norma são adotadas as seguintes definições:

- Material de 1ª categoria – compreende os solos em geral, residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 15 cm, qualquer que seja o teor de umidade apresentado;
- Material de 2ª categoria - compreende os de resistência ao desmante mecânico inferior a rocha não alterada, cuja extração se processe por combinação de métodos que obriguem a utilização do maior equipamento de escarificação exigido contratualmente. A extração eventualmente poderá envolver o uso de explosivos ou processo manual adequado. Incluídos nesta classificação os blocos de rocha, de volume inferior a 2 m³ e os matacões ou pedras de diâmetro médio entre 15 cm e 1 m;
- Material de 3ª categoria – compreende os de resistência ao desmante mecânico equivalente à rocha não alterada e blocos de rocha, com diâmetro médio superior a 1 m, ou de volume igual a 2 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento se processem com o emprego contínuo de explosivos.

4.1 CORTES

4.1.1 Generalidades

Cortes são segmentos cuja implantação requer escavação do material constituinte do terreno natural ao longo do eixo, e no interior dos limites das seções do projeto.

As operações de corte compreendem:

- Escavação e carga dos materiais constituintes do terreno natural até o greide de terraplanagem indicado no projeto;
- Transporte e descarga dos materiais escavados para aterros ou bota-foras. Para o orçamento determinou-se DMT de acordo com especificações em planilha orçamentária e o empolamento para o transporte de material de 1ª categoria foi de 25%.

4.1.2 Equipamentos

A escavação dos cortes será executada mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

4.1.3 Execução

O desenvolvimento da escavação se processará mediante a previsão da utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Assim, apenas serão utilizados para constituição dos aterros, os materiais que pela classificação e caracterização efetuada nos cortes, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros, em conformidade com o projeto.

Quando no nível da plataforma dos cortes for verificada a ocorrência de rocha, são ou em decomposição, ou de solos de expansão maior que 2%, baixa capacidade de suporte (CBR < 4%) ou solos orgânicos, a empresa executora da obra deverá comunicar o Engenheiro Fiscal e Autor do Projeto para readequação dos serviços a serem realizados.

Os taludes de corte deverão apresentar, após a operação de terraplanagem, a inclinação indicada no projeto.

4.1.4 Controle

O acabamento da plataforma de corte será procedido mecanicamente, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitindo as seguintes tolerâncias:

- Variação de altura máxima de mais ou menos 10 cm;
- Variação máxima de largura de mais 20 cm para cada plataforma, não se admitindo a variação para menos.

4.2 ATERROS

4.2.1 Generalidades

As operações de aterro compreendem descarga, espalhamento, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, e compactação dos materiais destinados a:

- Construção da camada final do aterro até a cota correspondente ao greide da terraplanagem;
- Substituição eventual dos materiais de qualidade inferior previamente retirados, a fim de melhorar as fundações dos aterros e/ou cortes.

4.2.2 Materiais

Os materiais para os aterros provirão de cortes existentes, desde que estes apresentem boa qualidade. A substituição desses materiais selecionados por outros, por necessidade de serviço ou por interesse da construtora, somente poderá ser processada após prévia autorização da fiscalização. Os solos para os aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas, micácea e diatomácea. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas. Caso os materiais provenientes dos cortes não forem suficientes ou não forem de boa qualidade para os aterros, deverá ser adquirido material e jazida de solo de boa qualidade devidamente licenciadas.

Para efeito de execução do corpo do aterro, apresentar capacidade de suporte adequada ($ISC \geq 2\%$) e expansão $\leq 4\%$, quando determinados por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de compactação – Norma DNIT 164/2013-ME (Método A);
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) – Norma DNIT 172/2016-ME, com a energia do Ensaio de Compactação (Método A).

Para efeito de execução da camada final dos aterros, apresentar dentro das disponibilidades e em consonância com os preceitos de ordem técnico-econômica, a melhor capacidade de suporte ($ISC > 4\%$, ou igual ou superior ao especificado pelo projetista, quando indicado em projeto) e expansão $< 2\%$, cabendo a determinação dos valores de CBR e de expansão pertinentes, por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de Compactação – Norma DNIT 164/2013-ME (Método B);
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) – Norma DNIT 172/2016-ME, com a energia do Ensaio de Compactação (Método B).

4.2.3 Equipamentos

Os aterros serão executados mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

4.2.4 Execução

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal e em extensões tais que permitam seu umedecimento e compactação 100% do Proctor Normal. Para o corpo dos aterros, a espessura da camada compactada não deverá ultrapassar 30 cm e, para as camadas finais, essa espessura não deverá ultrapassar 20 cm.

A localização das áreas de bota-fora e jazida de empréstimo foram definidas e apresentadas pela equipe técnica da prefeitura. Por se tratar de obra de pavimentação em via pública, a apresentação do licenciamento ambiental será de responsabilidade do Município.

Os volumes de cortes e aterros compactados obtidos estão expressos nos projetos e não estão considerados os empolamentos.

4.3 VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO

O volume total de movimentação de terra projetado deve ser analisado no projeto de terraplanagem e orçamento da obra. O volume de escavação deve servir para complementar os aterros existentes.

5 ESTUDO DE TRÁFEGO

O estudo de tráfego visa obter os subsídios necessários para a definição do Volume Médio Diário (VMD), bem como, estimar o Número N (Repetições de passagem do eixo Padrão, 8,2 t), e conseqüentemente definir a espessura e o tipo do revestimento da pavimentação.

As diretrizes adotadas no presente Estudo de Tráfego foram embasadas e utilizou-se como referência o Manual de estudos de tráfego – Rio de Janeiro (2006) do DNIT, que reúne as informações gerais necessárias para a determinação dos dados de tráfego que são utilizados em projetos rodoviários.

Para efeito de dimensionamento de pavimentos, o tráfego de veículos comerciais (caminhões, ônibus) é de fundamental importância, pois no projeto de pavimentação serão considerados, tanto o tráfego de veículos comerciais, quanto o tráfego de veículos de passageiros (carro de passeio), constituindo o tráfego total.

5.1 OS EIXOS

As cargas dos veículos são transmitidas através das rodas dos pneus pneumáticos. As rodas dos pneumáticos (simples ou duplas) são acopladas aos eixos, que podem ser classificadas da seguinte forma:

- Eixo simples: um conjunto de duas ou mais rodas, cujos centros estão em um plano transversal vertical ou podem ser incluídos entre dois planos transversais verticais, distantes de 1 m, que se estendam por toda a largura do veículo;
- Eixo simples de roda simples: com duas rodas, uma em cada extremidade (2 pneus);
- Eixo simples de roda dupla: com quatro rodas, sendo duas em cada extremidade (4 pneus);
- Eixo tandem: quando dois ou mais eixos consecutivos, cujos centros estão distantes de 1 m a 2,40 m, e ligados a um dispositivo de suspensão que distribui a carga igualmente entre os eixos. O conjunto de eixos constitui um eixo tandem;

- Eixo tandem duplo: com dois eixos, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (8 pneus). Nos fabricantes nacionais o espaçamento médio é de 1,30 m;
- Eixo tandem triplo: com três eixos, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (12 pneus).

O Código de Trânsito Brasileiro, através da Lei nº 9.043 de 23/09/97 e da Resolução nº 12 de 6/12/98 do CONTRAN, regulamentou as seguintes cargas máximas legais no Brasil:

Tabela 1 – Cargas máximas legais

Eixo	Carga Máxima Legal	Tolerância de 7,5%
Dianteiro simples de roda simples	6 t	6,45 t
Simplex de roda simples	10 t	10,75 t
Tandem Duplo	17 t	18,28 t
Tandem Triplo	25,5 t	27,41 t
Duplo de Tribus	13,5 t	14,51 t

Fonte: CONTRAN (1998).

5.2 PARÂMETROS GERAIS DE TRÁFEGO

O dimensionamento do pavimento de concreto foi realizado considerando os seguintes dados de entrada referentes ao fluxo de veículos comerciais:

- **Ano de Referência do VMD:** 2026
- **Início da Operação (Ano 1):** 2027
- **Período de Projeto (Vida Útil):** 20 anos
- **VMDAc Inicial (2026):** 30 veículos comerciais/dia
- **Distribuição Direcional:** 50%
- **Fator de Faixa (Faixa de Projeto):** 100%

Tabela 2 - Espectro de Carga e Composição da Frota

Classe (DNIT)	Tipo de Veículo	Distribuição (%)	VMDAc (2026)	Eixos
3CB	Ônibus Trucado Misto	33,33%	10	3
2C	Caminhão Toco (Simples)	16,67%	5	2
3C	Caminhão Trucado	16,67%	5	3
4C	Caminhão Simples (4 eixos)	16,67%	5	4
4CD	Caminhão Duplo Direcional Trucado	16,67%	5	4
TOTAL		100,00%	30	

Fonte: Geomapa (2025).

Considerando a taxa de crescimento e o período de 20 anos, o tráfego total acumulado estimado na faixa de projeto resulta em um volume total de **286.903 veículos comerciais**.

Após a definição dos parâmetros gerais de tráfego e da composição da frota, procedeu-se à determinação das solicitações atuantes no pavimento. Este processo considera não apenas o número de veículos, mas também a magnitude das cargas aplicadas por seus eixos.






Na definição do espectro de carga, deve-se reconhecer que a frota de veículos comerciais não opera em 100% do tempo com sua capacidade máxima e foram adotadas hipóteses de carregamento ponderadas. Estas hipóteses distribuem o tráfego entre viagens realizadas com veículo vazio, com carga parcial (75%), com carga máxima legal (100% CML) e com ligeiro sobrepeso (105% CML), conforme apresentado a seguir:

Tabela 3 – Hipóteses de Carregamento

Hipóteses de Carregamento	Distribuição
Percentual de veículos comerciais com 105% carga máxima legal (105% CML)	10%
Percentual de veículos comerciais com 100% carga máxima legal (100% CML)	40%
Percentual de veículos comerciais com 75% carga máxima legal (75% CML)	10%
Percentual de veículos comerciais sem carga (Vazio)	40%
	100%

Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 4 – Quantidade de repetições por tipo de eixo e carga

Tipo de Eixo	Representação Gráfica	HIPÓTESES DE CARREGAMENTO			TOTAL DE REPETIÇÕES PREVISTAS		EIXOS POR 1000 VEÍCULOS COMERCIAIS	
		Condição	Distribuição	Carga (tf)	Por Tipo de Eixo	Por Carga		
ES	Eixo Simples de Rodagem Simples (ESRS) e Eixo Duplo Direcional (EDD) x 2		105,0% CML	10%	6,30	334.720	33.472	116,67
			100% CML	40%	6,00		133.888	466,67
			75% CML	10%	4,50		33.472	116,67
			Vazio	40%	3,00		133.888	466,67
	Eixo Simples de Rodagem Dupla (ESRD)		105,0% CML	10%	10,50	47.817	4.782	16,67
			100% CML	40%	10,00		19.127	66,67
			75% CML	10%	7,50		4.782	16,67
			Vazio	40%	5,00		19.127	66,67
ETD	Eixo Traseiro Misto (ETM)		105,0% CML	10%	14,18	95.634	9.563	33,33
			100% CML	40%	13,50		38.254	133,33
			75% CML	10%	10,13		9.563	33,33
			Vazio	40%	5,50		38.254	133,33
	Eixo Tandem Duplo (ETD)		105,0% CML	10%	17,85	95.634	9.563	33,33
			100% CML	40%	17,00		38.254	133,33
			75% CML	10%	12,75		9.563	33,33
			Vazio	40%	6,00		38.254	133,33
ETT	Eixo Tandem Triplo (ETT)		105,0% CML	10%	26,78	47.817	4.782	16,67
			100% CML	40%	25,50		19.127	66,67
			75% CML	10%	19,13		4.782	16,67
			Vazio	40%	9,00		19.127	66,67

Fonte: Geomapa (2025).

Definido o espectro de carga, deve-se realizar o cálculo dos Fatores de Equivalência de Carga (FEC). Para pavimentos rígidos, segundo o método da AASHTO, estes fatores convertem as diferentes cargas por eixo em um número equivalente de passagens do eixo padrão (simples de rodagem dupla de 8,2 tf ou 18 kips).

É importante ressaltar que, no método da AASHTO para pavimentos de concreto, os FECs são dependentes da espessura da placa e do nível de serventia final desejado. Para este cálculo, foram adotados os seguintes parâmetros de entrada:

- **Espessura da placa de concreto:** 15,0 cm
- **Índice de Serventia Final:** 2,5

A tabela a seguir detalha os tipos de eixos, suas cargas legais, os FECs calculados para cada cenário de carregamento e, por fim, a determinação do Fator de Veículo (FV) ponderado para cada classe da frota.

Tabela 5 – Determinação do Número N

Tipo de Eixo		Hipóteses de Carregamento							
		Carga (tf)				FC - AASHTO RÍGIDO			
		Vazio	75% CML	100% CML	105.0% CML	Vazio	75% CML	100% CML	105.0% CML
Eixo Simples de Rodagem Simples	ESRS	3,00	4,50	6,00	6,30	0,018	0,095	0,302	0,366
Eixo Simples de Rodagem Dupla	ESRD	5,00	0,00	10,00	10,50	0,145	0,000	2,236	2,781
Eixo Duplo Direcional	EOD	6,00	0,00	12,00	12,60	0,036	0,190	0,604	0,732
Eixo Traseiro Misto	ETM	5,50	0,00	13,50	14,18	0,053	0,000	1,081	1,308
Eixo Tandem Duplo	ETD	6,00	0,00	17,00	17,85	0,046	0,000	2,705	3,310
Eixo Tandem Triplo	ETT	9,00	0,00	25,50	26,78	0,078	0,000	4,519	5,558

Classe (Nomenclatura DNIT)	Tipo de Eixo							Distribuição do tráfego	Hipóteses de Carregamento							
	ESRS	ESRD	EOD	ETM	ETD	ETT	Vazio		75% CML	100% CML	105.0% CML	Vazio	75% CML	100% CML	105.0% CML	
	Quan. de Eixos								FV (Individual) - AASHTO				FV (Total) - AASHTO			
2CB	1	1	0	0	0	0	0,00%	0,163	0,095	0,302	0,366	0,000	0,000	0,000	0,000	
3CB	1	0	0	1	0	0	33,33%	0,051	0,19	0,604	0,732	0,017	0,063	0,201	0,244	
4CB	0	0	1	1	0	0	0,00%	0,069	0,19	2,84	3,468	0,000	0,000	0,000	0,000	
2C	1	1	0	0	0	0	16,67%	0,163	0,095	0,302	0,366	0,027	0,015	0,050	0,061	
3C	1	0	0	0	1	0	16,67%	0,064	0	1,081	1,306	0,011	0,000	0,180	0,218	
4C	1	0	0	0	0	1	16,67%	0,086	0	2,705	3,31	0,016	0,000	0,451	0,552	
4CD	0	0	1	0	1	0	16,67%	0,082	0	3,317	4,037	0,014	0,000	0,558	0,678	
3CD	1	0	0	1	0	0	0,00%	0,051	0,19	0,604	0,732	0,000	0,000	0,000	0,000	
2C2	1	3	0	0	0	0	0,00%	0,453	0,285	0,906	1,098	0,000	0,000	0,000	0,000	
3C3	1	3	0	0	1	0	0,00%	0,354	0,19	1,685	2,038	0,000	0,000	0,000	0,000	
3C2	1	2	0	0	1	0	0,00%	0,354	0,19	1,685	2,038	0,000	0,000	0,000	0,000	
3C3	1	1	0	0	2	0	0,00%	0,255	0,095	2,464	2,978	0,000	0,000	0,000	0,000	
3D4	1	0	0	0	3	0	0,00%	0,156	0	3,243	3,918	0,000	0,000	0,000	0,000	
2S1	1	3	0	0	0	0	0,00%	0,908	0,19	0,604	0,732	0,000	0,000	0,000	0,000	
2S2	1	1	0	0	1	0	0,00%	0,209	0,095	1,383	1,672	0,000	0,000	0,000	0,000	
2S3	1	1	0	0	0	1	0,00%	0,241	0,095	3,007	3,676	0,000	0,000	0,000	0,000	
3S1	1	1	0	0	1	0	0,00%	0,209	0,095	1,383	1,672	0,000	0,000	0,000	0,000	
3S2	1	0	0	0	2	0	0,00%	0,11	0	2,162	2,612	0,000	0,000	0,000	0,000	
3S3	1	0	0	0	1	1	0,00%	0,142	0	3,786	4,616	0,000	0,000	0,000	0,000	
3T4	1	0	0	0	3	0	0,00%	0,156	0	3,243	3,918	0,000	0,000	0,000	0,000	
3J5	1	1	0	0	3	0	0,00%	0,301	0,095	3,545	4,284	0,000	0,000	0,000	0,000	
3T6	1	0	0	0	4	0	0,00%	0,202	0	4,324	5,224	0,000	0,000	0,000	0,000	
3V5	1	0	0	0	2	1	0,00%	0,188	0	4,867	5,923	0,000	0,000	0,000	0,000	
3M6	1	0	0	0	1	2	0,00%	0,22	0	6,491	7,926	0,000	0,000	0,000	0,000	
TOTAL							100,00%			TOTAIS		0,085	0,079	1,436	1,747	

Fonte: Geomapa (2025).

Dessa forma, a determinação do Número N (ESALs - Equivalent Single Axle Loads) de projeto é obtida através do produto do Volume Total de Veículos Comerciais (Vt) acumulado na faixa de projeto pelo Fator de Veículo (FV) médio ponderado da frota.

O quadro resumo abaixo apresenta os valores finais obtidos para o dimensionamento do pavimento rígido:

Tabela 6 – Resumo Final

FV AASHTO Rígido	0,791
VOLUME TOTAL DE VEÍCULOS COMERCIAIS (Vt)	286.903
NÚMERO N AASHTO RÍGIDO	2,27E+05

Fonte: Geomapa (2025).

5.3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO DE CONCRETO

O dimensionamento da estrutura do pavimento rígido foi elaborado com base nas diretrizes da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), utilizando o método da PCA (Portland Cement Association - 1984) e verificação pela AASHTO, considerando a vida útil de projeto, as características do subleito e a repetição de cargas do tráfego previsto.

A metodologia verifica a estrutura quanto a dois critérios de falha principais:

1. **Fadiga do concreto:** fissuramento devido às tensões de tração na flexão;
2. **Erosão da fundação:** perda de material do suporte (sub-base/subleito) por bombeamento nas bordas e juntas.

Sobre o subleito regularizado e compactado, está prevista a execução de uma camada de sub-base, que tem por função evitar o bombeamento de finos, uniformizar o suporte da laje de concreto e contribuir para o incremento do módulo de reação do sistema (k).

O dimensionamento considerou o módulo de reação composto (k_combinado) resultante da interação entre o subleito (CBR de Projeto) e a camada de sub-base projetada.

- **Módulo de Reação do Sistema Adotado (k):** 34 MPa/m (conforme análise mecânica).

5.3.1 Concreto - Especificações do Material

O concreto a ser empregado nas placas do pavimento deverá atender aos seguintes parâmetros de resistência mecânica aos 28 dias:

- **Resistência à Tração na Flexão $f_{ctM,k} \geq 4,5$ Mpa**
- **Módulo de Elasticidade (E):** 26.838 MPa (adotado).
- **Controle Tecnológico:** Deverá seguir rigorosamente a NBR 12655, garantindo que a resistência característica não seja inferior à especificada no projeto.
-

5.3.2 Tráfego de Projeto

O estudo de tráfego, considerando a contagem volumétrica, classificação dos veículos e as taxas de crescimento anual para o horizonte de projeto, resultou no Número N exemplificado anteriormente.

- **Fator de Segurança de Carga (FSC):** 1,1 a 1,2 (conforme sensibilidade adotada no método PCA para vias urbanas).

5.3.3 Análise do Subleito

Para a definição da capacidade de suporte do subleito do pavimento, foi realizada uma campanha de prospecção geotécnica com coleta de amostras e realização de ensaios de Índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR) e expansão. A análise dos dados seguiu rigorosamente os critérios estatísticos normatizados pelo Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo (DER-SP).

Os resultados dos ensaios estão retratados anteriormente. Considerando a execução do tratamento no trecho crítico supracitado, procedeu-se ao cálculo estatístico do CBR de projeto para o dimensionamento da estrutura, garantindo a representatividade do trecho homogêneo.

Considerando o menor valor ensaiado em campo, o CBR de projeto considerado foi de 6,84%

5.3.4 Espessura da Placa de Concreto

Processando-se os dados de entrada (CBR, Tráfego N e Resistência do Concreto) através do roteiro de cálculo da PCA-84/AASHTO, determinou-se a espessura necessária para consumir menos de 100% da vida útil de fadiga e erosão.

- **Espessura Adotada (h): 15,0 cm**
- **Espessura da Base (h): 10cm**

Tabela 7 - Resumo do Dimensionamento AASHTO

MÓDULO DE REAÇÃO DO SISTEMA DE APOIO			
6,84%	CBR / ISC	41,0	Modulo de Reação - $k_{SUBLEITO}$ (MPa/m)
1	Quantidade de Camadas (Sub-Base / Base)		
Granular (BGS)		Material da camada de base	
10,0	Espessura da base (cm)		
45,4	Modulo de Reação - $k_{SUBBASE}$ (MPa/m) - Estimado	0,04536	Modulo de Reação - $k_{SISTEMA DE APOIO}$ (MPa/m) - Adotado
			45,4
DIMENSIONAMENTO PELA AASHTO 86/93			
Para o dimensionamento do pavimento rígido, foi utilizada a metodologia da American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO/1993.			
PARÂMETROS DE PROJETO			
20	Período do Projeto (anos)	Resistência à tração na flexão do concreto - $f_{ct,1}$ (MPa)	4,5
15,00	Espessura da placa de concreto (cm)	Módulo de elasticidade do concreto (MPa)	26.838
45,4	Modulo de Reação - $k_{SISTEMA DE APOIO}$ (MPa/m)	Qualidade do sistema de drenagem	Médio
90,0%	Nível de confiabilidade	1 semana para drenar	
-1,282	Coefficiente da distribuição de Student	Perctual de tempo em que a estrutura estará exposta a teores de umidade próximos ao de saturação	1 - 5%
0,30	Desvio padrão de cálculo	Coefficiente de drenagem	1,05
4,20	Índice de serventia inicial	Acostamento de concreto / Apoio lateral	Não
2,50	Índice de serventia final	Juntas transversais com barra de transferência	Não
1,70	Índice de serventia final	Coefficiente de transferência de carga	3,8
ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO AASHTO 86/93			
2,27E+05	Número total de solicitações equivalentes do eixo-padrão AASHTO solicitantes		62%
3,69E+05	Número total de solicitações equivalentes do eixo-padrão AASHTO admissíveis		

Conclusão: Espessura de 15 cm da placa de concreto, SUFICIENTE para atender ao tráfego solicitante previsto

5.3.5 Modulação das Placas (Geometria)

A definição das dimensões das placas de concreto foi realizada visando compatibilizar as tensões oriundas da retração hidráulica e térmica do concreto com a geometria da via. O objetivo é evitar o surgimento de fissuras aleatórias e o empenamento excessivo das placas.

Para a determinação do comprimento máximo admissível das placas (L), foram adotados os dois critérios limites recomendados pela bibliografia técnica (PCA/ABCP), descritos pelas equações abaixo:

O parâmetro l é obtido pela seguinte equacionamento:

$$l = \left(\frac{E \times h^3}{12 \times (1 - \mu^2) \times k} \right)^{0,25}$$

$$J_T < 5,25 \times l$$

Onde:

E: Módulo de Elasticidade do Concreto;

- h: Espessura da placa;
- u: Coeficiente de Poisson do concreto;
- k: Módulo de reação do conjunto de fundação.

Resultados da Análise:

Utilizando os parâmetros de projeto definidos anteriormente, obteve-se os seguintes resultados de rigidez conforme a planilha de cálculo do projeto:

- **Módulo de Elasticidade (E):** 26.838 MPa;
- **Coeficiente de Poisson (u):** 0,24;
- **Módulo de Reação (k):** 34 MPa/m;
- **Espessura da Placa (h):** 15,0 cm;
- **L=0,70m**

Com base no raio de rigidez relativa calculado (l), o método mecanicista define o espaçamento máximo admissível entre juntas (JT) para garantir que as tensões de empenamento térmico não induzam fissuras transversais na placa.

- **Espaçamento Máximo Calculado (JT):** 3,65 m
- **Espaçamento Adotado em Projeto:** 3,0 m
- **Largura das Placas (Transversal):** Variável conforme a geometria da via e largura da pista.

5.3.6 Sistema de Juntas

O pavimento contará com juntas transversais de retração (serradas) e juntas longitudinais (de construção ou serradas), devidamente seladas para impedir a infiltração de água e materiais incompressíveis.

6 PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL

6.1 CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES

As caixas coletoras destinam-se à captação das águas que escoam pelos meios-fios e calçadas. As caixas de captação de águas superficiais são projetadas de tal forma que a areia fique depositada em um compartimento facilitando a limpeza das mesmas, conforme projeto.

Está prevista a substituição das caixas, que deverão ser executadas de acordo com o projeto, no que se refere às dimensões da espessura das paredes e locação das mesmas na plataforma.

Para a execução das caixas deverá ser realizada escavação no local da vala e realizado o reaterro com o material da escavação.

Os materiais empregados na sua execução deverão ser blocos de concreto, assentados sobre piso de concreto simples, com espessura de 10 cm, e rejuntados entre si, com argamassa de cimento e areia média com traço em volume de 1:3 respectivamente, deve ser executada uma cinta de amarração (viga de concreto com barras longitudinais). Os elementos devem ser bem rejuntados para evitar infiltração entre os elementos de ligação provocando erosão e recalques no reaterro e garantir estanqueidade no reservatório de água no sifão.

7 ESTUDO DO TRAÇADO

A elaboração do Projeto Geométrico desenvolveu-se com apoio nos elementos levantados na fase de estudos topográficos e nas Normas para Projetos Geométricos de Estradas de Rodagem, e demais estudos e projetos inter-relacionados.

Com base no levantamento topográfico, foi lançado o eixo da estrada, tentando usar o máximo do eixo existente.

O greide foi projetado de maneira a corrigir alguns pontos críticos, procurando sempre que possível atender aos pontos de cotas obrigatórias, conservando-se ao máximo o existente.

O gabarito proposto no projeto segue o estabelecido em levantamento, no que diz respeito aos alinhamentos frontais das testadas de cada lote, cabendo ao Município de Trombudo Central aprovar os projetos de acordo com o que determina a legislação municipal vigente. Nas seções tipo demonstrativas do projeto é possível visualizar com mais detalhes os elementos a serem implantados como largura de cada pista e outros elementos.

Obs.: A empresa executora deverá solicitar o arquivo digital e o arquivo com as cotas e as referências topográficas para a locação da obra.

8 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Os serviços de pavimentação serão executados obedecendo as fases de serviço descritas a seguir.

8.1 REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA

Consiste no preparo da camada de regularização do subleito que compreendem cortes e/ou aterros até 20 cm de espessura e a compactação da mesma, de modo a conferir condições adequadas em termos geométricos e tecnológicos.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados através da topografia com aparelho de precisão, como: locação, nivelamento e outros.

Deverá ser realizada a regularização do subleito, com energia de compactação normal ou intermediária conforme especificações DNIT 164/2013-ME.

8.1.1 Materiais

Os materiais empregados na regularização do subleito serão os do próprio subleito desde que comprovado o CBR > 6% através do Método DNIT 172/2016-ME. No caso de substituição ou adição de material, estes deverão ser provenientes de ocorrências de materiais indicados no projeto e expansão inferior a 2%.

8.1.2 Equipamento

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida, e poderá compreender basicamente as unidades: Motoniveladora pesada, equipada com escarificador; Caminhão-tanque irrigador; Trator agrícola; Grade de disco; Rolos compactadores compatíveis com o tipo de material empregado e as condições de densificação especificadas, devendo incluir obrigatoriamente rolo liso pneumático autopropulsor com pressão variável.

8.1.3 Execução

Toda vegetação, material orgânico e solos moles deverão ser removidos.

Após a execução de cortes e adição de material necessário para atingir o greide de projeto, proceder-se-á a uma escarificação geral na profundidade de 20 cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento. Não será permitida a execução dos serviços desta especificação em dias de chuva.

O teor de umidade dos materiais utilizados na regularização do subleito, para efeito de compactação, deverá estar situado no intervalo que garanta um ISC mínimo igual ao obtido no ensaio do Método DNIT 172/2016-ME. Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á o umedecimento da camada, se demasiada seca, ou a escarificação e aeração, se excessivamente úmida. Concluída a correção da umidade, a camada será conformada pela ação da motoniveladora e, em seguida, liberada para compactação.

Dever-se-á evitar a liberação da regularização do subleito ao tráfego usuário, em face da possibilidade de o mesmo causar danos ao serviço executado, em especial sob condições climáticas adversas.

8.1.4 Controle Tecnológico

Um ensaio para determinação da massa específica aparente seca *in situ* (Método DNIT 458/2025-ME), pelo método do Frasco de Areia, com espaçamento máximo de 100 m e com, no mínimo, três determinações por segmento.

Um ensaio para a determinação do Índice de Suporte Califórnia (Método DNIT 172/2016-ME), na energia de compactação adotada como referência para o trecho, para cada grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação, segundo a alínea "a", respeitando-se o espaçamento máximo de 500 m de pista.

Ensaio de granulometria, com espaçamento máximo de 500 m, de pista. Este ensaio não servirá para aceitação ou rejeição, porém é de utilidade no controle da homogeneidade dos solos de jazidas e para futuras comprovações e pesquisas.

Um ensaio de compactação com a energia especificada, com amostras coletadas a cada 100 m de pista, podendo o espaçamento ser aumentado, desde que se verifique a homogeneidade do material.

8.2 CAMADA DE BRITA GRADUADA

Para os serviços, deverão ser seguidas as especificações do DNIT 141/2010-ES, no tocante a especificações de materiais, compactação, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados de serviços através de topografia com aparelho de precisão, como por exemplo locação, nivelamento e outros.

8.2.1 Materiais

Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e isentos de material vegetal e impurezas, não apresentando filito, argilito e arenito na composição da rocha e apresentando ainda as seguintes condições:

- a) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, Método DNIT 446/2024, devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:
 - Agregados graúdos.....12%
 - Agregados miúdos.....15%
- b) O Índice de Suporte Califórnia, Método DNIT 172/2016-ME, com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%;
- c) Para N menor que $5 \cdot 10^6$, maior ou igual a 60% e, para N maior que $5 \cdot 10^6$, maior ou igual a 80% sendo a energia de compactação preferencialmente a intermediária e modificada respectivamente;
- d) Granulometria, Método DNIT 412/2025-ME, por via lavada, enquadrada na faixa I.

Peneira		Porcentagem Passando, em Peso			
Série ASTM	Abertura (mm)	I	II	III	IV
2"	50,8	100	100		
1½"	38,1	90 -100	90 -100		
1"	25,4	70 - 95	75 - 90	100	100
3/8"	9,5	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 -100
Nº 4	4,8	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
Nº 10	2,0	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
Nº 40	0,42	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
Nº 200	0,074	2 - 8	5 - 15	5 - 15	5 - 20

8.2.2 Equipamentos

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida e poderá compreender as unidades: carregador frontal, caminhões basculantes, motoniveladora pesada, grade de discos e/ou pulvimisturador, trator agrícola, caminhão tanque irrigador, rolos compactadores liso vibratório e pneumático autopropulsor com pressão variável, central de mistura dotada de unidade dosadora com três silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pugmill", distribuidor de agregados (solos) autopropulsor.

8.2.3 Execução

O produto da mistura deverá sair da "Usina de Solos" perfeitamente homogeneizado, com teor de umidade ligeiramente acima do ótimo, de forma a fazer frente às perdas no decorrer das operações construtivas subsequentes. No transporte, deverão ser tomadas as precauções para que não haja perda ou adição excessiva de umidade.

Não se recomenda a estocagem do material usinado, pelos riscos de segregação inerentes a tal operação.

A mistura usinada deverá ser espalhada com "distribuidor de agregados", capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação. Opcionalmente, mediante autorização da Fiscalização, a distribuição poderá ser procedida pela ação de motoniveladora, sendo que, neste caso, deverão ser estabelecidos critérios de trabalho que não causem a segregação do material e assegurem a qualidade do serviço.

Não se recomenda o espalhamento parcial ou por etapas, quanto à espessura e largura de camada individual. O espalhamento deverá ser feito de modo a se evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto, isto seja necessário, admite-se conformação pela atuação da motoniveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.

O teor de umidade da mistura, por ocasião da compactação, deve estar compreendido no intervalo de -2% a +1% em relação a umidade ótima. Preferencialmente, deve ser iniciada, no ramo seco, com umidade de, no máximo, 1% abaixo da umidade ótima.

Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á ao umedecimento da camada, se demasiadamente seca, ou a escarificação e aeração se

estiver excessivamente úmida. Nesse caso o material deverá ser conformado, pela ação da motoniveladora e, em seguida, liberado para compactação

A compactação da camada será executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável.

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando nos bordos mais baixos e progredindo no sentido do ponto mais alto da seção transversal, exigindo-se que, em cada passada do equipamento, seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa densificada pela passagem anterior.

Eventuais manobras do equipamento de compactação deverão se proceder fora da área de densificação.

Em lugares inacessíveis ao equipamento convencional de compactação, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida será obtida através de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

A operação de acabamento se dará mediante o emprego de motoniveladora atuando exclusivamente em operação de corte. Complementarmente, a camada receberá um número adequado de coberturas através dos rolos compactadores.

Após a verificação e aceitação do segmento, deverá ser lançada a camada posterior. Quando prevista, deverá ser executada a imprimação do segmento, tão logo se constate a evaporação de umidade superficial.

Não se recomenda a abertura do segmento ao tráfego. No entanto, a critério da Fiscalização, e em caráter excepcional, o segmento poderá ser liberado pelo menor espaço de tempo possível, sem prejuízo à qualidade do serviço.

8.2.4 Controle Tecnológico

Anteriormente ao início da primeira execução na obra, ou no caso de se constatar alteração mineralógica (visual) na jazida ou na bancada da pedreira em exploração, ou de ocorrer mudança na fonte de materiais, deverão ser executados os seguintes ensaios:

- Abrasão "Los Angeles" (Método DNIT 451/2024-ME);
 - Durabilidade (Método DNIT 446/2024);
 - Equivalente de Areia (Método DNIT 450/2024-ME).
- a) Deve-se determinar a energia de compactação necessária para obtenção da máxima "MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA";
 - b) Um ensaio de equivalente de areia, Método DNIT 450/2024-ME, a cada 500 m de pista;

- c) Um ensaio de granulometria, Método DNIT 412/2025-ME, por via lavada, a cada 250 m de pista devendo a composição granulométrica da amostra enquadrar-se na "faixa de trabalho". Os serviços serão aceitos se os valores obtidos através estiverem em relação à curva de projeto, dentro dos limites estabelecidos abaixo:

PENEIRA		% PASSANDO, EM PESO
ASTM	mm	
3/8" a 1½"	9,5 a 38,1	± 7
Nº 10 a Nº 4	2,0 a 4,8	± 5
Nº 200 a Nº 40	0,074 a 0,42	± 2

- d) Um ensaio para a determinação da massa específica aparente seca, *in situ*, pelo método do Frasco de Areia, Método DNIT 458/2025-ME, com espaçamento máximo de 100 m e com no mínimo três determinações por segmento. O serviço será aceito se o teor de umidade para a compactação se situar na faixa fixada através da curva ISC x umidade, de forma a se obter valor para o ISC no mínimo igual ao obtido no ensaio do Método DNIT 172/2016-ME e, o grau de compactação, apresente valor de no mínimo 100% em relação a massa específica aparente seca máxima obtida conforme alínea "b".

Notas:

- No caso de paralisação, ou de demora acentuada na execução dos serviços de uma camada de brita graduada, o ensaio de granulometria deverá ser refeito de forma a garantir que, no momento da compactação, o material ainda atenda ao especificado. No caso de não atendimento, a providência a adotar será retirar o material colocado e refazer o serviço com novo material atendendo às exigências da especificação. A remoção do material e o acerto da camada inferior, para reinício do serviço, será com ônus total da Construtora, excetuando-se quando o serviço tiver sido aceito, anteriormente à paralisação;
- Em caso de não atendimento dos itens "c" e/ou "d", a providência a adotar é retirar o material colocado e refazer o serviço com o material que satisfaça a exigência desta especificação. A remoção do material e o acerto da cama inferior, para reinício dos serviços serão com ônus exclusivo da Construtora;

- Em caso de não atendimento aos itens “e” e/ou “f”, a camada deverá ser escarificada e o serviço refeito, com ônus exclusivo da construtora.

8.3 LONA PLÁSTICA 200 MICRAS

Deverá ser instalada lona plástica 200 micras sobre a camada de brita graduada a fim de não permitir a aderência da placa de concreto com a camada. A lona deverá ser instalada em todo a área a ser pavimentada, garantindo sobreposição de, no mínimo, 30 cm das emendas e formas laterais para impedir o escoamento da nata de cimento e a umidade ascendente. Antes da concretagem deverá ser verificada toda a área a fim de confirmar a não existência de furos, rasgos, falta de traspasse e outros, que possam comprometer a impermeabilidade.

8.4 PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO

Pavimento de concreto simples para uso em vias urbanas é o pavimento cuja camada é constituída por placas de concreto de cimento Portland, não armadas (ou eventualmente com armadura sem função estrutural), que desempenham simultaneamente as funções de base e de revestimento.

8.4.1 Formas de Madeira

A execução das formas deverá atender às prescrições da NBR 6118 e das demais normas pertinentes aos materiais empregados (madeira e aço).

As formas e seus escoramentos deverão ter suficiente resistência para que as deformações, devido a ação das cargas atuantes e das variações de temperatura e umidade, sejam desprezíveis. As formas serão construídas corretamente para reproduzir os contornos, as linhas e as dimensões requeridas no projeto estrutural.

Garantir-se-á a estanqueidade das formas, de modo a não permitir as fugas de natas de cimento.

A amarração e o espaçamento das formas deverá ser feito de modo a garantir a estabilidade da caixaria, impedindo deformações. A ferragem será mantida afastada das formas por meio de espaçadores.

As formas deverão ser alocadas anteriormente à execução do pavimento e estarem de acordo com a topografia. Deverão ser assentadas na camada subjacente com base no alinhamento da pista, bem como serem fixadas com ponteiros de aço, no máximo a cada metro, de modo a suportar sem quaisquer deslocamentos os esforços inerentes ao

trabalho. Para o perfeito assentamento as formas ainda devem ser calçadas em toda a sua extensão, não sendo permitidos apoios isolados.

O topo das formas deverá coincidir com a superfície de rolamento prevista, fazendo-se necessária a verificação do alinhamento e do nivelamento, não sendo admitidos desvios altimétricos ou diferenças planialtimétricas.

Deverá, também, ser efetuada verificação do fundo de caixa (no centro da pista) não se admitindo espessura, ao longo de toda a seção transversal, inferior à especificada no projeto.

8.4.2 Tela de Aço Soldada Q138 com Espaçador

Colocação da tela de aço conforme indicado no projeto, nas placas de dimensões irregulares (não retangulares ou não quadradas) e no entorno das caixas de captação, deverá ser implantada uma tela soldada do tipo Q138 a 5 cm da superfície do pavimento e no máximo a 1/3 da parte superior da placa, devendo distar 5 cm de qualquer bordo da placa. Deverão ser usados espaçadores treliçados para garantir a posição correta da tela.

8.4.3 Materiais Constituintes do Concreto

Os tipos de cimento Portland considerados adequados à pavimentação de concreto simples devem seguir as especificações da NBR 16697. Preferencialmente devem ser utilizados cimentos com módulos de finura menores (Blaine), que normalmente são os do tipo CP-II. Os agregados, água, aditivos e aço deverão seguir os requisitos do item 5 da norma do DNIT 047 e o recebimento e armazenamento conforme recomendado nas normas DNIT 050 - EM.

A composição (traço) do concreto destinado à execução de pavimentos rígidos deverá ser determinada por método racional, conforme requisitos especificados nas normas NBR 12655 e NBR 12821, de modo a obter-se com os materiais disponíveis na região uma mistura fresca de trabalhabilidade adequada ao processo construtivo empregado e, simultaneamente, um produto endurecido compacto e durável, de baixa permeabilidade (alta densidade), e que satisfaça às condições de resistência mecânica e acabamento superficial impostas pela especificação, que deve acompanhar o projeto do pavimento.

- Resistência característica à tração na flexão ($f_{ctM,k}$) $\geq 4,5$ MPa aos 28 dias, atendendo-se às referências de controle definidas no projeto. A resistência à

tração na flexão será determinada em corpos de prova prismáticos, conforme procedimentos constantes nas normas NBR 5738 e NBR 12142.

- Poderá ser realizado o controle tecnológico através da resistência característica à compressão axial equivalente (f_{ck}) desde que determinada em ensaio a correlação, utilizando-se os materiais que efetivamente serão aplicados na obra. A resistência à compressão axial será determinada em corpos de prova cilíndricos, moldados e ensaiados conforme os requisitos e procedimentos constantes nas normas NBR 5738 e NBR 5739.
- Relação água / cimento máxima: $A/C \leq 0,50$ l/Kg.
- Abatimento, determinado conforme a norma NBR 7223 utilizando equipamento de pequeno porte (régua ou treliça vibratória): para vias 100% planas S100 (Slump de 100 a 155 mm). Para vias em acíves S50 (Slump de 50 a 95 mm).
- A dimensão máxima característica do agregado no concreto não deverá exceder $1/4$ da espessura da placa do pavimento ou 50mm, obedecido o menor valor.
- Teor de argamassa entre 47% e 53%.
- Uso de microfibras: é utilizada para minimizar as fissuras de retração plástica. O contratado deve propor o seu uso em quantidade de acordo com as especificações do fabricante e deve ser aprovado pela fiscalização.
- Uso de macrofibras: é utilizada para minimizar as fissuras de retração plástica e conferir aumento da resistência a tração na flexão. O contratado deve propor o seu uso em quantidade de acordo com as especificações do fabricante e deve ser aprovado pela fiscalização.

8.4.4 Equipamentos para Execução

Para a execução do pavimento rígido deverá ser utilizado equipamento compatível com as características da obra e necessidade de produtividade para a situação em questão. Esses equipamentos estão descritos e especificados na norma DNIT 047/2004 - ES e podem ser do tipo régua, treliça ou rolo vibratório. Serão aceitos equipamentos de maior porte (formas-trilho e/ou pavimentadoras de formas deslizantes) desde que aplicáveis à obra. Neste caso, para outros equipamentos, devem ser seguidas as normativas específicas, DNIT 048 - ES (Execução de pavimento rígido com equipamento

de forma-trilho) e DNIT 049 – ES (Execução de pavimento rígido com equipamento de forma deslizante).

Além do equipamento principal de espalhamento do concreto, a contratada fará uso dos seguintes equipamentos complementares para a correta execução do pavimento:

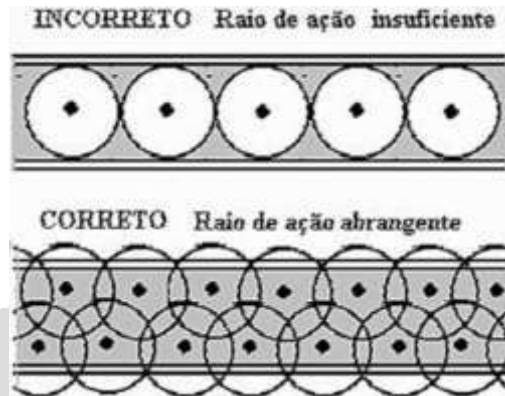
- Formas de madeira de contenção lateral do concreto em quantidade suficiente para 2 dias de produção;
- Bomba de pulverização costal manual (mínimo duas);
- Plataforma de apoio ou ponte de serviço: Necessária para eventuais acabamentos do concreto após a passagem do equipamento de espalhamento. Normalmente fabrica-se este equipamento na obra, prevendo-se possíveis mudanças de larguras;
- Serras de disco diamantado, autopropelidas (corta e anda) em quantidade suficiente para atendimento à demanda de cortes (mínimo duas);
- Sistema de iluminação auxiliar. Dependendo do planejamento da obra, grande parte dos cortes das juntas pode vir a ser executado a noite gerando a necessidade de mobilização de um sistema de iluminação eficiente na frente de trabalho;
- Lona plástica, para em caso de chuva proteger-se o concreto fresco em fase de pega;
- Desempenadeira metálica de cabo longo - Float manual (mínimo dois);
- Elementos para texturização: Vassoura de piaçava ou pente metálico;
- Rodo de corte de secção retangular (mínimo 3m) de cabo longo;
- Régua de alumínio de comprimento $\geq 3\text{m}$ com secção retangular, para aferição do nivelamento da superfície acabada (mínimo três);
- Ferramentas manuais de pedreiro e armador (pás, enxadas, turquesas, etc) em quantidade suficiente para o bom andamento da obra;
- Vibradores de imersão (motor a gasolina), diâmetro $> 50\text{mm}$ (mínimo dois).

8.4.5 Adensamento e Conformação do Concreto

O equipamento para execução do pavimento de concreto será, preferencialmente, de pequeno porte do tipo régua, treliça ou rolo vibratório.

Além do adensamento superficial realizado pelos equipamentos vibratórios deverá ser realizado adensamento complementar com vibradores de imersão em toda a largura

concretada, respeitando-se o raio de vibração do equipamento. Atentar para a sobreposição dos pontos de adensamento, conforme figura abaixo.



A verificação da regularidade longitudinal da superfície deverá ser feita por meio de uma régua de alumínio com mais de 3m de comprimento. Qualquer variação na superfície, superior a 5 mm, seja uma depressão ou uma saliência, deverá ser corrigida de imediato.

Eventualmente, caso as características da via permitam, podem ser utilizados equipamentos com maior produtividade (formas-trilho ou pavimentadoras de formas deslizantes), adequando-se, neste caso, às condições de execução e canteiro.

8.4.6 Acabamento e Texturização do Concreto

O acabamento final do concreto deverá ser realizado, primeiramente, por meio da utilização do rodo de corte (para retirada de irregularidades na superfície) e, na sequência com a utilização do float manual (desempenadeira de cabo longo) para o desempenho final do pavimento. Estes serviços devem ser executados imediatamente após o adensamento do concreto.

Logo a seguir, deve-se proceder com a texturização do pavimento, que deve estar de acordo com os parâmetros definidos em projeto e validados pelo Município (quando solicitado pela fiscalização). Para tanto deve-se fazer uso de vassouras de fios de nylon, vassouras de piaçava ou pentes metálicos que provocarão ranhuras na superfície das placas.

A vassoura ou o pente metálico podem ser passados na direção transversal ou longitudinal à faixa concretada, de forma homogênea e constante, afim de obter ranhuras contínuas, uniformes e alinhadas ao longo do pavimento como um todo. As ranhuras

devem ser leves para não comprometer o acabamento final do pavimento e evitar geração acentuada de ruídos.

8.4.7 Cura do Concreto

Deve ser empregada a cura química, com produto a base PVA, polipropileno ou parafina, com pigmentação branca (clara), que obedeça aos requisitos descritos na norma ASTM-C 309. O produto deve ser aplicado em toda a superfície do pavimento na razão de 0,35 l/m² a 0,50 l/m² (conforme indicação do fabricante) visando a formação de película plástica, cujo objetivo é impedir a perda de água de amassamento do concreto para o ambiente. Este serviço deve ser executado por meio de aspersão imediatamente após a execução da texturização na superfície do pavimento de concreto. Como o período total de cura será de 7 dias, recomenda-se a não circulação de qualquer tráfego sobre o pavimento recém executado.

Caso as condições climáticas apresentem-se muito exacerbadas, calor ou frio em demasiado e/ou muito vento, deve-se proceder com cura úmida adicional neste período de 7 dias, espalhando-se mantas de geotêxtil umidificadas sobre o pavimento recém executado.

8.4.8 Desmoldagem

As formas só poderão ser retiradas decorridas ao menos 12 horas da finalização da concretagem (atentar para as especificações do concreto) e, desde que o concreto possa suportar sem nenhum dano a operação de desmoldagem. Durante a desmoldagem deverão ser tomados os cuidados necessários para evitar o esborcinamento nos cantos das placas.

Recomenda-se que as faces laterais das placas, ao serem expostas pela remoção das formas, sejam imediatamente protegidas por processo que lhes proporcione condições de cura análogas às da superfície do pavimento.

8.4.9 Juntas de Retração

A locação das seções onde serão executadas as juntas deverá ser feita por medidas topográficas, devendo ser determinadas as posições futuras por pontos fixos estabelecidos nas duas margens da pista ou, ainda, sobre as formas estacionárias. Deve-se estabelecer um Plano de Corte no qual se determine o momento adequado e a ordem

de abertura das juntas transversais, que devem ser trabalhadas de modo a aliviar as tensões no pano concretado. Em síntese, deve-se adotar uma estratégia de corte na qual os panos venham sendo reduzidos, aliviando assim as tensões incidentes.

As juntas deverão obedecer a paginação do projeto e serem serradas no primeiro momento possível após o final de pega do concreto, momento no qual o concreto jovem já se encontra endurecido e é possível apoiar o equipamento de corte sem provocar depressões no concreto. Esse momento específico vai depender das condições climáticas, do concreto e diversos outros aspectos, mas, na grande maioria dos casos ele se dá por volta de 6-10h após a concretagem. A profundidade do corte será de 1/3 da espessura da placa e sua largura será de 3 mm. Estas juntas não precisam ser preenchidas com material selante. Somente em casos extremos, nos quais o projeto especificar armaduras de transferência de carga esse procedimento será necessário e, neste caso, atendidas as recomendações especificadas. Ao fim de cada jornada de trabalho, ou sempre que a concretagem tiver de ser interrompida por mais de 30 minutos, deverá ser executada uma junta de construção cuja posição deve coincidir com a de uma junta transversal indicada no projeto.

8.4.10 Juntas de Expansão

São utilizados em encontro com OAEs e outras estruturas de concreto. Confeccionado com POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) de espessura de 5 mm. Será inserido posteriormente material selante nesta junta. O objetivo da selagem de juntas é minimizar a infiltração de água superficial e prevenir a entrada de material incompressível em camadas do pavimento. Selantes a frio (silicones) devido a suas propriedades, são altamente indicados para a selagem de juntas de pavimentos, dado sua alta resistência às intempéries, sua elasticidade e recuperação de forma, e seu baixo módulo de deformação. A expectativa de vida é de aproximadamente 10 anos conforme garantia de fabricantes.

8.4.11 Controle de Qualidade e Ensaios

A empresa vencedora da licitação deverá apontar laboratório que irá realizar os ensaios e controle de qualidade para a prefeitura que terá poder de veto caso este laboratório não apresente os requisitos técnicos necessários.

8.4.11.1 Determinação do Abatimento do Concreto

Deverá ser feita segundo a norma NBR 7223, em amostra coletada de cada amassada (ou betonada), antes da aplicação em obra.

8.4.11.2 Controle Geométrico

Durante a execução de cada trecho de pavimento definido para inspeção, procedese à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, de 20m em 20m ao longo do eixo, para verificar se a largura e a espessura do pavimento estão de acordo com o projeto.

Para a verificação da espessura, esta relocação e nivelamento deverão ser feitos nos mesmos pontos, tanto no topo da sub-base (antes da execução do pavimento de concreto), como no topo do pavimento de concreto (após a sua execução).

O trecho de pavimento será aceito quando:

- A variação na largura das placas for inferior a $\pm 5\%$ em relação às especificadas em projeto.
- A espessura mínima verificada for \geq àquela definida em projeto. **Não serão aceitas placas com espessura inferior à especificada.**

8.4.11.3 Controle do Acabamento Superficial

Após a conclusão de cada trecho, antes da liberação ao tráfego, este deverá ser avaliado quanto ao conforto e à suavidade ao rolamento de acordo com a especificidade e velocidade limite da via, e conforme a norma DNIT 063 - PRO (Pavimento de Concreto - Avaliação Subjetiva).

O laudo desta avaliação deverá atribuir ao trecho inspecionado um conceito sobre a condição geral da estrutura e do comportamento da pavimentação, avaliando os aspectos de integridade, capacidade e regularidade superficial, resistência à derrapagem, potencial de hidroplanagem e outros. Este conceito será dado por uma nota entre 0 e 100, sendo aprovados quanto a estes aspectos somente os trechos que apresentarem nota igual ou superior a 40.

Caso o trecho não seja aceito, a superfície do pavimento deverá ser reparada e, caso isto não seja possível, os trechos considerados com acabamento ruim deverão ser demolidos e refeitos.

8.4.11.4 Determinação da Resistência do Concreto

Na inspeção do concreto deverá ser determinada a resistência à tração na flexão na idade de controle fixada no projeto, ou então a resistência à compressão axial, desde que tenha sido estabelecida através de ensaios, para o concreto em questão, uma correlação confiável entre a resistência à tração na flexão e a resistência à compressão axial.

8.4.11.5 Moldagem dos Corpos-de-prova

A cada trecho de no máximo 2.500,00m² de pavimento, definido para inspeção, deverão ser moldados aleatoriamente e de amassadas diferentes, no mínimo, 6 exemplares de corpos de prova sendo cada exemplar constituído por, no mínimo, 2 corpos de prova prismáticos ou cilíndricos de uma mesma amassada, cujas dimensões, preparo e cura deverão estar de acordo com a norma NBR 5738. Na identificação dos corpos de prova deverá constar a data da moldagem, a classe do concreto e outras informações julgadas necessárias.

8.4.11.6 Ensaios

Os corpos de prova deverão ser ensaiados na idade de controle fixada no projeto, sendo a resistência à tração na flexão determinada nos corpos de prova prismáticos conforme a norma NBR 12142, e a resistência à compressão axial nos corpos de prova cilíndricos de acordo com a norma NBR 5739.

Dos dois resultados obtidos será escolhido o de maior valor, que será considerado como sendo a resistência do exemplar.

8.4.11.7 Determinação da Resistência Característica

A resistência característica estimada do concreto do trecho inspecionado à tração na flexão ou à compressão axial será determinada a partir das expressões:

$$f_{ctmk,est} = f_{ctm28} - K_s \text{ ou } f_{ck,est} = f_{c28} - K_s$$

Onde:

$f_{ctmk,est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à tração na flexão;

f_{ctm28} = resistência média do concreto à tração na flexão, na idade de 28 dias;

$f_{ck, est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão axial;

f_{c28} = resistência média do concreto à compressão axial, na idade de 28 dias;

s = desvio padrão dos resultados;

K = coeficiente de distribuição de Student;

n = número de exemplares.

O valor do coeficiente k é função da quantidade de exemplares do lote, sendo obtido na Tabela abaixo.

n	6	7	8	9	10	12	15	18	20	25	30	32	> 32
k	0,92	0,90	0,89	0,88	0,88	0,87	0,86	0,86	0,86	0,85	0,85	0,84	0,84
	0	6	6	9	3	6	8	3	1	7	4	2	2

8.4.11.8 Aceitação Automática

O pavimento será aceito automaticamente quanto à resistência do concreto, quando se obtiver uma das seguintes condições:

$$f_{ctM, est} \geq f_{ctM,k}$$

ou

$$f_{ck, est} \geq f_{ck}$$

8.4.11.9 Verificações Suplementares

Quando não houver aceitação automática deverão ser extraídos no trecho, em pontos uniformemente espaçados, no mínimo, 6 corpos de prova cilíndricos de 15 cm de diâmetro, segundo a norma NBR 7680, ou corpos de prova prismáticos, conforme a norma ASTM-C 42, os quais serão ensaiados respectivamente à compressão axial (norma NBR 5739) e à tração na flexão (norma NBR 12142). Estes corpos de prova devem ser extraídos das placas que apresentarem as menores resistências no resultado do controle.

Com os resultados obtidos nestes corpos de prova será determinada a resistência característica pela fórmula $f_{ctM, est} = f_{ctM28} - Ks$ ou $f_{ck, est} = f_{c28} - Ks$. O trecho será aceito se for atendida a condição $f_{ctM, est} \geq f_{ctM,k}$ ou $f_{ck, est} \geq f_{ck}$. Caso esta condição não seja atendida deverá ser feita revisão do projeto, adotando para a resistência do concreto do trecho a resistência característica estimada e a espessura média determinada no controle geométrico.

Se o trecho ainda não for aceito deverá ser adotada, de acordo com o parecer da Fiscalização e sem ônus para o Contratante, uma das seguintes decisões:

- Aproveitamento do pavimento, com restrições ao carregamento ou ao uso.
- Reforço do pavimento.
- Demolição e reconstrução pavimento.

8.4.12 Controle de Trafegabilidade e Sequência Executiva

Deverá ser traçado um plano de execução entre a prefeitura e o contratante relativo as faixas de concretagem de modo a permitir o trânsito nas áreas não pavimentadas ou impedimento completo do tráfego.

A contratada é responsável pelo controle de trafegabilidade (pedestres, automóveis e outros) sobre o pavimento a ser executado e sobre o pavimento já executado.

A liberação do tráfego sobre pavimento já executado acontecerá somente quando o concreto atingir 80% da resistência de projeto. Esta informação deverá ser fornecida pela empresa contratada para fornecimento do concreto e tal informação deverá ser devidamente documentada. Este prazo não poderá ser inferior a 7 dias período no qual o concreto ainda se encontra em período de cura.

8.4.13 Limpeza e Acabamento Final

Deverá ser efetuada a completa limpeza da pista antes de sua liberação por completo ao tráfego, buscando eliminar quaisquer detritos que venham a atrapalhar sua utilização. A obra deve ser liberada apenas após a completa execução dos serviços de sinalização horizontal.

8.4.14 Aceite da Obra

A contratante através do seu corpo técnico irá analisar todos os relatórios de controle de qualidade e ensaios para aceite da obra.

A obra será considerada aceita e entregue somente após entrega do relatório final comprovando estarem cumpridos todos os requisitos do controle de qualidade baseados nos ensaios realizados.

A contratante reserva-se o direito de não aceitar a obra caso os resultados não estejam de acordo com os critérios normativos estabelecidos, bem como pode pedir a realização de novos ensaios tantos quantos forem necessários para essa avaliação. A

contratante terá amplo e irrestrito acesso às informações relativas aos serviços e materiais descritos neste documento.

9 MEIO-FIO

Os meios-fios são dispositivos posicionados ao longo do pavimento, e mais elevado que este, com duplo objetivo: limitar a área destinada ao trânsito de veículos e conduzir as águas precipitadas sobre o pavimento e passeios para outros dispositivos de drenagem.

Os meios-fios de concreto tipo 5, serão posicionados ao longo do pavimento e mais elevado que este, com duplo objetivo: limitar a área destinada ao trânsito de veículos e conduzir as águas precipitadas sobre o pavimento para outros dispositivos de drenagem. Quando a pavimentação da pista for de material intertravado, o meio-fio tipo 5 também terá o objetivo de servir de travamento para tal pavimento.

Figura 5 – Meio-fio tipo 5



Fonte: DNIT (2010).

10 SINALIZAÇÃO VIÁRIA

10.1 PINTURA DE FAIXA DE CONTRASTE

Antes da pintura das faixas de sinalização viária deverá ser realizada a pintura de contraste na cor preta com uma largura total de 20cm, sendo 10cm de cada lado da faixa de sinalização. A especificação dos materiais e execução segue as mesmas da pintura das faixas de sinalização, porém sem a aplicação da microesfera de vidro.

10.2 PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS

Na sinalização horizontal deverão ser usados os materiais (tinta e microesfera de vidro), especificadas de acordo com as Normas Técnicas.

A largura das faixas deve ser de 10 cm para o eixo e 10 cm para as bordas.

A espessura é de 0,06 mm úmida.

A tinta aplicada, após a secagem física total, deve apresentar plasticidade e características de adesividade à microesfera de vidro e ao pavimento, produzir película seca, fosca de aspecto uniforme, sem apresentar fissuras, gretas ou descascamento durante o período de vida útil.

Os termos técnicos utilizados na Tinta de Sinalização Rodoviária estão definidos na NBR 11862.

- a) A tinta deve ser fornecida para uso em superfície betuminosa;
- b) A tinta, logo após abertura do recipiente, não deve apresentar sedimentos, natas e grumos;
- c) A tinta deve estar apta a ser aplicada nas seguintes condições: temperatura do ar entre 15 e 35 °C / temperatura do pavimento não superior a 40 °C e umidade relativa do ar até 90%;
- d) A tinta deve ter condições para ser aplicada por máquinas apropriadas e ter a consistência especificada, sem ser necessária a adição de outro aditivo qualquer. Pode ser adicionado no máximo 5% de solvente em volume de tinta, compatível com a mesma para acerto de viscosidade;
- e) A tinta, quando aplicada na quantidade especificada, deve recobrir perfeitamente o pavimento e permitir a liberação ao tráfego no período máximo de tempo de 30 minutos;
- f) A tinta deve manter integralmente a sua coesão e cor após aplicação no pavimento;
- g) A tinta, quando aplicada sobre a superfície betuminosa, não deve apresentar sangria nem exercer qualquer ação que danifique o pavimento;
- h) A tinta pode ser fornecida na cor Branca N 9,5 e/ou amarela 10 YR 7,5/14, respeitando os padrões e tolerâncias do código de cores *Munsell*.

10.3 PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO

As placas de regulamentação e advertência deverão ter os padrões definidos pela Legislação de Trânsito Vigente e Normas Brasileiras, no que diz respeito a especificação, cores e letreiros.

As chapas destinadas à confecção das placas de aço devem ser planas, do tipo NB 1010/1020, com espessura de 1,25mm, bitola #18, ou espessura de 1,50mm, bitola #16. Devem conter pintura totalmente refletiva. As placas de regulamentação circulares deverão ter diâmetro de 50cm, octogonal tipo R1 com lado mínimo de 25cm e tipo R-2 com lado mínimo de 75cm. As placas de advertência quadradas terão lado mínimo de 45cm, devendo atender integralmente a NBR 11904 – Placas de aço para sinalização viária.

As colunas de sustentação deverão ser de aço galvanizado, com diâmetro de 11/2”, espessura da parede de 3mm e com 3,5m de comprimento. As colunas de sustentação deverão ser fixadas em bases de concreto.

A posição e distâncias de fixação das placas deverão seguir as normas da Legislação de Trânsito Vigente e Normas Brasileiras.

10.4 FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRE

As faixas de travessia de pedestres indicam as áreas da pista onde os pedestres devem executar a travessia, estabelecendo para aquele local a prioridade de passagem dos pedestres em relação aos veículos, exceto nos locais com sinalização semafórica de controle de passagem.

10.4.1 Características

Constitui-se de linhas paralelas, na cor branca, com largura de 40 cm e espaçamento de 40 cm entre as linhas, com um comprimento da faixa de travessia de 3 m. A uma distância de 1,60 m da faixa, deve haver a linha de retenção (LRE), com largura de 40 cm, que indica ao condutor o local limite em que se deve parar o veículo.

A pintura da faixa deverá seguir as especificações técnicas do item sinalização viária: “pintura de faixas horizontais”, deste memorial.

10.4.2 Faixa Elevada

A faixa elevada para travessia de pedestres é um dispositivo implantado no trecho da pista onde o pavimento é elevado, conforme critérios e sinalização definidos pela

Resolução Nº 738/2018, respeitando os princípios de utilização estabelecidos no Volume IV – Sinalização Horizontal, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do CONTRAN.

10.4.3 Dimensionamento

A faixa elevada para travessia de pedestres deve atender ao projeto-tipo, conforme figura anterior, estabelecido pela resolução citada anteriormente e apresentar as seguintes dimensões:

I – Comprimento da plataforma: igual à largura da pista, garantidas as condições de drenagem superficial;

II – Largura da plataforma (L1): no mínimo 5 m e no máximo 7 m, garantidas as condições de drenagem superficial. Larguras acima desse intervalo podem ser admitidas, desde que devidamente justificadas pelo órgão ou entidade executiva de trânsito;

III – Rampas: o seu comprimento deve ser igual ao da plataforma. A sua largura (L2) deve ser calculada de acordo com a altura da faixa elevada, com inclinação entre 5% e 10% a ser estabelecida por estudos de engenharia, em função da velocidade e composição do tráfego;

IV – Altura (H): deve ser igual à altura da calçada, desde que não ultrapasse 15 cm. Em locais em que a calçada tenha altura superior a 15 cm, a concordância entre o nível da faixa elevada e o da calçada deve ser feita por meio de rebaixamento da calçada, conforme estabelecido na norma ABNT NBR 9050;

V – Sistema de drenagem: deve ser feito de forma a garantir a continuidade de circulação dos pedestres, sem obstáculos e riscos à sua segurança.

10.4.4 Implantação

A implantação de travessia elevada para pedestres deve ser acompanhada da devida sinalização, contendo, no mínimo:

I – Sinal de regulamentação: R-19 (Velocidade máxima permitida) limitando a velocidade em até 30 km/h, sempre antecedendo a travessia, devendo a redução de velocidade da via ser gradativa, conforme critérios estabelecidos no Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, do Contran;

II – Sinais de advertência: A-18 (Saliência ou lombada) antecedendo o dispositivo e junto a ele, A-32b (Passagem sinalizada de pedestres) ou A-33b (Passagem sinalizada de escolares) nas proximidades das escolas, acrescidos de seta como informação complementar, conforme desenho constante no ANEXO II da presente Resolução;

III – Demarcação: em forma de triângulo, na cor branca, sobre o piso da rampa de acesso da travessia elevada, conforme Anexos I, III e IV. Para garantir o contraste, quando a cor do pavimento for clara, o piso da rampa deve ser pintado de preto;

IV – Demarcação de faixa de pedestres: do tipo “zebrada” com largura (L3) entre 4 m e 6 m na plataforma da travessia elevada, conforme critérios estabelecidos no Volume IV – Sinalização Horizontal, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do Contran, admitindo-se largura superior, conforme previsto no inciso II, do artigo 4º;

V – Área da calçada: próxima ao meio-fio deve ser sinalizada com piso tátil, de acordo com a norma ABNT NBR 9050, conforme mostrado no Anexo I da presente Resolução;

VI – Linha de retenção: junto a travessia elevada semaforizada, a ser implantada de acordo com o disposto no Volume IV - Sinalização Horizontal, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do Contran, respeitada distância mínima de 1,60 m antes do início da rampa.

Trombudo Central (SC), 19 de janeiro de 2026.

JUAN PERES DE OLIVEIRA:04452657958

Assinado de forma digital por JUAN PERES DE OLIVEIRA:04452657958
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=83797191000191, ou=PRESENCIAL, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=EM BRANCO, ou=AC Instituto Fenacem RFB, cn=JUAN PERES DE OLIVEIRA:04452657958
Dados: 2026.01.28 15:24:20 -03'00'

Juan Peres de Oliveira
Eng. Civil – CREA/SC 155.753-9
Coordenador Geral de Projetos

GABRIELA SKOWASCH BOSSE:04364730971

Assinado de forma digital por GABRIELA SKOWASCH BOSSE:04364730971
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=19109359000120, ou=PRESENCIAL, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=EM BRANCO, ou=AC Instituto Fenacem RFB, cn=GABRIELA SKOWASCH BOSSE:04364730971
Dados: 2026.01.28 15:46:40 -03'00'

Gabriela Skowasch Bosse
Eng. Civil – CREA/SC 178.970-0
Chefe de Equipe

SIDNEI BOSSE:58639195900

Assinado de forma digital por SIDNEI BOSSE:58639195900
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=19109359000120, ou=PRESENCIAL, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=EM BRANCO, ou=AC Instituto Fenacem RFB, cn=SIDNEI BOSSE:58639195900
Dados: 2026.01.28 15:46:55 -03'00'

Sidnei Bosse
Eng. Agrim. – CREA/SC 030.984-9
Membro de Equipe

ANTONIO CARLOS DE OLIVEIRA:60116633972

Assinado de forma digital por ANTONIO CARLOS DE OLIVEIRA:60116633972
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=83797191000191, ou=PRESENCIAL, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=EM BRANCO, ou=AC Instituto Fenacem RFB, cn=ANTONIO CARLOS DE OLIVEIRA:60116633972
Dados: 2026.01.28 15:47:07 -03'00'

Antônio Carlos de Oliveira
Eng. Agrim – CREA/SC 032.895.5
Membro de Equipe

PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO

MEMORIAL DESCRITIVO E ORÇAMENTO

Local:

Rua Blumenau

Trombudo Central/SC

Janeiro / 2026

SUMÁRIO

1	LOCALIZAÇÃO.....	4
2	INFORMATIVO DO PROJETO.....	5
3	SERVIÇOS PRELIMINARES	5
3.1	PLACA DE OBRA	5
3.2	PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS	6
3.3	LOCAÇÕES DE OBRA	7
3.4	ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA	7
3.5	REMOÇÃO E TRANSPORTE.....	7
3.6	REALOCAÇÃO DE POSTES.....	7
4	PROJETO DE TERRAPLANAGEM	8
4.1	CORTES.....	9
4.1.1	Generalidades	9
4.1.2	Equipamentos	9
4.1.3	Execução	9
4.1.4	Controle.....	10
4.2	ATERROS	10
4.2.1	Generalidades	10
4.2.2	Materiais	10
4.2.3	Equipamentos	11
4.2.4	Execução	11
4.3	VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO.....	11
5	ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO	12
5.1	GRANULOMETRIA.....	12
5.2	LIMITE DE LIQUIDEZ (LL).....	12
5.3	ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP)	13
5.4	ÍNDICE DE GRUPO (IG).....	13
5.5	ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC OU CBR)	14
5.6	EXPANSÃO (%)	14
5.7	RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DA EXECUÇÃO DA SONDAAGEM	14
5.8	RESULTADOS DOS ENSAIOS	15
6	ESTUDO DE TRÁFEGO.....	21

6.1	OS EIXOS	21
6.2	PARÂMETROS GERAIS DE TRÁFEGO	22
6.3	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO DE CONCRETO	26
6.3.1	Concreto - Especificações do Material.....	26
6.3.2	Tráfego de Projeto	27
6.3.3	Análise do Subleito.....	27
6.3.4	Espessura da Placa de Concreto.....	27
6.3.5	Modulação das Placas (Geometria).....	28
6.3.6	Sistema de Juntas	29
7	PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL.....	30
7.1	CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES.....	30
8	ESTUDO DO TRAÇADO.....	30
9	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	31
9.1	REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA.....	31
9.1.1	Materiais	31
9.1.2	Equipamento	31
9.1.3	Execução.....	31
9.1.4	Controle Tecnológico	32
9.2	CAMADA DE BRITA GRADUADA.....	32
9.2.1	Materiais	33
9.2.2	Equipamentos	33
9.2.3	Execução.....	34
9.2.4	Controle Tecnológico	35
9.3	LONA PLÁSTICA 200 MICRAS	37
9.4	PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO	37
9.4.1	Formas de Madeira	37
9.4.2	Tela de Aço Soldada Q138 com Espaçador	38
9.4.3	Materiais Constituintes do Concreto.....	38
9.4.4	Equipamentos para Execução	39
9.4.5	Adensamento e Conformação do Concreto.....	40
9.4.6	Acabamento e Texturização do Concreto	41
9.4.7	Cura do Concreto.....	42
9.4.8	Desmoldagem	42

9.4.9	Juntas de Retração	42
9.4.10	Juntas de Expansão	43
9.4.11	Controle de Qualidade e Ensaios	43
9.4.12	Controle de Trafegabilidade e Sequência Executiva	47
9.4.13	Limpeza e Acabamento Final	47
9.4.14	Aceite da Obra	47
10	MEIO-FIO	48
11	ONDULAÇÃO TRANSVERSAL	48
12	SINALIZAÇÃO VIÁRIA	49
12.1	PINTURA DE FAIXA DE CONTRASTE	49
12.2	PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS	49
12.3	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO	50
12.4	FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRE.....	50
12.4.1	Características	50
12.4.2	Faixa Elevada	51
12.4.3	Dimensionamento	51
12.4.4	Implantação	52

1 LOCALIZAÇÃO

Figura 1 – Localização do município de Trombudo Central



Fonte: Wikipedia (2025).

Figura 2 – Localização da via



Fonte: Modificado de Google Earth (2025).

2 INFORMATIVO DO PROJETO

Em busca de garantir aos moradores do município melhores condições de tráfego local, a atual administração tem se preocupado em realizar a pavimentação das ruas residenciais desta localidade. Para este projeto em questão ficou definida a realização de um trecho com extensão de 212,21 metros, com largura total de 7,60 metros, composta por uma pista simples de concreto, sendo que cada faixa de rolamento tem largura de 3,80 metros, conforme indicado em projeto.

3 SERVIÇOS PRELIMINARES

3.1 PLACA DE OBRA

As placas deverão ser confeccionadas em chapas planas, metálicas, galvanizadas, ou de madeira compensada impermeabilizada, em material resistente às intempéries. As informações deverão estar em material plástico (poliestireno), para fixação ou adesivação nas placas. Quando isso não for possível, as informações deverão ser pintadas a óleo ou esmalte. Dá-se preferência ao material plástico, pela sua durabilidade e qualidade. As placas deverão ser afixadas em local visível, preferencialmente no acesso principal do empreendimento ou voltadas para a via que favoreça a melhor visualização. Recomenda-se que as placas sejam mantidas em bom estado de conservação, inclusive quanto à integridade do padrão das cores, durante todo o período de execução das obras

Figura 3 – Placa de obra padrão do Governo Federal



Área total:

Proporção de 10x X 5x ou Largura - Altura x 2.

Área Conceito (A):

- Tamanho: 4x de largura por 3x altura.
- Cor de fundo: azul - Pantone 2935C
- Fonte: Rawline ExtraBold.
- Espaçamento entre letras é 0.
- Alinhamento do texto à esquerda, com margens de 1/4x.
- Cor da fonte: branca e amarela - Pantone 109C.

Área do nome e informações da obra (A):

- Tamanho: 6x de largura por 2,75x altura.
- Cor de fundo: Branco.
- Fonte: Rawline Bold.
- Espaçamento entre letras é 0.
- Cor da fonte: Pantone 2935C.

Área de informações da obra (A):

- Tamanho: 6x de largura por 2,75x de altura.
- Cor de fundo: Branco.
- Fonte: Rawline Bold, caixa-alta.
- Cor da fonte: Preta.

Espaço entrelinhas:

1 vez o tamanho do corpo da letra.
Exemplo: corpo 60/60.

Área Logo Programa (B):

- Tamanho: 4x de largura por 1x de altura x.
- Cor de fundo: Preto 10%.

Área das assinaturas (C):

- Tamanho: 10x de largura por 1x de altura x.
- Cor de fundo: branca.
- Altura marca Brasil deve ser 1/2x e as demais 1/4X.
- O conjunto de marcas deve ficar centralizado, tanto na horizontal quanto na vertical, neste espaço.

A denominação "Ministério do(a)" ou "Secretaria do(a)" deve estar em Rawline Semibold e o nome do ministério ou da secretaria deve estar em Rawline Black, espaçamento entre letras é -40.

Fonte: Governo Federal (2025).

3.2 PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS

Enquanto durar a execução das obras, instalações e serviços, a colocação e manutenção de placas visíveis e legíveis serão obrigatórias.

A placa deverá ser colocada em local visível, preferencialmente a 100 m do início das obras, nos dois sentidos voltada para a via que favoreça a melhor visualização, e as especificações desta serão conforme detalhe abaixo.

Figura 4 – Placa em chapa de aço galvanizado com resistência a intempéries.
Dimensões: 1,00 x 0,50 m





3.3 LOCAÇÕES DE OBRA

A metodologia adotada para locação topográfica da obra será com o uso de aparelho topográfico, sendo demarcados os pontos de locação do eixo da via a ser pavimentada, com implantação de piquetes, com espaçamento máximo de 20 metros, nivelamento e contranivelamento do eixo locado e nivelamento das seções transversais.

Para o nivelamento da drenagem pluvial deverá ser seguido o projeto de drenagem pluvial, observando a cota de fundo de vala no perfil longitudinal traçado.

3.4 ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA

Para abrigo provisório da obra foi previsto o aluguel de um container para escritório, almoxarifado e sanitários.

3.5 REMOÇÃO E TRANSPORTE

Antes do início dos serviços deverão ser considerados aspectos importantes como: a natureza da estrutura, os métodos utilizados para construção e as condições do entorno onde será realizada a remoção.

As remoções deverão ser efetuadas dentro da técnica, tomando os devidos cuidados de forma a se evitarem danos a terceiros.

Caso necessite, a remoção de eventuais edificações, muros e afins, o transporte de todo o entulho e detritos provenientes desta, serão de responsabilidade do Município, não cabendo a inclusão de tais serviços na planilha orçamentária.

3.6 REALOCAÇÃO DE POSTES

Caso seja necessário a realocação de postes, a mesma estará demonstrada no projeto geométrico, cabendo ao engenheiro fiscal do município avaliar *in loco* a necessidade de eventuais alterações, devendo comunicar aos técnicos projetistas as devidas alterações necessárias para adequações do projeto, caso houver.

A realocação de postes deverá ser solicitada pelo Município junto à concessionária de energia com antecedência para que não prejudique o cronograma da obra.

4 PROJETO DE TERRAPLANAGEM

O Projeto de Terraplanagem tem por objetivo a definição das seções transversais em corte e aterro, a determinação, a localização e distribuição dos volumes dos materiais.

Em função das características próprias do Projeto, o greide lançado no Projeto Geométrico procurou adequá-lo à situação existente. Desta forma, será realizada a escavação ou o aterro para a execução das camadas constituintes do pavimento, seguida da regularização e compactação.

Nota: A apresentação do licenciamento ambiental das áreas de bota-fora e jazida de empréstimo será de responsabilidade do Município.

Com a realização do serviço de escavação, havendo aparecimento de solo considerado inservível a empresa executora da obra deverá comunicar imediatamente o Engenheiro Fiscal e Autor do Projeto para readequação dos serviços a serem realizados, devendo ser prevista a retirada do material inservível e substituído por material com compactação a 100% do Proctor Normal.

Para efeitos desta Norma são adotadas as seguintes definições:

- Material de 1ª categoria – compreende os solos em geral, residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 15 cm, qualquer que seja o teor de umidade apresentado;
- Material de 2ª categoria - compreende os de resistência ao desmonte mecânico inferior a rocha não alterada, cuja extração se processe por combinação de métodos que obriguem a utilização do maior equipamento de escarificação exigido contratualmente. A extração eventualmente poderá envolver o uso de explosivos ou processo manual adequado. Incluídos nesta classificação os blocos de rocha, de volume inferior a 2 m³ e os matacões ou pedras de diâmetro médio entre 15 cm e 1 m;
- Material de 3ª categoria – compreende os de resistência ao desmonte mecânico equivalente à rocha não alterada e blocos de rocha, com diâmetro médio superior a 1 m, ou de volume igual a 2 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento se processem com o emprego contínuo de explosivos.

4.1 CORTES

4.1.1 Generalidades

Cortes são segmentos cuja implantação requer escavação do material constituinte do terreno natural ao longo do eixo, e no interior dos limites das seções do projeto.

As operações de corte compreendem:

- Escavação e carga dos materiais constituintes do terreno natural até o greide de terraplanagem indicado no projeto;
- Transporte e descarga dos materiais escavados para aterros ou bota-foras. Para o orçamento determinou-se DMT de acordo com especificações em planilha orçamentária e o empolamento para o transporte de material de 1ª categoria foi de 25%.

4.1.2 Equipamentos

A escavação dos cortes será executada mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

4.1.3 Execução

O desenvolvimento da escavação se processará mediante a previsão da utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Assim, apenas serão utilizados para constituição dos aterros, os materiais que pela classificação e caracterização efetuada nos cortes, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros, em conformidade com o projeto.

Quando no nível da plataforma dos cortes for verificada a ocorrência de rocha, são ou em decomposição, ou de solos de expansão maior que 2%, baixa capacidade de suporte (CBR < 4%) ou solos orgânicos, a empresa executora da obra deverá comunicar o Engenheiro Fiscal e Autor do Projeto para readequação dos serviços a serem realizados.

Os taludes de corte deverão apresentar, após a operação de terraplanagem, a inclinação indicada no projeto.

4.1.4 Controle

O acabamento da plataforma de corte será procedido mecanicamente, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitindo as seguintes tolerâncias:

- Variação de altura máxima de mais ou menos 10 cm;
- Variação máxima de largura de mais 20 cm para cada plataforma, não se admitindo a variação para menos.

4.2 ATERROS

4.2.1 Generalidades

As operações de aterro compreendem descarga, espalhamento, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, e compactação dos materiais destinados a:

- Construção da camada final do aterro até a cota correspondente ao greide da terraplanagem;
- Substituição eventual dos materiais de qualidade inferior previamente retirados, a fim de melhorar as fundações dos aterros e/ou cortes.

4.2.2 Materiais

Os materiais para os aterros provirão de cortes existentes, desde que estes apresentem boa qualidade. A substituição desses materiais selecionados por outros, por necessidade de serviço ou por interesse da construtora, somente poderá ser processada após prévia autorização da fiscalização. Os solos para os aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas, micécea e diatomácea. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas. Caso os materiais provenientes dos cortes não forem suficientes ou não forem de boa qualidade para os aterros, deverá ser adquirido material e jazida de solo de boa qualidade devidamente licenciadas.

Para efeito de execução do corpo do aterro, apresentar capacidade de suporte adequada ($ISC \geq 2\%$) e expansão $\leq 4\%$, quando determinados por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de compactação – Norma DNIT 164/2013-ME (Método A);
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) – Norma DNIT 172/2016-ME, com a energia do Ensaio de Compactação (Método A).

Para efeito de execução da camada final dos aterros, apresentar dentro das disponibilidades e em consonância com os preceitos de ordem técnico-econômica, a melhor capacidade de suporte ($ISC > 4\%$, ou igual ou superior ao especificado pelo projetista, quando indicado em projeto) e expansão $< 2\%$, cabendo a determinação dos valores de CBR e de expansão pertinentes, por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de Compactação – Norma DNIT 164/2013-ME (Método B);
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) – Norma DNIT 172/2016-ME, com a energia do Ensaio de Compactação (Método B).

4.2.3 Equipamentos

Os aterros serão executados mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

4.2.4 Execução

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal e em extensões tais que permitam seu umedecimento e compactação 100% do Proctor Normal. Para o corpo dos aterros, a espessura da camada compactada não deverá ultrapassar 30 cm e, para as camadas finais, essa espessura não deverá ultrapassar 20 cm.

A localização das áreas de bota-fora e jazida de empréstimo foram definidas e apresentadas pela equipe técnica da prefeitura. Por se tratar de obra de pavimentação em via pública, a apresentação do licenciamento ambiental será de responsabilidade do Município.

Os volumes de cortes e aterros compactados obtidos estão expressos nos projetos e não estão considerados os empolamentos.

4.3 VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO

O volume total de movimentação de terra projetado deve ser analisado no projeto de terraplanagem e orçamento da obra. O volume de escavação deve servir para complementar os aterros existentes.

5 ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO

O estudo geológico e geotécnico faz parte da ciência que define os parâmetros do solo ou rocha através de ensaios como sondagem podendo ser a percussão ou a trado, ensaio de campo ou ensaio de laboratório.

É de reconhecimento geral que o projeto de uma estrutura de engenharia, por mais modesta que seja, requer o adequado conhecimento das condições do subsolo no local onde será construída, assim como também é necessário o conhecimento das áreas que servirão de jazida para fornecimento de solos granulares e rochas que servirão como materiais de construção.

Para definir as características do subleito para execução de pavimento, foram efetuados ensaios de caracterização conforme DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94, DNER-ME 122/94.

As tabelas com os resultados dos ensaios apresentam uma análise estatística dos valores descritos a seguir.

5.1 GRANULOMETRIA

A granulometria é um parâmetro que descreve como os grãos de um material sólido, como areia, cascalho ou solo, estão distribuídos em relação ao seu tamanho. Ela é definida pela proporção relativa dos diferentes tamanhos de grãos que compõem um agregado.

Para determinar a granulometria, o material é peneirado em peneiras com diferentes aberturas e os grãos são separados em diferentes tamanhos, medidos em micrômetros ou milímetros. Em seguida, calcula-se o percentual de material que passa ou fica retido em cada peneira, e isso gera um gráfico ou curva granulométrica, que é essencial para avaliar as propriedades do agregado, conforme ABNT NBR NM 248.

Os dados obtidos são usados para gerar uma curva granulométrica, que mostra a distribuição das partículas em função de seu diâmetro, apresentadas nos resultados dos ensaios. Esta curva é importante para caracterizar o solo e avaliar suas propriedades, como a permeabilidade e a coesão.

5.2 LIMITE DE LIQUIDEZ (LL)

É uma propriedade dos solos que define o teor de umidade em que o solo passa do estado plástico para o estado líquido. É importante pois ajuda a classificar o tipo de solo e prever seu comportamento em diferentes condições de umidade, especialmente para

saber se o solo poderá suportar cargas (como fundações de edifícios) ou se tende a perder coesão e estabilidade em condições muito úmidas.

Para medir o LL, o solo é preparado com diferentes teores de umidade e colocado em um equipamento chamado aparelho de Casagrande. Esse dispositivo permite que o solo seja sujeito a uma série de impactos controlados, de modo que o operador consiga observar a transição de estado. Quando a amostra de solo atinge uma umidade em que se fecha uma fissura com exatamente 25 golpes do equipamento, essa umidade é considerada o limite de liquidez, conforme ABNT NBR 6459.

5.3 ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP)

É uma propriedade do solo que indica a faixa de umidade em que ele se comporta de forma plástica, ou seja, em que pode ser moldado sem se quebrar ou desintegrar. O IP é calculado pela diferença entre o limite de liquidez (LL) e o limite de plasticidade (LP) (ABNT NBR 7180).

O valor do IP reflete a capacidade do solo de mudar de forma ao ser manuseado. Solos com alto índice de plasticidade têm uma ampla faixa de umidade em que permanecem plásticos, o que indica a presença de argilas expansivas. Já solos com baixo IP, como os arenosos, têm pouca ou nenhuma plasticidade.

5.4 ÍNDICE DE GRUPO (IG)

É um parâmetro obtido em função dos três ensaios acima e utilizado para avaliar a qualidade dos solos, especialmente em projetos de pavimentação. Ele foi desenvolvido para complementar a classificação do solo segundo o Sistema de Classificação AASHTO M 145 (American Association of State Highway and Transportation Officials), que categoriza solos com base em suas propriedades de granulometria e plasticidade. O índice de grupo ajuda a quantificar a "qualidade" ou "adequação" do solo como material de subleito em rodovias, indicando a necessidade de estabilização ou reforço.

Os valores de IG podem ser interpretados da seguinte forma:

- IG de 0 a 20: valores baixos indicam que o solo tem boas propriedades como subleito para pavimentos e pode não precisar de tratamento.
- IG alto (acima de 20): indica que o solo pode ter baixa qualidade para o subleito de pavimentação, sugerindo a necessidade de reforço ou substituição para melhorar a capacidade de suporte.

5.5 ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC OU CBR)

É um parâmetro que mede a capacidade de suporte de um solo ou material agregado em comparação a um material padrão (brita triturada), e é utilizado para avaliar a resistência de subleitos, sub-bases e bases de estradas e rodovias.

O ensaio de CBR (ABNT NBR 9895) consiste em compactar uma amostra de solo em um cilindro e, em seguida, aplicar uma carga por meio de um pistão padrão, que penetra na amostra a uma taxa controlada. Durante o teste, mede-se a pressão necessária para que o pistão penetre uma profundidade específica no solo (geralmente 2,5 mm e 5,0 mm). O CBR é calculado pela razão entre a pressão aplicada no solo e a pressão necessária para penetrar a mesma profundidade no material padrão.

5.6 EXPANSÃO (%)

O ensaio de expansão (ABNT NBR 7185) é um teste realizado em solos e materiais compactados para avaliar sua tendência de expansão quando em contato com a água. Tem o objetivo de medir o aumento de volume (expansão) que ocorre em uma amostra de solo quando ela é submersa em água por um período de tempo específico. O resultado é expresso como uma porcentagem de expansão com relação à altura original da amostra. Esse índice ajuda a prever o comportamento do solo em condições de umidade e sua capacidade de causar deformações prejudiciais e ajuda a decidir se o solo precisa de tratamento, estabilização ou substituição.


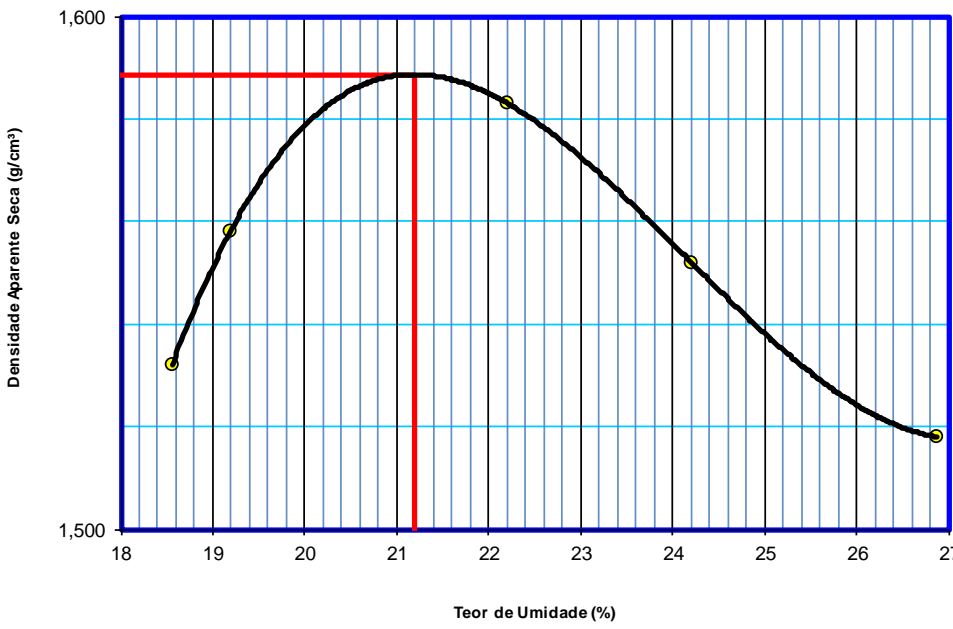
5.7 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DA EXECUÇÃO DA SONDAGEM

Figura 5 – Relatório fotográfico de sondagem




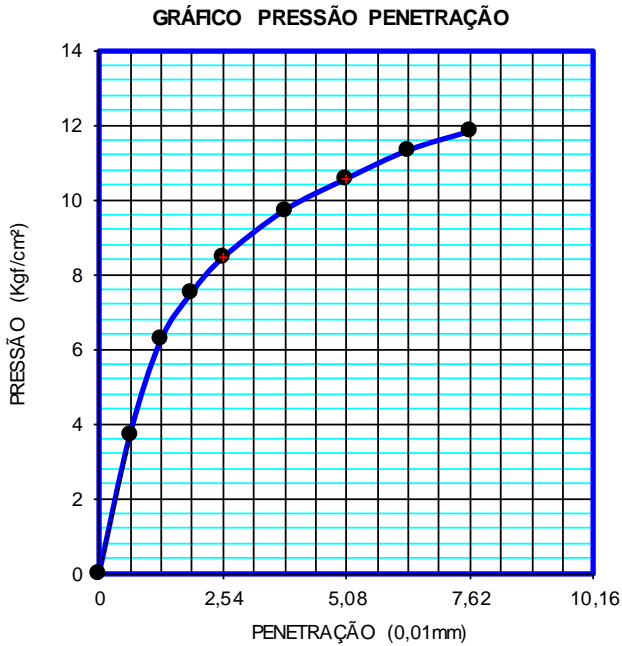
5.8 RESULTADOS DOS ENSAIOS

Tabela 1 – Compactação e Umidade – Furo 26

		LABORATÓRIO DE SOLOS				
		COMPACTAÇÃO DE SOLOS				
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
COMPACTAÇÃO						
Cilindro nº	9	9	9	9	9	
Água Adicionada (ml)	300	360	420	480	480	
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)	3793,2	3834,3	3914,0	3906,8	3904,8	
Peso do Cilindro (g)	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	
Peso do Solo Úmido (g)	1855,90	1897,00	1976,70	1969,50	1967,50	
Volume do Cilindro (cm³)	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	
Densidade Aparente Úmida (g/cm³)	1,82	1,86	1,93	1,93	1,93	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						
Cápsula nº	18n	22n	54	80	82	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	101,47	91,03	97,57	93,99	84,67	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	89,98	80,84	84,88	81,01	72,71	
Peso da Água (g)	11,49	10,19	12,69	12,98	11,96	
Peso da Cápsula (g)	28,06	27,74	27,74	27,38	28,20	
Peso do Solo Seco (g)	61,92	53,10	57,14	53,63	44,51	
Teor de Umidade (%)	18,56	19,19	22,21	24,20	26,87	
Umidade Adotada (%)	18,56	19,19	22,21	24,20	26,87	
Densidade Aparente Seca (g/cm³)	1,53	1,56	1,58	1,55	1,52	
DENSIDADE APARENTE						
						
DENS. SECA MÁXIMA (g/cm³)		1,589		UMIDADE ÓTIMA (%)		21,2


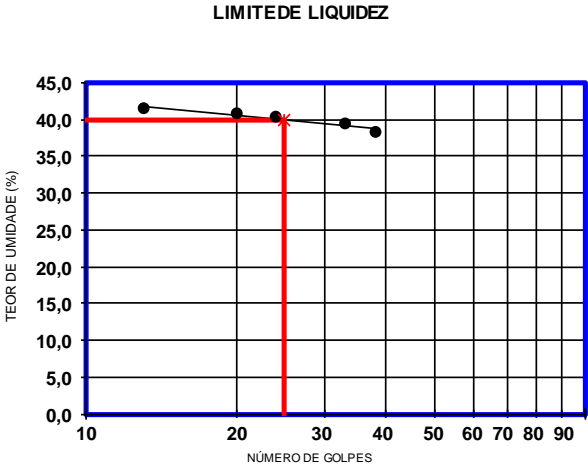
Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 2 – Índice de Suporte Califórnia (CBR) – Furo 26

		LABORATÓRIO DE SOLOS					
		ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA					
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA	DATA		
Trombudo Central				SUB-BASE			
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO		
		NORMAL		LUCAS			
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA							
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		DE MOLDAGEM		UMIDADE NATURAL	
Cápsula nº	11n	07n	03n	19n		80	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	97,86	101,46	99,73	102,09		113,58	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	93,91	97,44	87,19	89,16		93,77	
Peso da Água (g)	3,95	4,02	12,54	12,93		19,81	
Peso da Cápsula (g)	27,73	28,01	27,95	27,84		27,38	
Peso do Solo Seco (g)	66,18	69,43	59,24	61,32		66,39	
Teor de Umidade (%)	6,00	5,80	21,20	21,10		29,8	
Umidade Média (%)	5,90		21,15				
UMID. ÓTIMA (%)	21,19	AMOSTRA ÚMIDA (g)	5.000,0	ÁGUA A ADICIONAR (ml)		721,73	
COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA			EXPANSÃO				
MOLDAGEM		ÓTIMA	Altura do Corpo de Prova (mm)		112,737		
Cilindro nº		5		Tempo	Leitura	Expansão	
Água Adicionada (ml)		721,73	DATA	Decorrido	Deflet.	(%)	
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)		9224		(Dias)	(mm)		
Peso do Cilindro (g)		5428,1	Dia 00	0		0,00	
Peso do Solo Úmido (g)		3795,9	Dia 01	1		0,00	
Volume do Cilindro (cm ³)		2056,12	Dia 02	2		0,00	
Densid. Aparente Úmida (g/cm ³)		1,8460	Dia 03	3		0,00	
Densid. Aparente Seca (g/cm ³)		1,5240	Dia 04	4	1,12	0,99	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO							
Constante do Anel					0,08441		
Tempo	Penet.	Leitura	Pressão				
(min.)	(mm)	0,001mm	(kgf/cm ²)				
0,5	0,635	44	3,7				
1	1,27	74	6,2				
1,5	1,905	89	7,5				
2	2,54	100	8,4				
3	3,81	115	9,7				
4	5,08	125	10,6				
5	6,35	134	11,3				
6	7,62	140	11,8				
8	10,16						
CÁLCULO DO I.S.C.							
Leitura	Pressão		I.S.C.				
(mm)	Aplic.	Corrigida	(%)				
2,54	8,44	8,44	12,0				
5,08	10,55	10,55	10,0				
							
D. MÁX (g/cm ³)=	1,589	H. ÓT. (%)=	21,19	I.S.C. (%)=	12,01	Exp. (%)	0,99


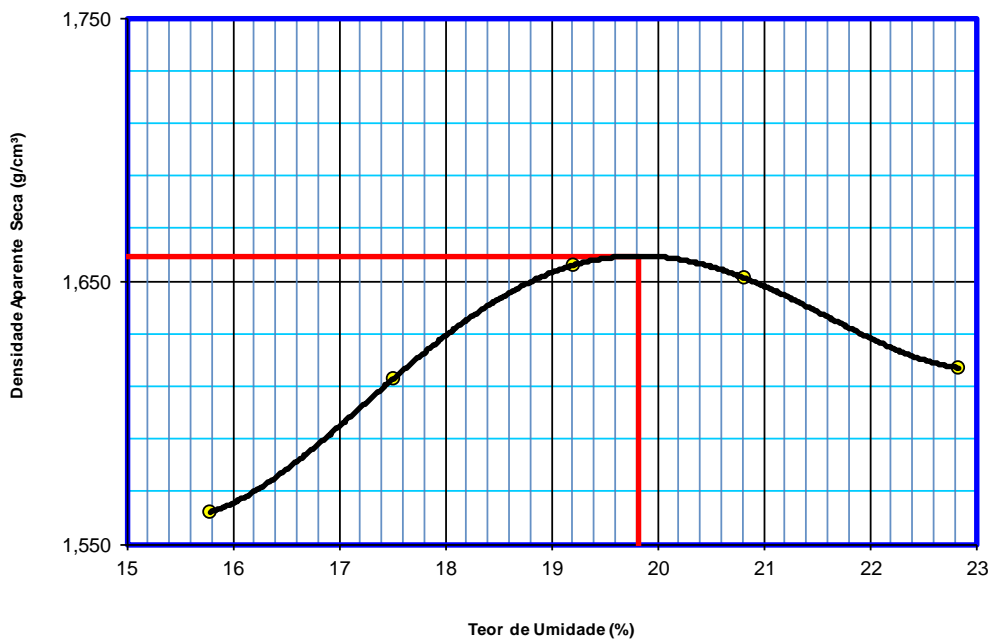
Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 3 – Caracterização do solo (LL e LP) – Furo 26

		LABORATÓRIO DE SOLOS				
		CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS				
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
LIMITE DE LIQUEDEZ						
Cápsula nº	16	17	18	19	20	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	29,66	31,28	31,58	29,57	30,08	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	23,22	24,18	25,02	22,98	23,21	
Peso da Água (g)	6,44	7,10	6,56	6,59	6,87	
Peso da Cápsula (g)	6,41	6,16	8,77	6,84	6,66	
Peso do Solo Seco (g)	16,81	18,02	16,25	16,14	16,55	
Teor de Umidade (%)	38,3	39,4	40,4	40,8	41,5	
Nº de golpes	38	33	24	20	13	
LIMITE DE PLASTICIDADE						
Cápsula nº	16	17	18	19	20	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	5,47	5,31	5,27	5,29	5,38	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	5,23	5,10	5,05	5,06	5,14	
Peso da Água (g)	0,24	0,21	0,22	0,23	0,24	
Peso da Cápsula (g)	4,41	4,37	4,32	4,32	4,32	
Peso do Solo Seco (g)	0,82	0,73	0,73	0,74	0,82	
Teor de Umidade (%)	29,3	28,8	30,1	31,1	29,3	
Valor aceito?	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA						
UMIDADE HIGROSCÓPICA			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
Cápsula nº	11n	Peneiras	Peso Retido	Peso	% Passando	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	97,86	(pol)		Passando (g)	Acumulada	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	93,91	3/4"	0,00	1417,89	100,0	
Peso da Água (g)	3,95	3/8"	0,00	1417,89	100,0	
Peso da Cápsula (g)	27,73	nº4	0,00	1417,89	100,0	
Peso do Solo Seco (g)	66,18	nº10	49,43	1368,46	96,5	
Teor de Umidade (%)	6,00	nº 40	6,89	88,46	89,5	
Amostra total úmida (g)	1500,00	nº 80	0,00	88,46	89,5	
Amostra total seca (g)	1417,89	nº 200	30,65	57,81	58,5	
Amostra total úmida (g) (fina)	101,07		RESUMO DOS RESULTADOS			
Amostra total seca (g)	95,35					
 <p>LIMITE DE LIQUEDEZ</p>			LIMITE DE LIQUEDEZ (%)	40,0		
			LIMITE DE PLASTICIDADE (%)	29,7		
			ÍNDICE DE PLASTICIDADE (%)	10,2		
			%PASSANDO # 4,8mm	100,0		
			%PASSANDO # 2,0mm	96,5		
			%PASSANDO # 0,42mm	89,5		
			%PASSANDO # 0,074mm	58,5		
CLASSIFICAÇÃO HRB	A4					
ÍNDICE DE GRUPO	5					
Obs:						


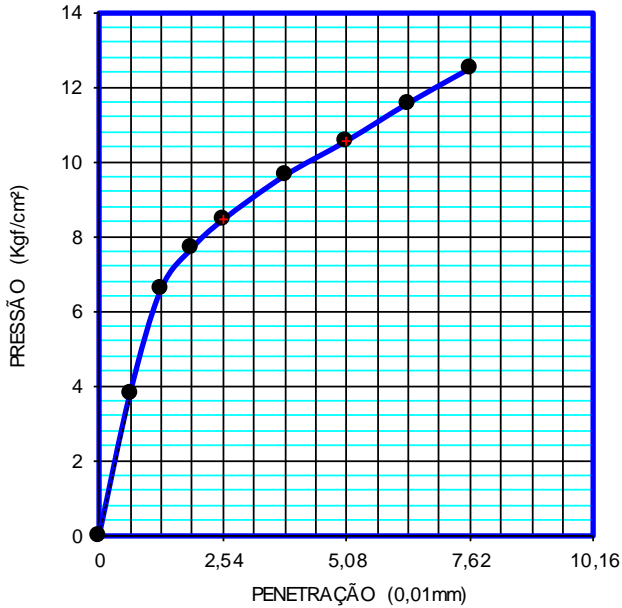
Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 4 – Compactação e Umidade – Furo 27

		LABORATÓRIO DE SOLOS				
		COMPACTAÇÃO DE SOLOS				
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
COMPACTAÇÃO						
Cilindro nº	9	9	9	9	9	
Água Adicionada (ml)	300	360	420	480	480	
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)	3785,6	3874,2	3954,9	3975,1	3967,4	
Peso do Cilindro (g)	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	
Peso do Solo Úmido (g)	1848,30	1936,90	2017,60	2037,80	2030,10	
Volume do Cilindro (cm ³)	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	
Densidade Aparente Úmida (g/cm ³)	1,81	1,90	1,97	1,99	1,99	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						
Cápsula nº	13n	19n	03n	07n	08n	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	89,83	99,69	97,76	109,05	103,24	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	81,36	88,98	86,51	95,08	89,15	
Peso da Água (g)	8,47	10,71	11,25	13,97	14,09	
Peso da Cápsula (g)	27,68	27,84	27,95	28,01	27,47	
Peso do Solo Seco (g)	53,68	61,14	58,56	67,07	61,68	
Teor de Umidade (%)	15,78	17,52	19,21	20,83	22,84	
Umidade Adotada (%)	15,78	17,52	19,21	20,83	22,84	
Densidade Aparente Seca (g/cm ³)	1,56	1,61	1,66	1,65	1,62	
DENSIDADE APARENTE						
						
DENS. SECA MÁXIMA (g/cm ³)		1,660		UMIDADE ÓTIMA (%)		19,8

Fonte: Geomapa (2025).

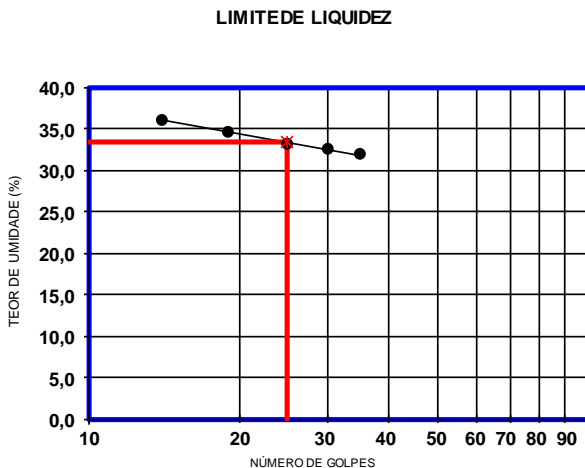
Tabela 5 – Índice de Suporte Califórnia (CBR) – Furo 27

		LABORATÓRIO DE SOLOS					
		ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA					
OBRA/TRECHO Trombudo Central		PROCEDÊNCIA		CAMADA SUB-BASE	DATA		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA NORMAL	PROF.(M)	OPERADOR LUCAS	REGISTRO		
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA							
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		DE MOLDAGEM		UMIDADE NATURAL	
Cápsula nº		34,00	27,00	91,00	102,00	14	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)		92,07	107,75	100,01	109,00	79,68	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)		89,21	104,22	87,95	95,70	69,58	
Peso da Água (g)		2,86	3,53	12,06	13,30	10,10	
Peso da Cápsula (g)		27,64	27,50	27,42	27,76	27,28	
Peso do Solo Seco (g)		61,57	76,72	60,53	67,94	42,30	
Teor de Umidade (%)		4,60	4,60	19,90	19,60	23,9	
Umidade Média (%)		4,60		19,75			
UMID. ÓTIMA (%)	19,82	AMOSTRA ÚMIDA (g)		5.000,0	ÁGUA A ADICIONAR (ml)	727,77	
COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA			EXPANSÃO				
MOLDAGEM		ÓTIMA		Altura do Corpo de Prova (mm)		112,710	
Cilindro nº		10		Tempo	Leitura	Expansão (%)	
Água Adicionada (ml)		727,77		Decorrido	Deflet. (mm)		
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)		9356,7		(Dias)			
Peso do Cilindro (g)		5296,3		Dia 00	0	0,00	
Peso do Solo Úmido (g)		4060,4		Dia 01	1	0,00	
Volume do Cilindro (cm³)		2047,82		Dia 02	2	0,00	
Densid. Aparente Úmida (g/cm³)		1,9830		Dia 03	3	0,00	
Densid. Aparente Seca (g/cm³)		1,6560		Dia 04	4	0,57	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO							
Constante do Anel					0,08441		
Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura (0,001mm)	Pressão (kgf/cm²)				
0,5	0,635	45	3,8				
1	1,27	78	6,6				
1,5	1,905	91	7,7				
2	2,54	100	8,4				
3	3,81	114	9,6				
4	5,08	125	10,6				
5	6,35	137	11,6				
6	7,62	148	12,5				
8	10,16						
CÁLCULO DO I.S.C.							
Leitura (mm)	Pressão		I.S.C. (%)				
	Aplic.	Corrigida					
2,54	8,44	8,44	12,0				
5,08	10,55	10,55	10,0				
GRÁFICO PRESSÃO PENETRAÇÃO							
							
D. MÁX (g/cm³)=	1,660	H. ÓT. (%)=	19,82	I.S.C. (%)=	12,01	Exp. (%)	0,51

Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 6 – Caracterização do solo (LL e LP) – Furo 27

OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
LIMITE DE LIQUEDEZ						
Cápsula nº	21	22	23	24	25	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	35,57	29,82	33,68	32,22	31,92	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	28,45	24,67	27,49	26,13	25,76	
Peso da Água (g)	7,12	5,15	6,19	6,09	6,16	
Peso da Cápsula (g)	6,10	8,89	8,85	8,58	8,65	
Peso do Solo Seco (g)	22,35	15,78	18,64	17,55	17,11	
Teor de Umidade (%)	31,9	32,6	33,2	34,7	36,0	
Nº de golpes	35	30	25	19	14	
LIMITE DE PLASTICIDADE						
Cápsula nº	21	22	23	24	25	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	5,17	5,08	5,23	5,28	5,32	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	4,97	4,91	5,01	5,07	5,11	
Peso da Água (g)	0,20	0,17	0,22	0,21	0,21	
Peso da Cápsula (g)	4,31	4,34	4,30	4,38	4,38	
Peso do Solo Seco (g)	0,66	0,57	0,71	0,69	0,73	
Teor de Umidade (%)	30,3	29,8	31,0	30,4	28,8	
Valor aceito?	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA						
UMIDADE HIGROSCÓPICA			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
Cápsula nº	34,00	Peneiras	Peso Retido	Peso	% Passando	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	92,07	(pol)		Passando (g)	Acumulada	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	89,21	3/4"	0,00	1435,44	100,0	
Peso da Água (g)	2,86	3/8"	0,00	1435,44	100,0	
Peso da Cápsula (g)	27,64	nº4	0,00	1435,44	100,0	
Peso do Solo Seco (g)	61,57	nº10	32,02	1403,42	97,8	
Teor de Umidade (%)	4,60	nº 40	10,85	87,99	87,0	
Amostra total úmida (g)	1500,00	nº 80	0,00	87,99	87,0	
Amostra total seca (g)	1435,44	nº 200	45,14	42,85	42,4	
Amostra total úmida (g) (fina)	103,39		RESUMO DOS RESULTADOS			
Amostra total seca (g)	98,84		LIMITE DE LIQUEDEZ (%)			
			33,4			
			LIMITE DE PLASTICIDADE (%)			
			30,1			
			ÍNDICE DE PLASTICIDADE (%)			
			3,3			
			%PASSANDO # 4,8mm			
			100,0			
			%PASSANDO # 2,0mm			
			97,8			
			%PASSANDO # 0,42mm			
			87,0			
			%PASSANDO # 0,074mm			
			42,4			
			CLASSIFICAÇÃO HRB			
			A4			
			ÍNDICE DE GRUPO			
			-1			
Obs:						



Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 7 – Quadro resumo dos resultados dos ensaios

Furo	CBR (%)	Expansão (%)
26	12,01	0,99
27	12,01	0,51

Fonte: Geomapa (2025).

6 ESTUDO DE TRÁFEGO

O estudo de tráfego visa obter os subsídios necessários para a definição do Volume Médio Diário (VMD), bem como, estimar o Número N (Repetições de passagem do eixo Padrão, 8,2 t), e conseqüentemente definir a espessura e o tipo do revestimento da pavimentação.

As diretrizes adotadas no presente Estudo de Tráfego foram embasadas e utilizou-se como referência o Manual de estudos de tráfego – Rio de Janeiro (2006) do DNIT, que reúne as informações gerais necessárias para a determinação dos dados de tráfego que são utilizados em projetos rodoviários.

Para efeito de dimensionamento de pavimentos, o tráfego de veículos comerciais (caminhões, ônibus) é de fundamental importância, pois no projeto de pavimentação serão considerados, tanto o tráfego de veículos comerciais, quanto o tráfego de veículos de passageiros (carro de passeio), constituindo o tráfego total.

6.1 OS EIXOS

As cargas dos veículos são transmitidas através das rodas dos pneus pneumáticos. As rodas dos pneumáticos (simples ou duplas) são acopladas aos eixos, que podem ser classificadas da seguinte forma:

- Eixo simples: um conjunto de duas ou mais rodas, cujos centros estão em um plano transversal vertical ou podem ser incluídos entre dois planos transversais verticais, distantes de 1 m, que se estendam por toda a largura do veículo;
- Eixo simples de roda simples: com duas rodas, uma em cada extremidade (2 pneus);
- Eixo simples de roda dupla: com quatro rodas, sendo duas em cada extremidade (4 pneus);

- Eixo tandem: quando dois ou mais eixos consecutivos, cujos centros estão distantes de 1 m a 2,40 m, e ligados a um dispositivo de suspensão que distribui a carga igualmente entre os eixos. O conjunto de eixos constitui um eixo tandem;
- Eixo tandem duplo: com dois eixos, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (8 pneus). Nos fabricantes nacionais o espaçamento médio é de 1,30 m;
- Eixo tandem triplo: com três eixos, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (12 pneus).

O Código de Trânsito Brasileiro, através da Lei nº 9.043 de 23/09/97 e da Resolução nº 12 de 6/12/98 do CONTRAN, regulamentou as seguintes cargas máximas legais no Brasil:

Tabela 8 – Cargas máximas legais

Eixo	Carga Máxima Legal	Tolerância de 7,5%
Dianteiro simples de roda simples	6 t	6,45 t
Simplex de roda simples	10 t	10,75 t
Tandem Duplo	17 t	18,28 t
Tandem Triplo	25,5 t	27,41 t
Duplo de Tribus	13,5 t	14,51 t

Fonte: CONTRAN (1998).

6.2 PARÂMETROS GERAIS DE TRÁFEGO

O dimensionamento do pavimento de concreto foi realizado considerando os seguintes dados de entrada referentes ao fluxo de veículos comerciais:

- **Ano de Referência do VMD:** 2026
- **Início da Operação (Ano 1):** 2027
- **Período de Projeto (Vida Útil):** 20 anos
- **VMDAc Inicial (2026):** 30 veículos comerciais/dia
- **Distribuição Direcional:** 50%
- **Fator de Faixa (Faixa de Projeto):** 100%

Tabela 9 - Espectro de Carga e Composição da Frota

Classe (DNIT)	Tipo de Veículo	Distribuição (%)	VMDAc (2026)	Eixos
3CB	Ônibus Trucado Misto	33,33%	10	3
2C	Caminhão Toco (Simples)	16,67%	5	2
3C	Caminhão Trucado	16,67%	5	3
4C	Caminhão Simples (4 eixos)	16,67%	5	4
4CD	Caminhão Duplo Direcional Trucado	16,67%	5	4
TOTAL		100,00%	30	

Fonte: Geomapa (2025).

Considerando a taxa de crescimento e o período de 20 anos, o tráfego total acumulado estimado na faixa de projeto resulta em um volume total de **286.903 veículos comerciais**.

Após a definição dos parâmetros gerais de tráfego e da composição da frota, procedeu-se à determinação das solicitações atuantes no pavimento. Este processo considera não apenas o número de veículos, mas também a magnitude das cargas aplicadas por seus eixos.

Na definição do espectro de carga, deve-se reconhecer que a frota de veículos comerciais não opera em 100% do tempo com sua capacidade máxima e foram adotadas hipóteses de carregamento ponderadas. Estas hipóteses distribuem o tráfego entre viagens realizadas com veículo vazio, com carga parcial (75%), com carga máxima legal (100% CML) e com ligeiro sobrepeso (105% CML), conforme apresentado a seguir:

Tabela 10 – Hipóteses de Carregamento

Hipóteses de Carregamento	Distribuição
Percentual de veículos comerciais com 105% carga máxima legal (105% CML)	10%
Percentual de veículos comerciais com 100% carga máxima legal (100% CML)	40%
Percentual de veículos comerciais com 75% carga máxima legal (75% CML)	10%
Percentual de veículos comerciais sem carga (Vazio)	40%
	100%

Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 11 – Quantidade de repetições por tipo de eixo e carga

Tipo de Eixo	Representação Gráfica	HIPÓTESES DE CARREGAMENTO			TOTAL DE REPETIÇÕES PREVISTAS		EIXOS POR 1000 VEÍCULOS COMERCIAIS
		Condição	Distribuição	Carga (tf)	Por Tipo de Eixo	Por Carga	
ES	Eixo Simples de Rodagem Simples (ESRS) e Eixo Duplo Direcional (EDD) x 2	105,0% CML	10%	6,30	334.720	33.472	116,67
		100% CML	40%	6,00		133.888	466,67
		75% CML	10%	4,50		33.472	116,67
		Vazio	40%	3,00		133.888	466,67
	Eixo Simples de Rodagem Dupla (ESRD)	105,0% CML	10%	10,50	47.817	4.782	16,67
		100% CML	40%	10,00		19.127	66,67
		75% CML	10%	7,50		4.782	16,67
		Vazio	40%	5,00		19.127	66,67
ETD	Eixo Traseiro Misto (ETM)	105,0% CML	10%	14,18	95.634	9.563	33,33
		100% CML	40%	13,50		38.254	133,33
		75% CML	10%	10,13		9.563	33,33
		Vazio	40%	5,50		38.254	133,33
	Eixo Tandem Duplo (ETD)	105,0% CML	10%	17,85	95.634	9.563	33,33
		100% CML	40%	17,00		38.254	133,33
		75% CML	10%	12,75		9.563	33,33
		Vazio	40%	6,00		38.254	133,33
ETT	Eixo Tandem Triplo (ETT)	105,0% CML	10%	26,78	47.817	4.782	16,67
		100% CML	40%	25,50		19.127	66,67
		75% CML	10%	19,13		4.782	16,67
		Vazio	40%	9,00		19.127	66,67

Fonte: Geomapa (2025).

Definido o espectro de carga, deve-se realizar o cálculo dos Fatores de Equivalência de Carga (FEC). Para pavimentos rígidos, segundo o método da AASHTO, estes fatores convertem as diferentes cargas por eixo em um número equivalente de passagens do eixo padrão (simples de rodagem dupla de 8,2 tf ou 18 kips).

É importante ressaltar que, no método da AASHTO para pavimentos de concreto, os FECs são dependentes da espessura da placa e do nível de serventia final desejado. Para este cálculo, foram adotados os seguintes parâmetros de entrada:

- **Espessura da placa de concreto:** 15,0 cm
- **Índice de Serventia Final:** 2,5

A tabela a seguir detalha os tipos de eixos, suas cargas legais, os FECs calculados para cada cenário de carregamento e, por fim, a determinação do Fator de Veículo (FV) ponderado para cada classe da frota.

Tabela 12 – Determinação do Número N

Tipo de Eixo		Hipóteses de Carregamento							
		Carga (tf)				FC - AASHTO RÍGIDO			
		Vazio	75% CML	100% CML	105.0% CML	Vazio	75% CML	100% CML	105.0% CML
Eixo Simples de Rodagem Simples	ESRS	3,00	4,50	6,00	6,30	0,018	0,095	0,302	0,366
Eixo Simples de Rodagem Dupla	ESRD	5,00	0,00	10,00	10,50	0,145	0,000	2,236	2,791
Eixo Duplo Direcional	EDD	6,00	0,00	12,00	12,60	0,096	0,190	0,604	0,732
Eixo Traseiro Misto	ETM	5,50	0,00	13,50	14,18	0,093	0,000	1,081	1,306
Eixo Tandem Duplo	ETD	6,00	0,00	17,00	17,86	0,046	0,000	2,705	3,310
Eixo Tandem Triplo	ETT	9,00	0,00	25,50	26,78	0,078	0,000	4,519	5,558

Classe (Nomenclatura DNIT)	Tipo de Eixo							Distribuição do tráfego	Hipóteses de Carregamento							
	ESRS	ESRD	EDD	ETM	ETD	ETT	FV (Individual) - AASHTO				FV (Total) - AASHTO					
	Quan. de Eixos								Vazio	75% CML	100% CML	105.0% CML	Vazio	75% CML	100% CML	105.0% CML
2CB	1	1	0	0	0	0	0,00%	0,163	0,095	0,302	0,366	0,000	0,000	0,000	0,000	
3CB	1	0	0	1	0	0	33,33%	0,051	0,19	0,604	0,732	0,017	0,063	0,201	0,244	
4CB	0	0	1	1	0	0	0,00%	0,069	0,19	2,84	3,463	0,000	0,000	0,000	0,000	
2C	1	1	0	0	0	0	16,67%	0,163	0,095	0,302	0,366	0,027	0,015	0,050	0,061	
3C	1	0	0	0	1	0	16,67%	0,064	0	1,081	1,306	0,011	0,000	0,180	0,218	
4C	1	0	0	0	0	1	16,67%	0,096	0	2,705	3,31	0,016	0,000	0,461	0,562	
4C0	0	0	1	0	1	0	16,67%	0,082	0	3,317	4,037	0,014	0,000	0,553	0,673	
3C0	1	0	0	1	0	0	0,00%	0,051	0,19	0,604	0,732	0,000	0,000	0,000	0,000	
2C2	1	3	0	0	0	0	0,00%	0,453	0,285	0,906	1,098	0,000	0,000	0,000	0,000	
2C3	1	2	0	0	1	0	0,00%	0,354	0,19	1,685	2,038	0,000	0,000	0,000	0,000	
3C2	1	2	0	0	1	0	0,00%	0,354	0,19	1,685	2,038	0,000	0,000	0,000	0,000	
3C3	1	1	0	0	2	0	0,00%	0,255	0,095	2,464	2,978	0,000	0,000	0,000	0,000	
3D4	1	0	0	0	3	0	0,00%	0,156	0	3,243	3,918	0,000	0,000	0,000	0,000	
2S1	1	2	0	0	0	0	0,00%	0,308	0,19	0,604	0,732	0,000	0,000	0,000	0,000	
2S2	1	1	0	0	1	0	0,00%	0,209	0,095	1,383	1,672	0,000	0,000	0,000	0,000	
2S3	1	1	0	0	0	1	0,00%	0,241	0,095	3,007	3,676	0,000	0,000	0,000	0,000	
3S1	1	1	0	0	1	0	0,00%	0,209	0,095	1,383	1,672	0,000	0,000	0,000	0,000	
3S2	1	0	0	0	2	0	0,00%	0,11	0	2,162	2,612	0,000	0,000	0,000	0,000	
3S3	1	0	0	0	1	1	0,00%	0,142	0	3,786	4,616	0,000	0,000	0,000	0,000	
3T4	1	0	0	0	3	0	0,00%	0,156	0	3,243	3,918	0,000	0,000	0,000	0,000	
3L5	1	1	0	0	3	0	0,00%	0,301	0,095	3,545	4,284	0,000	0,000	0,000	0,000	
3T6	1	0	0	0	4	0	0,00%	0,202	0	4,924	5,224	0,000	0,000	0,000	0,000	
3V5	1	0	0	0	2	1	0,00%	0,188	0	4,867	5,922	0,000	0,000	0,000	0,000	
3M6	1	0	0	0	1	2	0,00%	0,22	0	6,491	7,926	0,000	0,000	0,000	0,000	
TOTAL							100,00%					0,085	0,079	1,436	1,747	

Fonte: Geomapa (2025).

Dessa forma, a determinação do Número N (ESALs - Equivalent Single Axle Loads) de projeto é obtida através do produto do Volume Total de Veículos Comerciais (Vt) acumulado na faixa de projeto pelo Fator de Veículo (FV) médio ponderado da frota.

O quadro resumo abaixo apresenta os valores finais obtidos para o dimensionamento do pavimento rígido:

Tabela 13 – Resumo Final

FV AASHTO Rígido	0,791
VOLUME TOTAL DE VEÍCULOS COMERCIAIS (Vt)	286.903
NÚMERO N AASHTO RÍGIDO	2,27E+05

Fonte: Geomapa (2025).

6.3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO DE CONCRETO

O dimensionamento da estrutura do pavimento rígido foi elaborado com base nas diretrizes da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), utilizando o método da PCA (Portland Cement Association - 1984) e verificação pela AASHTO, considerando a vida útil de projeto, as características do subleito e a repetição de cargas do tráfego previsto.

A metodologia verifica a estrutura quanto a dois critérios de falha principais:

1. **Fadiga do concreto:** fissuramento devido às tensões de tração na flexão;
2. **Erosão da fundação:** perda de material do suporte (sub-base/subleito) por bombeamento nas bordas e juntas.

Sobre o subleito regularizado e compactado, está prevista a execução de uma camada de sub-base, que tem por função evitar o bombeamento de finos, uniformizar o suporte da laje de concreto e contribuir para o incremento do módulo de reação do sistema (k).

O dimensionamento considerou o módulo de reação composto ($k_{\text{combinado}}$) resultante da interação entre o subleito (CBR de Projeto) e a camada de sub-base projetada.

- **Módulo de Reação do Sistema Adotado (k):** 34 MPa/m (conforme análise mecânica).

6.3.1 Concreto - Especificações do Material

O concreto a ser empregado nas placas do pavimento deverá atender aos seguintes parâmetros de resistência mecânica aos 28 dias:

- **Resistência à Tração na Flexão $f_{ctM,k} \geq 4,5$ Mpa**
- **Módulo de Elasticidade (E):** 26.838 MPa (adotado).
- **Controle Tecnológico:** Deverá seguir rigorosamente a NBR 12655, garantindo que a resistência característica não seja inferior à especificada no projeto.

6.3.2 Tráfego de Projeto

O estudo de tráfego, considerando a contagem volumétrica, classificação dos veículos e as taxas de crescimento anual para o horizonte de projeto, resultou no Número N exemplificado anteriormente.

- **Fator de Segurança de Carga (FSC):** 1,1 a 1,2 (conforme sensibilidade adotada no método PCA para vias urbanas).

6.3.3 Análise do Subleito

Para a definição da capacidade de suporte do subleito do pavimento, foi realizada uma campanha de prospecção geotécnica com coleta de amostras e realização de ensaios de Índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR) e expansão. A análise dos dados seguiu rigorosamente os critérios estatísticos normatizados pelo Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo (DER-SP).

Os resultados dos ensaios estão retratados anteriormente. Considerando a execução do tratamento no trecho crítico supracitado, procedeu-se ao cálculo estatístico do CBR de projeto para o dimensionamento da estrutura, garantindo a representatividade do trecho homogêneo.

Considerando o menor valor ensaiado em campo, o CBR de projeto considerado foi de 12,01%

6.3.4 Espessura da Placa de Concreto

Processando-se os dados de entrada (CBR, Tráfego N e Resistência do Concreto) através do roteiro de cálculo da PCA-84/AASHTO, determinou-se a espessura necessária para consumir menos de 100% da vida útil de fadiga e erosão.

- **Espessura Adotada (h): 15,0 cm**
- **Espessura da Base (h): 10cm**

Tabela 14 - Resumo do Dimensionamento AASHTO

MÓDULO DE REAÇÃO DO SISTEMA DE APOIO			
12,01%	CBR / ISC	53,0	Modulo de Reação - $k_{SUBLEITO}$ (MPa/m)
1	Quantidade de Camadas (Sub-Base / Base)		
Granular (BGS)		Material da camada de base	
10,0	Espessura da base (cm)		
57,0	Modulo de Reação - $k_{SUBBASE}$ (MPa/m) - Estimado	0,05702	Modulo de Reação - $k_{SISTEMA DE APOIO}$ (MPa/m) - Adotado
			57,0
DIMENSIONAMENTO PELA AASHTO 86/93			
Para o dimensionamento do pavimento rígido, foi utilizada a metodologia da American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO/1993.			
PARÂMETROS DE PROJETO			
20	Período do Projeto (anos)	Resistência à tração na flexão do concreto - $f_{ct,f}$ (MPa)	4,5
15,00	Espessura da placa de concreto (cm)	Módulo de elasticidade do concreto (MPa)	26.838
57,0	Modulo de Reação - $k_{SISTEMA DE APOIO}$ (MPa/m)	Qualidade do sistema de drenagem	Médio
90,0%	Nível de confiabilidade	<i>1 semana para drenar</i>	
-1,282	Coefficiente da distribuição de Student	Percentual de tempo em que a estrutura estará exposta a teores de umidade próximos ao de saturação	1 - 5%
0,30	Desvio padrão de cálculo	Coefficiente de drenagem	1,05
4,20	Índice de serventia inicial	Acostamento de concreto / Apoio lateral	Não
2,50	Índice de serventia final	Juntas transversais com barra de transferência	Não
1,70	Índice de serventia final	Coefficiente de transferência de carga	3,8
ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO AASHTO 86/93			
2,27E+05	Número total de solicitações equivalentes do eixo-padrão AASHTO solicitantes	54%	
4,21E+05	Número total de solicitações equivalentes do eixo-padrão AASHTO admissíveis		

Conclusão: Espessura de 15 cm da placa de concreto, SUFICIENTE para atender ao tráfego solicitante previsto

6.3.5 Modulação das Placas (Geometria)

A definição das dimensões das placas de concreto foi realizada visando compatibilizar as tensões oriundas da retração hidráulica e térmica do concreto com a geometria da via. O objetivo é evitar o surgimento de fissuras aleatórias e o empenamento excessivo das placas.

Para a determinação do comprimento máximo admissível das placas (L), foram adotados os dois critérios limites recomendados pela bibliografia técnica (PCA/ABCP), descritos pelas equações abaixo:

O parâmetro l é obtido pela seguinte equacionamento:

$$l = \left(\frac{E \times h^3}{12 \times (1 - \mu^2) \times k} \right)^{0,25}$$

$$J_T < 5,25 \times l$$

Onde:

E: Módulo de Elasticidade do Concreto;

- h: Espessura da placa;
- u: Coeficiente de Poisson do concreto;
- k: Módulo de reação do conjunto de fundação.

Resultados da Análise:

Utilizando os parâmetros de projeto definidos anteriormente, obteve-se os seguintes resultados de rigidez conforme a planilha de cálculo do projeto:

- **Módulo de Elasticidade (E):** 26.838 MPa;
- **Coeficiente de Poisson (u):** 0,24;
- **Módulo de Reação (k):** 34 MPa/m;
- **Espessura da Placa (h):** 15,0 cm;
- **L=0,70m**

Com base no raio de rigidez relativa calculado (l), o método mecanicista define o espaçamento máximo admissível entre juntas (JT) para garantir que as tensões de empenamento térmico não induzam fissuras transversais na placa.

- **Espaçamento Máximo Calculado (JT):** 3,65 m
- **Espaçamento Adotado em Projeto:** 3,0 m
- **Largura das Placas (Transversal):** Variável conforme a geometria da via e largura da pista.

6.3.6 Sistema de Juntas

O pavimento contará com juntas transversais de retração (serradas) e juntas longitudinais (de construção ou serradas), devidamente seladas para impedir a infiltração de água e materiais incompressíveis.

7 PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL

7.1 CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES

As caixas coletoras destinam-se à captação das águas que escoam pelos meios-fios e calçadas. As caixas de captação de águas superficiais são projetadas de tal forma que a areia fique depositada em um compartimento facilitando a limpeza das mesmas, conforme projeto.

Está prevista a substituição das caixas, que deverão ser executadas de acordo com o projeto, no que se refere às dimensões da espessura das paredes e locação das mesmas na plataforma.

Para a execução das caixas deverá ser realizada escavação no local da vala e realizado o reaterro com o material da escavação.

Os materiais empregados na sua execução deverão ser blocos de concreto, assentados sobre piso de concreto simples, com espessura de 10 cm, e rejuntados entre si, com argamassa de cimento e areia média com traço em volume de 1:3 respectivamente, deve ser executada uma cinta de amarração (viga de concreto com barras longitudinais). Os elementos devem ser bem rejuntados para evitar infiltração entre os elementos de ligação provocando erosão e recalques no reaterro e garantir estanqueidade no reservatório de água no sifão.

8 ESTUDO DO TRAÇADO

A elaboração do Projeto Geométrico desenvolveu-se com apoio nos elementos levantados na fase de estudos topográficos e nas Normas para Projetos Geométricos de Estradas de Rodagem, e demais estudos e projetos inter-relacionados.

Com base no levantamento topográfico, foi lançado o eixo da estrada, tentando usar o máximo do eixo existente.

O greide foi projetado de maneira a corrigir alguns pontos críticos, procurando sempre que possível atender aos pontos de cotas obrigatórias, conservando-se ao máximo o existente.

O gabarito proposto no projeto segue o estabelecido em levantamento, no que diz respeito aos alinhamentos frontais das testadas de cada lote, cabendo ao Município de Trombudo Central aprovar os projetos de acordo com o que determina a legislação municipal vigente. Nas seções tipo demonstrativas do projeto é possível visualizar com

mais detalhes os elementos a serem implantados como largura de cada pista e outros elementos.

Obs.: A empresa executora deverá solicitar o arquivo digital e o arquivo com as cotas e as referências topográficas para a locação da obra.

9 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Os serviços de pavimentação serão executados obedecendo as fases de serviço descritas a seguir.

9.1 REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA

Consiste no preparo da camada de regularização do subleito que compreendem cortes e/ou aterros até 20 cm de espessura e a compactação da mesma, de modo a conferir condições adequadas em termos geométricos e tecnológicos.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados através da topografia com aparelho de precisão, como: locação, nivelamento e outros.

Deverá ser realizada a regularização do subleito, com energia de compactação normal ou intermediária conforme especificações DNIT 164/2013-ME.

9.1.1 Materiais

Os materiais empregados na regularização do subleito serão os do próprio subleito desde que comprovado o CBR > 6% através do Método DNIT 172/2016-ME. No caso de substituição ou adição de material, estes deverão ser provenientes de ocorrências de materiais indicados no projeto e expansão inferior a 2%.

9.1.2 Equipamento

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida, e poderá compreender basicamente as unidades: Motoniveladora pesada, equipada com escarificador; Caminhão-tanque irrigador; Trator agrícola; Grade de disco; Rolos compactadores compatíveis com o tipo de material empregado e as condições de densificação especificadas, devendo incluir obrigatoriamente rolo liso pneumático autopropulsor com pressão variável.

9.1.3 Execução

Toda vegetação, material orgânico e solos moles deverão ser removidos.

Após a execução de cortes e adição de material necessário para atingir o greide de projeto, proceder-se-á a uma escarificação geral na profundidade de 20 cm, seguida de

pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento. Não será permitida a execução dos serviços desta especificação em dias de chuva.

O teor de umidade dos materiais utilizados na regularização do subleito, para efeito de compactação, deverá estar situado no intervalo que garanta um ISC mínimo igual ao obtido no ensaio do Método DNIT 172/2016-ME. Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á o umedecimento da camada, se demasiada seca, ou a escarificação e aeração, se excessivamente úmida. Concluída a correção da umidade, a camada será conformada pela ação da motoniveladora e, em seguida, liberada para compactação.

Dever-se-á evitar a liberação da regularização do subleito ao tráfego usuário, em face da possibilidade de o mesmo causar danos ao serviço executado, em especial sob condições climáticas adversas.

9.1.4 Controle Tecnológico

Um ensaio para determinação da massa específica aparente seca *in situ* (Método DNIT 458/2025-ME), pelo método do Frasco de Areia, com espaçamento máximo de 100 m e com, no mínimo, três determinações por segmento.

Um ensaio para a determinação do Índice de Suporte Califórnia (Método DNIT 172/2016-ME), na energia de compactação adotada como referência para o trecho, para cada grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação, segundo a alínea "a", respeitando-se o espaçamento máximo de 500 m de pista.

Ensaio de granulometria, com espaçamento máximo de 500 m, de pista. Este ensaio não servirá para aceitação ou rejeição, porém é de utilidade no controle da homogeneidade dos solos de jazidas e para futuras comprovações e pesquisas.

Um ensaio de compactação com a energia especificada, com amostras coletadas a cada 100 m de pista, podendo o espaçamento ser aumentado, desde que se verifique a homogeneidade do material.

9.2 CAMADA DE BRITA GRADUADA

Para os serviços, deverão ser seguidas as especificações do DNIT 141/2010-ES, no tocante a especificações de materiais, compactação, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados de serviços através de topografia com aparelho de precisão, como por exemplo locação, nivelamento e outros.

9.2.1 Materiais

Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem de rocha são, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e isentos de material vegetal e impurezas, não apresentando filito, argilito e arenito na composição da rocha e apresentando ainda as seguintes condições:

- a) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, Método DNIT 446/2024, devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:
 - Agregados graúdos.....12%
 - Agregados miúdos.....15%
- b) O Índice de Suporte Califórnia, Método DNIT 172/2016-ME, com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%;
- c) Para N menor que $5 \cdot 10^6$, maior ou igual a 60% e, para N maior que $5 \cdot 10^6$, maior ou igual a 80% sendo a energia de compactação preferencialmente a intermediária e modificada respectivamente;
- d) Granulometria, Método DNIT 412/2025-ME, por via lavada, enquadrada na faixa I.

Peneira		Porcentagem Passando, em Peso			
Série ASTM	Abertura (mm)	I	II	III	IV
2"	50,8	100	100		
1½"	38,1	90 -100	90 -100		
1"	25,4	70 - 95	75 - 90	100	100
¾"	19,0	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 -100
Nº 4	4,8	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
Nº 10	2,0	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
Nº 40	0,42	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
Nº 200	0,074	2 - 8	5 - 15	5 - 15	5 - 20

9.2.2 Equipamentos

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida e poderá compreender as unidades: carregador frontal, caminhões basculantes, motoniveladora pesada, grade de discos e/ou

pulvimisturador, trator agrícola, caminhão tanque irrigador, rolos compactadores liso vibratório e pneumático autopropulsor com pressão variável, central de mistura dotada de unidade dosadora com três silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pugmill", distribuidor de agregados (solos) autopropulsor.

9.2.3 Execução

O produto da mistura deverá sair da "Usina de Solos" perfeitamente homogeneizado, com teor de umidade ligeiramente acima do ótimo, de forma a fazer frente às perdas no decorrer das operações construtivas subsequentes. No transporte, deverão ser tomadas as precauções para que não haja perda ou adição excessiva de umidade.

Não se recomenda a estocagem do material usinado, pelos riscos de segregação inerentes a tal operação.

A mistura usinada deverá ser espalhada com "distribuidor de agregados", capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação. Opcionalmente, mediante autorização da Fiscalização, a distribuição poderá ser procedida pela ação de motoniveladora, sendo que, neste caso, deverão ser estabelecidos critérios de trabalho que não causem a segregação do material e assegurem a qualidade do serviço.

Não se recomenda o espalhamento parcial ou por etapas, quanto à espessura e largura de camada individual. O espalhamento deverá ser feito de modo a se evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto, isto seja necessário, admite-se conformação pela atuação da motoniveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.

O teor de umidade da mistura, por ocasião da compactação, deve estar compreendido no intervalo de -2% a +1% em relação a umidade ótima. Preferencialmente, deve ser iniciada, no ramo seco, com umidade de, no máximo, 1% abaixo da umidade ótima.

Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á ao umedecimento da camada, se demasiadamente seca, ou a escarificação e aeração se estiver excessivamente úmida. Nesse caso o material deverá ser conformado, pela ação da motoniveladora e, em seguida, liberado para compactação.

A compactação da camada será executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável.

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando nos bordos mais baixos e progredindo no sentido do ponto mais alto da seção transversal, exigindo-se que, em cada passada do equipamento, seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa densificada pela passagem anterior.

Eventuais manobras do equipamento de compactação deverão se proceder fora da área de densificação.

Em lugares inacessíveis ao equipamento convencional de compactação, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida será obtida através de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

A operação de acabamento se dará mediante o emprego de motoniveladora atuando exclusivamente em operação de corte. Complementarmente, a camada receberá um número adequado de coberturas através dos rolos compactadores.

Após a verificação e aceitação do segmento, deverá ser lançada a camada posterior. Quando prevista, deverá ser executada a imprimação do segmento, tão logo se constate a evaporação de umidade superficial.

Não se recomenda a abertura do segmento ao tráfego. No entanto, a critério da Fiscalização, e em caráter excepcional, o segmento poderá ser liberado pelo menor espaço de tempo possível, sem prejuízo à qualidade do serviço.

9.2.4 Controle Tecnológico

Anteriormente ao início da primeira execução na obra, ou no caso de se constatar alteração mineralógica (visual) na jazida ou na bancada da pedreira em exploração, ou de ocorrer mudança na fonte de materiais, deverão ser executados os seguintes ensaios:

- Abrasão "Los Angeles" (Método DNIT 451/2024-ME);
 - Durabilidade (Método DNIT 446/2024);
 - Equivalente de Areia (Método DNIT 450/2024-ME).
- a) Deve-se determinar a energia de compactação necessária para obtenção da máxima "MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA";
 - b) Um ensaio de equivalente de areia, Método DNIT 450/2024-ME, a cada 500 m de pista;
 - c) Um ensaio de granulometria, Método DNIT 412/2025-ME, por via lavada, a cada 250 m de pista devendo a composição granulométrica da amostra enquadrar-se na "faixa de trabalho". Os serviços serão aceitos se os valores

obtidos através estiverem em relação à curva de projeto, dentro dos limites estabelecidos abaixo:

PENEIRA		% PASSANDO, EM PESO
ASTM	mm	
3/8" a 1½"	9,5 a 38,1	± 7
Nº 10 a Nº 4	2,0 a 4,8	± 5
Nº 200 a Nº 40	0,074 a 0,42	± 2

- d) Um ensaio para a determinação da massa específica aparente seca, *in situ*, pelo método do Frasco de Areia, Método DNIT 458/2025-ME, com espaçamento máximo de 100 m e com no mínimo três determinações por segmento. O serviço será aceito se o teor de umidade para a compactação se situar na faixa fixada através da curva ISC x umidade, de forma a se obter valor para o ISC no mínimo igual ao obtido no ensaio do Método DNIT 172/2016-ME e, o grau de compactação, apresente valor de no mínimo 100% em relação a massa específica aparente seca máxima obtida conforme alínea "b".

Notas:

- No caso de paralisação, ou de demora acentuada na execução dos serviços de uma camada de brita graduada, o ensaio de granulometria deverá ser refeito de forma a garantir que, no momento da compactação, o material ainda atenda ao especificado. No caso de não atendimento, a providência a adotar será retirar o material colocado e refazer o serviço com novo material atendendo às exigências da especificação. A remoção do material e o acerto da camada inferior, para reinício do serviço, será com ônus total da Construtora, excetuando-se quando o serviço tiver sido aceito, anteriormente à paralisação;
- Em caso de não atendimento dos itens "c" e/ou "d", a providência a adotar é retirar o material colocado e refazer o serviço com o material que satisfaça a exigência desta especificação. A remoção do material e o acerto da cama inferior, para reinício dos serviços serão com ônus exclusivo da Construtora;
- Em caso de não atendimento aos itens "e" e/ou "f", a camada deverá ser escarificada e o serviço refeito, com ônus exclusivo da construtora.

9.3 LONA PLÁSTICA 200 MICRAS

Deverá ser instalada lona plástica 200 micras sobre a camada de brita graduada a fim de não permitir a aderência da placa de concreto com a camada. A lona deverá ser instalada em todo a área a ser pavimentada, garantindo sobreposição de, no mínimo, 30 cm das emendas e formas laterais para impedir o escoamento da nata de cimento e a umidade ascendente. Antes da concretagem deverá ser verificada toda a área a fim de confirmar a não existência de furos, rasgos, falta de traspasse e outros, que possam comprometer a impermeabilidade.

9.4 PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO

Pavimento de concreto simples para uso em vias urbanas é o pavimento cuja camada é constituída por placas de concreto de cimento Portland, não armadas (ou eventualmente com armadura sem função estrutural), que desempenham simultaneamente as funções de base e de revestimento.

9.4.1 Formas de Madeira

A execução das formas deverá atender às prescrições da NBR 6118 e das demais normas pertinentes aos materiais empregados (madeira e aço).

As formas e seus escoramentos deverão ter suficiente resistência para que as deformações, devido a ação das cargas atuantes e das variações de temperatura e umidade, sejam desprezíveis. As formas serão construídas corretamente para reproduzir os contornos, as linhas e as dimensões requeridas no projeto estrutural.

Garantir-se-á a estanqueidade das formas, de modo a não permitir as fugas de natas de cimento.

A amarração e o espaçamento das formas deverá ser feito de modo a garantir a estabilidade da caixaria, impedindo deformações. A ferragem será mantida afastada das formas por meio de espaçadores.

As formas deverão ser alocadas anteriormente à execução do pavimento e estarem de acordo com a topografia. Deverão ser assentadas na camada subjacente com base no alinhamento da pista, bem como serem fixadas com ponteiros de aço, no máximo a cada metro, de modo a suportar sem quaisquer deslocamentos os esforços inerentes ao trabalho. Para o perfeito assentamento as formas ainda devem ser calçadas em toda a sua extensão, não sendo permitidos apoios isolados.

O topo das formas deverá coincidir com a superfície de rolamento prevista, fazendo-se necessária a verificação do alinhamento e do nivelamento, não sendo admitidos desvios altimétricos ou diferenças planialtimétricas.

Deverá, também, ser efetuada verificação do fundo de caixa (no centro da pista) não se admitindo espessura, ao longo de toda a seção transversal, inferior à especificada no projeto.

9.4.2 Tela de Aço Soldada Q138 com Espaçador

Colocação da tela de aço conforme indicado no projeto, nas placas de dimensões irregulares (não retangulares ou não quadradas) e no entorno das caixas de captação, deverá ser implantada uma tela soldada do tipo Q138 a 5 cm da superfície do pavimento e no máximo a 1/3 da parte superior da placa, devendo distar 5 cm de qualquer bordo da placa. Deverão ser usados espaçadores treliçados para garantir a posição correta da tela.

9.4.3 Materiais Constituintes do Concreto

Os tipos de cimento Portland considerados adequados à pavimentação de concreto simples devem seguir as especificações da NBR 16697. Preferencialmente devem ser utilizados cimentos com módulos de finura menores (Blaine), que normalmente são os do tipo CP-II. Os agregados, água, aditivos e aço deverão seguir os requisitos do item 5 da norma do DNIT 047 e o recebimento e armazenamento conforme recomendado nas normas DNIT 050 - EM.

A composição (traço) do concreto destinado à execução de pavimentos rígidos deverá ser determinada por método racional, conforme requisitos especificados nas normas NBR 12655 e NBR 12821, de modo a obter-se com os materiais disponíveis na região uma mistura fresca de trabalhabilidade adequada ao processo construtivo empregado e, simultaneamente, um produto endurecido compacto e durável, de baixa permeabilidade (alta densidade), e que satisfaça às condições de resistência mecânica e acabamento superficial impostas pela especificação, que deve acompanhar o projeto do pavimento.

- Resistência característica à tração na flexão ($f_{ctM,k}$) $\geq 4,5$ MPa aos 28 dias, atendendo-se às referências de controle definidas no projeto. A resistência à tração na flexão será determinada em corpos de prova prismáticos, conforme procedimentos constantes nas normas NBR 5738 e NBR 12142.

- Poderá ser realizado o controle tecnológico através da resistência característica à compressão axial equivalente (f_{ck}) desde que determinada em ensaio a correlação, utilizando-se os materiais que efetivamente serão aplicados na obra. A resistência à compressão axial será determinada em corpos de prova cilíndricos, moldados e ensaiados conforme os requisitos e procedimentos constantes nas normas NBR 5738 e NBR 5739.
- Relação água / cimento máxima: $A/C \leq 0,50$ l/Kg.
- Abatimento, determinado conforme a norma NBR 7223 utilizando equipamento de pequeno porte (régua ou treliça vibratória): para vias 100% planas S100 (Slump de 100 a 155 mm). Para vias em aclives S50 (Slump de 50 a 95 mm).
- A dimensão máxima característica do agregado no concreto não deverá exceder 1/4 da espessura da placa do pavimento ou 50mm, obedecido o menor valor.
- Teor de argamassa entre 47% e 53%.
- Uso de microfibras: é utilizada para minimizar as fissuras de retração plástica. O contratado deve propor o seu uso em quantidade de acordo com as especificações do fabricante e deve ser aprovado pela fiscalização.
- Uso de macrofibras: é utilizada para minimizar as fissuras de retração plástica e conferir aumento da resistência a tração na flexão. O contratado deve propor o seu uso em quantidade de acordo com as especificações do fabricante e deve ser aprovado pela fiscalização.

9.4.4 Equipamentos para Execução

Para a execução do pavimento rígido deverá ser utilizado equipamento compatível com as características da obra e necessidade de produtividade para a situação em questão. Esses equipamentos estão descritos e especificados na norma DNIT 047/2004 - ES e podem ser do tipo régua, treliça ou rolo vibratório. Serão aceitos equipamentos de maior porte (formas-trilho e/ou pavimentadoras de formas deslizantes) desde que aplicáveis à obra. Neste caso, para outros equipamentos, devem ser seguidas as normativas específicas, DNIT 048 - ES (Execução de pavimento rígido com equipamento de forma-trilho) e DNIT 049 – ES (Execução de pavimento rígido com equipamento de forma deslizante).

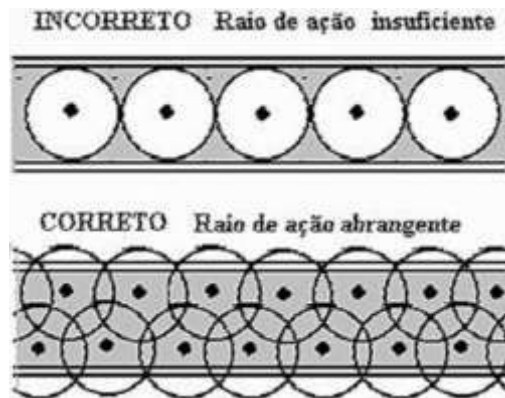
Além do equipamento principal de espalhamento do concreto, a contratada fará uso dos seguintes equipamentos complementares para a correta execução do pavimento:

- Formas de madeira de contenção lateral do concreto em quantidade suficiente para 2 dias de produção;
- Bomba de pulverização costal manual (mínimo duas);
- Plataforma de apoio ou ponte de serviço: Necessária para eventuais acabamentos do concreto após a passagem do equipamento de espalhamento. Normalmente fabrica-se este equipamento na obra, prevendo-se possíveis mudanças de larguras;
- Serras de disco diamantado, autopropelidas (corta e anda) em quantidade suficiente para atendimento à demanda de cortes (mínimo duas);
- Sistema de iluminação auxiliar. Dependendo do planejamento da obra, grande parte dos cortes das juntas pode vir a ser executado a noite gerando a necessidade de mobilização de um sistema de iluminação eficiente na frente de trabalho;
- Lona plástica, para em caso de chuva proteger-se o concreto fresco em fase de pega;
- Desempenadeira metálica de cabo longo - Float manual (mínimo dois);
- Elementos para texturização: Vassoura de piaçava ou pente metálico;
- Rodo de corte de secção retangular (mínimo 3m) de cabo longo;
- Réguas de alumínio de comprimento $\geq 3\text{m}$ com secção retangular, para aferição do nivelamento da superfície acabada (mínimo três);
- Ferramentas manuais de pedreiro e armador (pás, enxadas, turquesas, etc) em quantidade suficiente para o bom andamento da obra;
- Vibradores de imersão (motor a gasolina), diâmetro $> 50\text{mm}$ (mínimo dois).

9.4.5 Adensamento e Conformação do Concreto

O equipamento para execução do pavimento de concreto será, preferencialmente, de pequeno porte do tipo régua, treliça ou rolo vibratório.

Além do adensamento superficial realizado pelos equipamentos vibratórios deverá ser realizado adensamento complementar com vibradores de imersão em toda a largura concretada, respeitando-se o raio de vibração do equipamento. Atentar para a sobreposição dos pontos de adensamento, conforme figura abaixo.



A verificação da regularidade longitudinal da superfície deverá ser feita por meio de uma régua de alumínio com mais de 3m de comprimento. Qualquer variação na superfície, superior a 5 mm, seja uma depressão ou uma saliência, deverá ser corrigida de imediato.

Eventualmente, caso as características da via permitam, podem ser utilizados equipamentos com maior produtividade (formas-trilho ou pavimentadoras de formas deslizantes), adequando-se, neste caso, às condições de execução e canteiro.

9.4.6 Acabamento e Texturização do Concreto

O acabamento final do concreto deverá ser realizado, primeiramente, por meio da utilização do rodo de corte (para retirada de irregularidades na superfície) e, na sequência com a utilização do float manual (desempenadeira de cabo longo) para o desempenho final do pavimento. Estes serviços devem ser executados imediatamente após o adensamento do concreto.

Logo a seguir, deve-se proceder com a texturização do pavimento, que deve estar de acordo com os parâmetros definidos em projeto e validados pelo Município (quando solicitado pela fiscalização). Para tanto deve-se fazer uso de vassouras de fios de nylon, vassouras de piaçava ou pentes metálicos que provocarão ranhuras na superfície das placas.

A vassoura ou o pente metálico podem ser passados na direção transversal ou longitudinal à faixa concretada, de forma homogênea e constante, afim de obter ranhuras contínuas, uniformes e alinhadas ao longo do pavimento como um todo. As ranhuras devem ser leves para não comprometer o acabamento final do pavimento e evitar geração acentuada de ruídos.

9.4.7 Cura do Concreto

Deve ser empregada a cura química, com produto a base PVA, polipropileno ou parafina, com pigmentação branca (clara), que obedeça aos requisitos descritos na norma ASTM-C 309. O produto deve ser aplicado em toda a superfície do pavimento na razão de 0,35 l/m² a 0,50 l/m² (conforme indicação do fabricante) visando a formação de película plástica, cujo objetivo é impedir a perda de água de amassamento do concreto para o ambiente. Este serviço deve ser executado por meio de aspersão imediatamente após a execução da texturização na superfície do pavimento de concreto. Como o período total de cura será de 7 dias, recomenda-se a não circulação de qualquer tráfego sobre o pavimento recém executado.

Caso as condições climáticas apresentem-se muito exacerbadas, calor ou frio em demasiado e/ou muito vento, deve-se proceder com cura úmida adicional neste período de 7 dias, espalhando-se mantas de geotêxtil umidificadas sobre o pavimento recém executado.

9.4.8 Desmoldagem

As formas só poderão ser retiradas decorridas ao menos 12 horas da finalização da concretagem (atentar para as especificações do concreto) e, desde que o concreto possa suportar sem nenhum dano a operação de desmoldagem. Durante a desmoldagem deverão ser tomados os cuidados necessários para evitar o esborcinamento nos cantos das placas.

Recomenda-se que as faces laterais das placas, ao serem expostas pela remoção das formas, sejam imediatamente protegidas por processo que lhes proporcione condições de cura análogas às da superfície do pavimento.

9.4.9 Juntas de Retração

A locação das seções onde serão executadas as juntas deverá ser feita por medidas topográficas, devendo ser determinadas as posições futuras por pontos fixos estabelecidos nas duas margens da pista ou, ainda, sobre as formas estacionárias. Deve-se estabelecer um Plano de Corte no qual se determine o momento adequado e a ordem de abertura das juntas transversais, que devem ser trabalhadas de modo a aliviar as tensões no pano concretado. Em síntese, deve-se adotar uma estratégia de corte na qual os panos venham sendo reduzidos, aliviando assim as tensões incidentes.

As juntas deverão obedecer a paginação do projeto e serem serradas no primeiro momento possível após o final de pega do concreto, momento no qual o concreto jovem já se encontra endurecido e é possível apoiar o equipamento de corte sem provocar depressões no concreto. Esse momento específico vai depender das condições climáticas, do concreto e diversos outros aspectos, mas, na grande maioria dos casos ele se dá por volta de 6-10h após a concretagem. A profundidade do corte será de 1/3 da espessura da placa e sua largura será de 3 mm. Estas juntas não precisam ser preenchidas com material selante. Somente em casos extremos, nos quais o projeto especificar armaduras de transferência de carga esse procedimento será necessário e, neste caso, atendidas as recomendações especificadas. Ao fim de cada jornada de trabalho, ou sempre que a concretagem tiver de ser interrompida por mais de 30 minutos, deverá ser executada uma junta de construção cuja posição deve coincidir com a de uma junta transversal indicada no projeto.

9.4.10 Juntas de Expansão

São utilizados em encontro com OAEs e outras estruturas de concreto. Confeccionado com POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) de espessura de 5 mm. Será inserido posteriormente material selante nesta junta. O objetivo da selagem de juntas é minimizar a infiltração de água superficial e prevenir a entrada de material incompressível em camadas do pavimento. Selantes a frio (silicones) devido a suas propriedades, são altamente indicados para a selagem de juntas de pavimentos, dado sua alta resistência às intempéries, sua elasticidade e recuperação de forma, e seu baixo módulo de deformação. A expectativa de vida é de aproximadamente 10 anos conforme garantia de fabricantes.

9.4.11 Controle de Qualidade e Ensaios

A empresa vencedora da licitação deverá apontar laboratório que irá realizar os ensaios e controle de qualidade para a prefeitura que terá poder de veto caso este laboratório não apresente os requisitos técnicos necessários.

9.4.11.1 Determinação do Abatimento do Concreto

Deverá ser feita segundo a norma NBR 7223, em amostra coletada de cada amassada (ou betonada), antes da aplicação em obra.

9.4.11.2 Controle Geométrico

Durante a execução de cada trecho de pavimento definido para inspeção, procedese à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, de 20m em 20m ao longo do eixo, para verificar se a largura e a espessura do pavimento estão de acordo com o projeto.

Para a verificação da espessura, esta relocação e nivelamento deverão ser feitos nos mesmos pontos, tanto no topo da sub-base (antes da execução do pavimento de concreto), como no topo do pavimento de concreto (após a sua execução).

O trecho de pavimento será aceito quando:

- A variação na largura das placas for inferior a $\pm 5\%$ em relação às especificadas em projeto.
- A espessura mínima verificada for \geq àquela definida em projeto. **Não serão aceitas placas com espessura inferior à especificada.**

9.4.11.3 Controle do Acabamento Superficial

Após a conclusão de cada trecho, antes da liberação ao tráfego, este deverá ser avaliado quanto ao conforto e à suavidade ao rolamento de acordo com a especificidade e velocidade limite da via, e conforme a norma DNIT 063 - PRO (Pavimento de Concreto - Avaliação Subjetiva).

O laudo desta avaliação deverá atribuir ao trecho inspecionado um conceito sobre a condição geral da estrutura e do comportamento da pavimentação, avaliando os aspectos de integridade, capacidade e regularidade superficial, resistência à derrapagem, potencial de hidroplanagem e outros. Este conceito será dado por uma nota entre 0 e 100, sendo aprovados quanto a estes aspectos somente os trechos que apresentarem nota igual ou superior a 40.

Caso o trecho não seja aceito, a superfície do pavimento deverá ser reparada e, caso isto não seja possível, os trechos considerados com acabamento ruim deverão ser demolidos e refeitos.

9.4.11.4 Determinação da Resistência do Concreto

Na inspeção do concreto deverá ser determinada a resistência à tração na flexão na idade de controle fixada no projeto, ou então a resistência à compressão axial, desde que tenha sido estabelecida através de ensaios, para o concreto em questão, uma

correlação confiável entre a resistência à tração na flexão e a resistência à compressão axial.

9.4.11.5 Moldagem dos Corpos-de-prova

A cada trecho de no máximo 2.500m² de pavimento, definido para inspeção, deverão ser moldados aleatoriamente e de amassadas diferentes, no mínimo, 6 exemplares de corpos de prova sendo cada exemplar constituído por, no mínimo, 2 corpos de prova prismáticos ou cilíndricos de uma mesma amassada, cujas dimensões, preparo e cura deverão estar de acordo com a norma NBR 5738. Na identificação dos corpos de prova deverá constar a data da moldagem, a classe do concreto e outras informações julgadas necessárias.

9.4.11.6 Ensaios

Os corpos de prova deverão ser ensaiados na idade de controle fixada no projeto, sendo a resistência à tração na flexão determinada nos corpos de prova prismáticos conforme a norma NBR 12142, e a resistência à compressão axial nos corpos de prova cilíndricos de acordo com a norma NBR 5739.

Dos 2 resultados obtidos será escolhido o de maior valor, que será considerado como sendo a resistência do exemplar.

9.4.11.7 Determinação da Resistência Característica

A resistência característica estimada do concreto do trecho inspecionado à tração na flexão ou à compressão axial será determinada a partir das expressões:

$$f_{ctmk,est} = f_{ctm28} - K_s \text{ ou } f_{ck,est} = f_{c28} - K_s$$

Onde:

$f_{ctmk,est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à tração na flexão;

f_{ctm28} = resistência média do concreto à tração na flexão, na idade de 28 dias;

$f_{ck, est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão axial;

f_{c28} = resistência média do concreto à compressão axial, na idade de 28 dias;

s = desvio padrão dos resultados;

k = coeficiente de distribuição de Student;

n = número de exemplares.

O valor do coeficiente k é função da quantidade de exemplares do lote, sendo obtido na Tabela abaixo.

n	6	7	8	9	10	12	15	18	20	25	30	32	> 32
k	0,92	0,90	0,89	0,88	0,88	0,87	0,86	0,86	0,86	0,85	0,85	0,84	0,84
	0	6	6	9	3	6	8	3	1	7	4	2	2

9.4.11.8 Aceitação Automática

O pavimento será aceito automaticamente quanto à resistência do concreto, quando se obtiver uma das seguintes condições:

$$f_{ctM, est} \geq f_{ctM,k}$$

ou

$$f_{ck, est} \geq f_{ck}$$

9.4.11.9 Verificações Suplementares

Quando não houver aceitação automática deverão ser extraídos no trecho, em pontos uniformemente espaçados, no mínimo, 6 corpos de prova cilíndricos de 15 cm de diâmetro, segundo a norma NBR 7680, ou corpos de prova prismáticos, conforme a norma ASTM-C 42, os quais serão ensaiados respectivamente à compressão axial (norma NBR 5739) e à tração na flexão (norma NBR 12142). Estes corpos de prova devem ser extraídos das placas que apresentarem as menores resistências no resultado do controle.

Com os resultados obtidos nestes corpos de prova será determinada a resistência característica pela fórmula $f_{ctM, est} = f_{ctM28} - K_s$ ou $f_{ck, est} = f_{c28} - K_s$. O trecho será aceito se for atendida a condição $f_{ctM, est} \geq f_{ctM,k}$ ou $f_{ck, est} \geq f_{ck}$. Caso esta condição não seja atendida deverá ser feita revisão do projeto, adotando para a resistência do concreto do trecho a resistência característica estimada e a espessura média determinada no controle geométrico.

Se o trecho ainda não for aceito deverá ser adotada, de acordo com o parecer da Fiscalização e sem ônus para o Contratante, uma das seguintes decisões:

- Aproveitamento do pavimento, com restrições ao carregamento ou ao uso.
- Reforço do pavimento.
- Demolição e reconstrução pavimento.

9.4.12 Controle de Trafegabilidade e Sequência Executiva

Deverá ser traçado um plano de execução entre a prefeitura e o contratante relativo as faixas de concretagem de modo a permitir o trânsito nas áreas não pavimentadas ou impedimento completo do tráfego.

A contratada é responsável pelo controle de trafegabilidade (pedestres, automóveis e outros) sobre o pavimento a ser executado e sobre o pavimento já executado.

A liberação do tráfego sobre pavimento já executado acontecerá somente quando o concreto atingir 80% da resistência de projeto. Esta informação deverá ser fornecida pela empresa contratada para fornecimento do concreto e tal informação deverá ser devidamente documentada. Este prazo não poderá ser inferior a 7 dias período no qual o concreto ainda se encontra em período de cura.

9.4.13 Limpeza e Acabamento Final

Deverá ser efetuada a completa limpeza da pista antes de sua liberação por completo ao tráfego, buscando eliminar quaisquer detritos que venham a atrapalhar sua utilização. A obra deve ser liberada apenas após a completa execução dos serviços de sinalização horizontal.

9.4.14 Aceite da Obra

A contratante através do seu corpo técnico irá analisar todos os relatórios de controle de qualidade e ensaios para aceite da obra.

A obra será considerada aceita e entregue somente após entrega do relatório final comprovando estarem cumpridos todos os requisitos do controle de qualidade baseados nos ensaios realizados.

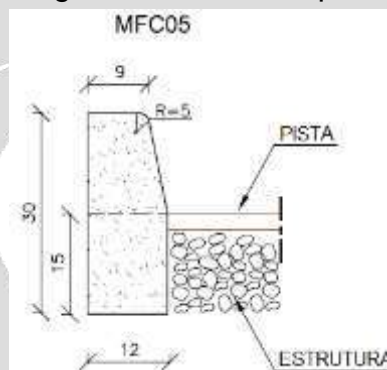
A contratante reserva-se o direito de não aceitar a obra caso os resultados não estejam de acordo com os critérios normativos estabelecidos, bem como pode pedir a realização de novos ensaios tantos quantos forem necessários para essa avaliação. A contratante terá amplo e irrestrito acesso às informações relativas aos serviços e materiais descritos neste documento.

10 MEIO-FIO

Os meios-fios são dispositivos posicionados ao longo do pavimento, e mais elevado que este, com duplo objetivo: limitar a área destinada ao trânsito de veículos e conduzir as águas precipitadas sobre o pavimento e passeios para outros dispositivos de drenagem.

Os meios-fios de concreto tipo 5, serão posicionados ao longo do pavimento e mais elevado que este, com duplo objetivo: limitar a área destinada ao trânsito de veículos e conduzir as águas precipitadas sobre o pavimento para outros dispositivos de drenagem. Quando a pavimentação da pista for de material intertravado, o meio-fio tipo 5 também terá o objetivo de servir de travamento para tal pavimento.

Figura 6 – Meio-fio tipo 5



Fonte: DNIT (2010).

11 ONDULAÇÃO TRANSVERSAL

Será utilizada a Lombada Modular - Tipo B, que atende integralmente às normas da Resolução nº 973/2022 e Resolução nº 600/2016 do CONTRAN. Sua finalidade é obrigar a redução de velocidade de veículos em vias urbanas, reduzindo pontualmente a velocidade máxima para 20 km/h. Em baixa velocidade, proporciona uma passagem suave e sem danos aos veículos. É um produto de alta performance fabricado por vulcanização, composto por borrachas e polímeros, com aditivos antioxidantes e proteção UV que conferem resistência às intempéries climáticas. Suporta um volume intenso de tráfego e possui grande capacidade de carga - até 25 toneladas de compressão por peça.

A Lombada Modular - Tipo B é de fácil instalação e remoção, podendo ser reutilizada. As peças são intertravadas com abas de encaixe entre os módulos, fixadas ao solo com a utilização de parafusos chumbadores.

12 SINALIZAÇÃO VIÁRIA

12.1 PINTURA DE FAIXA DE CONTRASTE

Antes da pintura das faixas de sinalização viária deverá ser realizada a pintura de contraste na cor preta com uma largura total de 20cm, sendo 10cm de cada lado da faixa de sinalização. A especificação dos materiais e execução segue as mesmas da pintura das faixas de sinalização, porém sem a aplicação da microesfera de vidro.

12.2 PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS

Na sinalização horizontal deverão ser usados os materiais (tinta e microesfera de vidro), especificadas de acordo com as Normas Técnicas.

A largura das faixas deve ser de 10 cm para o eixo e 10 cm para as bordas.

A espessura é de 0,06 mm úmida.

A tinta aplicada, após a secagem física total, deve apresentar plasticidade e características de adesividade à microesfera de vidro e ao pavimento, produzir película seca, fosca de aspecto uniforme, sem apresentar fissuras, gretas ou descascamento durante o período de vida útil.

Os termos técnicos utilizados na Tinta de Sinalização Rodoviária estão definidos na NBR 11862.

- a) A tinta deve ser fornecida para uso em superfície betuminosa;
- b) A tinta, logo após abertura do recipiente, não deve apresentar sedimentos, natas e grumos;
- c) A tinta deve estar apta a ser aplicada nas seguintes condições: temperatura do ar entre 15 e 35 °C / temperatura do pavimento não superior a 40 °C e umidade relativa do ar até 90%;
- d) A tinta deve ter condições para ser aplicada por máquinas apropriadas e ter a consistência especificada, sem ser necessária a adição de outro aditivo qualquer. Pode ser adicionado no máximo 5% de solvente em volume de tinta, compatível com a mesma para acerto de viscosidade;
- e) A tinta, quando aplicada na quantidade especificada, deve recobrir perfeitamente o pavimento e permitir a liberação ao tráfego no período máximo de tempo de 30 minutos;

- f) A tinta deve manter integralmente a sua coesão e cor após aplicação no pavimento;
- g) A tinta, quando aplicada sobre a superfície betuminosa, não deve apresentar sangria nem exercer qualquer ação que danifique o pavimento;
- h) A tinta pode ser fornecida na cor Branca N 9,5 e/ou amarela 10 YR 7,5/14, respeitando os padrões e tolerâncias do código de cores *Munsell*.

12.3 PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO

As placas de regulamentação e advertência deverão ter os padrões definidos pela Legislação de Trânsito Vigente e Normas Brasileiras, no que diz respeito a especificação, cores e letreiros.

As chapas destinadas à confecção das placas de aço devem ser planas, do tipo NB 1010/1020, com espessura de 1,25mm, bitola #18, ou espessura de 1,50mm, bitola #16. Devem conter pintura totalmente refletiva. As placas de regulamentação circulares deverão ter diâmetro de 50cm, octogonal tipo R1 com lado mínimo de 25cm e tipo R-2 com lado mínimo de 75cm. As placas de advertência quadradas terão lado mínimo de 45cm, devendo atender integralmente a NBR 11904 – Placas de aço para sinalização viária.

As colunas de sustentação deverão ser de aço galvanizado, com diâmetro de 11/2”, espessura da parede de 3mm e com 3,5m de comprimento. As colunas de sustentação deverão ser fixadas em bases de concreto.

A posição e distâncias de fixação das placas deverão seguir as normas da Legislação de Trânsito Vigente e Normas Brasileiras.

12.4 FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRE

As faixas de travessia de pedestres indicam as áreas da pista onde os pedestres devem executar a travessia, estabelecendo para aquele local a prioridade de passagem dos pedestres em relação aos veículos, exceto nos locais com sinalização semafórica de controle de passagem.

12.4.1 Características

Constitui-se de linhas paralelas, na cor branca, com largura de 40 cm e espaçamento de 40 cm entre as linhas, com um comprimento da faixa de travessia de 3

m. A uma distância de 1,60 m da faixa, deve haver a linha de retenção (LRE), com largura de 40 cm, que indica ao condutor o local limite em que se deve parar o veículo.

A pintura da faixa deverá seguir as especificações técnicas do item sinalização viária: “pintura de faixas horizontais”, deste memorial.

12.4.2 Faixa Elevada

A faixa elevada para travessia de pedestres é um dispositivo implantado no trecho da pista onde o pavimento é elevado, conforme critérios e sinalização definidos pela Resolução Nº 738/2018, respeitando os princípios de utilização estabelecidos no Volume IV – Sinalização Horizontal, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do CONTRAN.

12.4.3 Dimensionamento

A faixa elevada para travessia de pedestres deve atender ao projeto-tipo, conforme figura anterior, estabelecido pela resolução citada anteriormente e apresentar as seguintes dimensões:

I – Comprimento da plataforma: igual à largura da pista, garantidas as condições de drenagem superficial;

II – Largura da plataforma (L1): no mínimo 5 m e no máximo 7 m, garantidas as condições de drenagem superficial. Larguras acima desse intervalo podem ser admitidas, desde que devidamente justificadas pelo órgão ou entidade executiva de trânsito;

III – Rampas: o seu comprimento deve ser igual ao da plataforma. A sua largura (L2) deve ser calculada de acordo com a altura da faixa elevada, com inclinação entre 5% e 10% a ser estabelecida por estudos de engenharia, em função da velocidade e composição do tráfego;

IV – Altura (H): deve ser igual à altura da calçada, desde que não ultrapasse 15 cm. Em locais em que a calçada tenha altura superior a 15 cm, a concordância entre o nível da faixa elevada e o da calçada deve ser feita por meio de rebaixamento da calçada, conforme estabelecido na norma ABNT NBR 9050;

V – Sistema de drenagem: deve ser feito de forma a garantir a continuidade de circulação dos pedestres, sem obstáculos e riscos à sua segurança.

12.4.4 Implantação

A implantação de travessia elevada para pedestres deve ser acompanhada da devida sinalização, contendo, no mínimo:

I – Sinal de regulamentação: R-19 (Velocidade máxima permitida) limitando a velocidade em até 30 km/h, sempre antecedendo a travessia, devendo a redução de velocidade da via ser gradativa, conforme critérios estabelecidos no Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, do Contran;

II – Sinais de advertência: A-18 (Saliência ou lombada) antecedendo o dispositivo e junto a ele, A-32b (Passagem sinalizada de pedestres) ou A-33b (Passagem sinalizada de escolares) nas proximidades das escolas, acrescidos de seta como informação complementar, conforme desenho constante no ANEXO II da presente Resolução;

III – Demarcação: em forma de triângulo, na cor branca, sobre o piso da rampa de acesso da travessia elevada, conforme Anexos I, III e IV. Para garantir o contraste, quando a cor do pavimento for clara, o piso da rampa deve ser pintado de preto;

IV – Demarcação de faixa de pedestres: do tipo “zebrada” com largura (L3) entre 4 m e 6 m na plataforma da travessia elevada, conforme critérios estabelecidos no Volume IV – Sinalização Horizontal, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do Contran, admitindo-se largura superior, conforme previsto no inciso II, do artigo 4º;

V – Área da calçada: próxima ao meio-fio deve ser sinalizada com piso tátil, de acordo com a norma ABNT NBR 9050, conforme mostrado no Anexo I da presente Resolução;

VI – Linha de retenção: junto a travessia elevada semaforizada, a ser implantada de acordo com o disposto no Volume IV - Sinalização Horizontal, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do Contran, respeitada distância mínima de 1,60 m antes do início da rampa.

Trombudo Central (SC), 19 de janeiro de 2026.

JUAN PERES DE
OLIVEIRA:0445
2657958

Assinado de forma digital por JUAN PERES DE OLIVEIRA:04452657958
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=PRESENCIAL, ou=83797191000191, ou=PRESENCIAL, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=EMBRANCO, ou=AC Instituto Fenacon RFB, cn=JUAN PERES DE OLIVEIRA:04452657958
Dados: 2026.01.28 15:28:54 -03'00'

Juan Peres de Oliveira
Eng. Civil – CREA/SC 155.753-9
Coordenador Geral de Projetos

GABRIELA
SKOWASCH
BOSSE:04364730971

Assinado de forma digital por GABRIELA SKOWASCH BOSSE:04364730971
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=19109359000120, ou=PRESENCIAL, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=EMBRANCO, ou=AC Instituto Fenacon RFB, cn=GABRIELA SKOWASCH BOSSE:04364730971
Dados: 2026.01.28 15:47:55 -03'00'

Gabriela Skowasch Bosse
Eng. Civil – CREA/SC 178.970-0
Chefe de Equipe

SIDNEI
BOSSE:5863
9195900

Assinado de forma digital por SIDNEI
BOSSE:58639195900
DN: c=BR, o=ICP-Brasil,
ou=19109359000120, ou=PRESENCIAL,
ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil
- RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=EM BRANCO,
ou=AC Instituto Fenacon RFB, cn=SIDNEI
BOSSE:58639195900
Dados: 2026.01.28 15:48:05 -03'00'

Sidnei Bosse
Eng. Agrim. – CREA/SC 030.984-9
Membro de Equipe

ANTONIO CARLOS DE
OLIVEIRA:601166339
72

Assinado de forma digital por ANTONIO CARLOS
DE OLIVEIRA:60116633972
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=83797191000191,
ou=PRESENCIAL, ou=Secretaria da Receita Federal
do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=EM BRANCO,
ou=AC Instituto Fenacon RFB, cn=ANTONIO
CARLOS DE OLIVEIRA:60116633972
Dados: 2026.01.28 15:48:14 -03'00'

Antônio Carlos de Oliveira
Eng. Agrim. – CREA/SC 032.895.5
Membro de Equipe



PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO

MEMORIAL DESCRITIVO E ORÇAMENTO

Local:

Rua Itajaí

Trombudo Central/SC

Janeiro / 2026

SUMÁRIO

1	LOCALIZAÇÃO.....	4
2	INFORMATIVO DO PROJETO.....	5
3	SERVIÇOS PRELIMINARES	5
3.1	PLACA DE OBRA.....	5
3.2	PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS	6
3.3	LOCAÇÕES DE OBRA.....	7
3.4	ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA	7
3.5	REMOÇÃO E TRANSPORTE.....	7
3.6	REALOCAÇÃO DE POSTES.....	7
4	PROJETO DE TERRAPLANAGEM	8
4.1	CORTES.....	9
4.1.1	Generalidades	9
4.1.2	Equipamentos	9
4.1.3	Execução.....	9
4.1.4	Controle.....	10
4.2	ATERROS	10
4.2.1	Generalidades	10
4.2.2	Materiais	10
4.2.3	Equipamentos	11
4.2.4	Execução.....	11
4.3	VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO.....	11
5	ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO	12
5.1	GRANULOMETRIA.....	12
5.2	LIMITE DE LIQUIDEZ (LL).....	12
5.3	ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP)	13
5.4	ÍNDICE DE GRUPO (IG).....	13
5.5	ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC OU CBR)	14
5.6	EXPANSÃO (%)	14
5.7	RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DA EXECUÇÃO DA SONDAAGEM	14
5.8	RESULTADOS DOS ENSAIOS	15
6	ESTUDO DE TRÁFEGO.....	24

6.1	OS EIXOS	24
6.2	PARÂMETROS GERAIS DE TRÁFEGO	25
6.3	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO DE CONCRETO	29
6.3.1	Concreto - Especificações do Material.....	29
6.3.2	Tráfego de Projeto	30
6.3.3	Análise do Subleito.....	30
6.3.4	Espessura da Placa de Concreto.....	30
6.3.5	Modulação das Placas (Geometria).....	31
6.3.6	Sistema de Juntas	33
7	PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL.....	33
7.1	CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES.....	33
8	ESTUDO DO TRAÇADO.....	33
9	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	34
9.1	REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA.....	34
9.1.1	Materiais	34
9.1.2	Equipamento	34
9.1.3	Execução.....	35
9.1.4	Controle Tecnológico	35
9.2	CAMADA DE BRITA GRADUADA.....	36
9.2.1	Materiais	36
9.2.2	Equipamentos	37
9.2.3	Execução.....	37
9.2.4	Controle Tecnológico	38
9.3	LONA PLÁSTICA 200 MICRAS	40
9.4	PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO.....	40
9.4.1	Formas de Madeira	40
9.4.2	Tela de Aço Soldada Q138 com Espaçador.....	41
9.4.3	Materiais Constituintes do Concreto.....	41
9.4.4	Equipamentos para Execução	42
9.4.5	Adensamento e Conformação do Concreto.....	43
9.4.6	Acabamento e Texturização do Concreto.....	44
9.4.7	Cura do Concreto.....	45
9.4.8	Desmoldagem	45

9.4.9	Juntas de Retração	45
9.4.10	Juntas de Expansão	46
9.4.11	Controle de Qualidade e Ensaios	46
9.4.12	Controle de Trafegabilidade e Sequência Executiva	50
9.4.13	Limpeza e Acabamento Final	50
9.4.14	Aceite da Obra	50
10	MEIO-FIO	51
11	SINALIZAÇÃO VIÁRIA	52
11.1	PINTURA DE FAIXA DE CONTRASTE	52
11.2	PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS	52

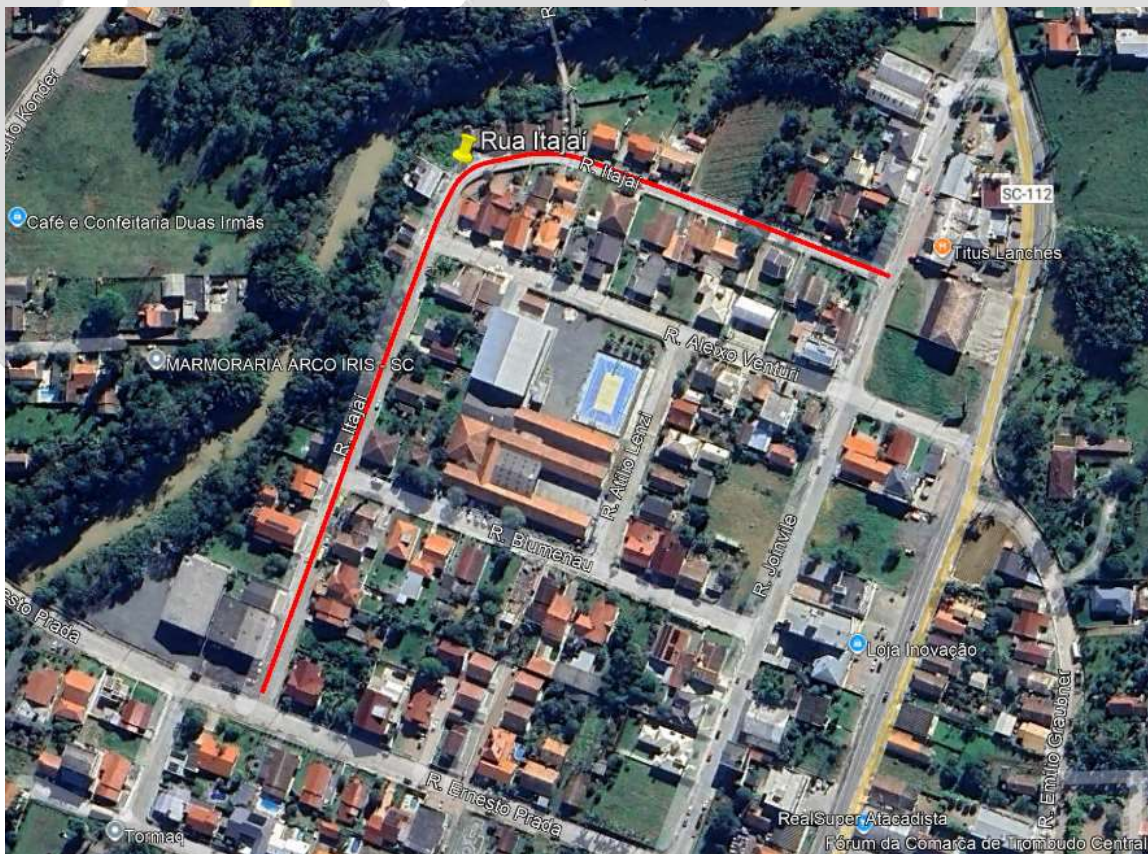
1 LOCALIZAÇÃO

Figura 1 – Localização do município de Trombudo Central



Fonte: Wikipedia (2025).

Figura 2 – Localização da via



Fonte: Modificado de Google Earth (2025).

2 INFORMATIVO DO PROJETO

Em busca de garantir aos moradores do município melhores condições de tráfego local, a atual administração tem se preocupado em realizar a pavimentação das ruas residenciais desta localidade. Para este projeto em questão ficou definida a realização de um trecho com extensão de 480,65 metros, com largura total de 7,60 e 6,60 metros, composta por uma pista simples de concreto, sendo que cada faixa de rolamento tem largura de 3,80 e 3,30 metros, conforme indicado em projeto.

3 SERVIÇOS PRELIMINARES

3.1 PLACA DE OBRA

As placas deverão ser confeccionadas em chapas planas, metálicas, galvanizadas, ou de madeira compensada impermeabilizada, em material resistente às intempéries. As informações deverão estar em material plástico (poliestireno), para fixação ou adesivação nas placas. Quando isso não for possível, as informações deverão ser pintadas a óleo ou esmalte. Dá-se preferência ao material plástico, pela sua durabilidade e qualidade. As placas deverão ser afixadas em local visível, preferencialmente no acesso principal do empreendimento ou voltadas para a via que favoreça a melhor visualização. Recomenda-se que as placas sejam mantidas em bom estado de conservação, inclusive quanto à integridade do padrão das cores, durante todo o período de execução das obras

Figura 3 – Placa de obra padrão do Governo Federal



Área total:

Proporção de 10x X 5x ou Largura - Altura x 2.

Área Conceito (A):

- Tamanho: 4x de largura por 3x altura.
- Cor de fundo: azul - Pantone 2935C
- Fonte: Rawline ExtraBold.
- Espaçamento entre letras é 0.
- Alinhamento do texto à esquerda, com margens de 1/4x.
- Cor da fonte: branca e amarela - Pantone 109C.

Área do nome e informações da obra (A):

- Tamanho: 6x de largura por 2,75x altura.
- Cor de fundo: Branco.
- Fonte: Rawline Bold.
- Espaçamento entre letras é 0.
- Cor da fonte: Pantone 2935C.

Área de informações da obra (A):

- Tamanho: 6x de largura por 2,75x de altura.
- Cor de fundo: Branco.
- Fonte: Rawline Bold, caixa-alta.
- Cor da fonte: Preta.

Espaço entrelinhas:

1 vez o tamanho do corpo da letra.
Exemplo: corpo 60/60.

Área Logo Programa (B):

- Tamanho: 4x de largura por 1x de altura x.
- Cor de fundo: Preto 10%.

Área das assinaturas (C):

- Tamanho: 10x de largura por 1x de altura x.
- Cor de fundo: branca.
- Altura marca Brasil deve ser 1/2x e as demais 1/4X.
- O conjunto de marcas deve ficar centralizado, tanto na horizontal quanto na vertical, neste espaço.

A denominação "Ministério do(a)" ou "Secretaria do(a)" deve estar em Rawline Semibold e o nome do ministério ou da secretaria deve estar em Rawline Black, espaçamento entre letras é -40.

Fonte: Governo Federal (2025).

3.2 PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS

Enquanto durar a execução das obras, instalações e serviços, a colocação e manutenção de placas visíveis e legíveis serão obrigatórias.

A placa deverá ser colocada em local visível, preferencialmente a 100 m do início das obras, nos dois sentidos voltada para a via que favoreça a melhor visualização, e as especificações desta serão conforme detalhe abaixo.

Figura 4 – Placa em chapa de aço galvanizado com resistência a intempéries.

Dimensões: 1,00 x 0,50 m





3.3 LOCAÇÕES DE OBRA

A metodologia adotada para locação topográfica da obra será com o uso de aparelho topográfico, sendo demarcados os pontos de locação do eixo da via a ser pavimentada, com implantação de piquetes, com espaçamento máximo de 20 metros, nivelamento e contranivelamento do eixo locado e nivelamento das seções transversais.

Para o nivelamento da drenagem pluvial deverá ser seguido o projeto de drenagem pluvial, observando a cota de fundo de vala no perfil longitudinal traçado.

3.4 ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA

Para abrigo provisório da obra foi previsto o aluguel de um container para escritório, almoxarifado e sanitários.

3.5 REMOÇÃO E TRANSPORTE

Antes do início dos serviços deverão ser considerados aspectos importantes como: a natureza da estrutura, os métodos utilizados para construção e as condições do entorno onde será realizada a remoção.

As remoções deverão ser efetuadas dentro da técnica, tomando os devidos cuidados de forma a se evitarem danos a terceiros.

Caso necessite, a remoção de eventuais edificações, muros e afins, o transporte de todo o entulho e detritos provenientes desta, serão de responsabilidade do Município, não cabendo a inclusão de tais serviços na planilha orçamentária.

3.6 REALOCAÇÃO DE POSTES

Caso seja necessário a realocação de postes, a mesma estará demonstrada no projeto geométrico, cabendo ao engenheiro fiscal do município avaliar *in loco* a necessidade de eventuais alterações, devendo comunicar aos técnicos projetistas as devidas alterações necessárias para adequações do projeto, caso houver.

A realocação de postes deverá ser solicitada pelo Município junto à concessionária de energia com antecedência para que não prejudique o cronograma da obra.

4 PROJETO DE TERRAPLANAGEM

O Projeto de Terraplanagem tem por objetivo a definição das seções transversais em corte e aterro, a determinação, a localização e distribuição dos volumes dos materiais.

Em função das características próprias do Projeto, o greide lançado no Projeto Geométrico procurou adequá-lo à situação existente. Desta forma, será realizada a escavação ou o aterro para a execução das camadas constituintes do pavimento, seguida da regularização e compactação.

Nota: A apresentação do licenciamento ambiental das áreas de bota-fora e jazida de empréstimo será de responsabilidade do Município.

Com a realização do serviço de escavação, havendo aparecimento de solo considerado inservível a empresa executora da obra deverá comunicar imediatamente o Engenheiro Fiscal e Autor do Projeto para readequação dos serviços a serem realizados, devendo ser prevista a retirada do material inservível e substituído por material com compactação a 100% do Proctor Normal.

Para efeitos desta Norma são adotadas as seguintes definições:

- Material de 1ª categoria – compreende os solos em geral, residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 15 cm, qualquer que seja o teor de umidade apresentado;
- Material de 2ª categoria - compreende os de resistência ao desmante mecânico inferior a rocha não alterada, cuja extração se processe por combinação de métodos que obriguem a utilização do maior equipamento de escarificação exigido contratualmente. A extração eventualmente poderá envolver o uso de explosivos ou processo manual adequado. Incluídos nesta classificação os blocos de rocha, de volume inferior a 2 m³ e os matacões ou pedras de diâmetro médio entre 15 cm e 1 m;
- Material de 3ª categoria – compreende os de resistência ao desmante mecânico equivalente à rocha não alterada e blocos de rocha, com diâmetro médio superior a 1 m, ou de volume igual a 2 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento se processem com o emprego contínuo de explosivos.

4.1 CORTES

4.1.1 Generalidades

Cortes são segmentos cuja implantação requer escavação do material constituinte do terreno natural ao longo do eixo, e no interior dos limites das seções do projeto.

As operações de corte compreendem:

- Escavação e carga dos materiais constituintes do terreno natural até o greide de terraplanagem indicado no projeto;
- Transporte e descarga dos materiais escavados para aterros ou bota-foras. Para o orçamento determinou-se DMT de acordo com especificações em planilha orçamentária e o empolamento para o transporte de material de 1ª categoria foi de 25%.

4.1.2 Equipamentos

A escavação dos cortes será executada mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

4.1.3 Execução

O desenvolvimento da escavação se processará mediante a previsão da utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Assim, apenas serão utilizados para constituição dos aterros, os materiais que pela classificação e caracterização efetuada nos cortes, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros, em conformidade com o projeto.

Quando no nível da plataforma dos cortes for verificada a ocorrência de rocha, são ou em decomposição, ou de solos de expansão maior que 2%, baixa capacidade de suporte ($CBR < 4\%$) ou solos orgânicos, a empresa executora da obra deverá comunicar o Engenheiro Fiscal e Autor do Projeto para readequação dos serviços a serem realizados.

Os taludes de corte deverão apresentar, após a operação de terraplanagem, a inclinação indicada no projeto.

4.1.4 Controle

O acabamento da plataforma de corte será procedido mecanicamente, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitindo as seguintes tolerâncias:

- Variação de altura máxima de mais ou menos 10 cm;
- Variação máxima de largura de mais 20 cm para cada plataforma, não se admitindo a variação para menos.

4.2 ATERROS

4.2.1 Generalidades

As operações de aterro compreendem descarga, espalhamento, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, e compactação dos materiais destinados a:

- Construção da camada final do aterro até a cota correspondente ao greide da terraplanagem;
- Substituição eventual dos materiais de qualidade inferior previamente retirados, a fim de melhorar as fundações dos aterros e/ou cortes.

4.2.2 Materiais

Os materiais para os aterros provirão de cortes existentes, desde que estes apresentem boa qualidade. A substituição desses materiais selecionados por outros, por necessidade de serviço ou por interesse da construtora, somente poderá ser processada após prévia autorização da fiscalização. Os solos para os aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas, micécea e diatomácea. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas. Caso os materiais provenientes dos cortes não forem suficientes ou não forem de boa qualidade para os aterros, deverá ser adquirido material e jazida de solo de boa qualidade devidamente licenciadas.

Para efeito de execução do corpo do aterro, apresentar capacidade de suporte adequada ($ISC \geq 2\%$) e expansão $\leq 4\%$, quando determinados por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de compactação – Norma DNIT 164/2013-ME (Método A);
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) – Norma DNIT 172/2016-ME, com a energia do Ensaio de Compactação (Método A).

Para efeito de execução da camada final dos aterros, apresentar dentro das disponibilidades e em consonância com os preceitos de ordem técnico-econômica, a melhor capacidade de suporte ($ISC > 4\%$, ou igual ou superior ao especificado pelo projetista, quando indicado em projeto) e expansão $< 2\%$, cabendo a determinação dos valores de CBR e de expansão pertinentes, por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de Compactação – Norma DNIT 164/2013-ME (Método B);
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) – Norma DNIT 172/2016-ME, com a energia do Ensaio de Compactação (Método B).

4.2.3 Equipamentos

Os aterros serão executados mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

4.2.4 Execução

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal e em extensões tais que permitam seu umedecimento e compactação 100% do Proctor Normal. Para o corpo dos aterros, a espessura da camada compactada não deverá ultrapassar 30 cm e, para as camadas finais, essa espessura não deverá ultrapassar 20 cm.

A localização das áreas de bota-fora e jazida de empréstimo foram definidas e apresentadas pela equipe técnica da prefeitura. Por se tratar de obra de pavimentação em via pública, a apresentação do licenciamento ambiental será de responsabilidade do Município.

Os volumes de cortes e aterros compactados obtidos estão expressos nos projetos e não estão considerados os empolamentos.

4.3 VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO

O volume total de movimentação de terra projetado deve ser analisado no projeto de terraplanagem e orçamento da obra. O volume de escavação deve servir para complementar os aterros existentes.

5 ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO

O estudo geológico e geotécnico faz parte da ciência que define os parâmetros do solo ou rocha através de ensaios como sondagem podendo ser a percussão ou a trado, ensaio de campo ou ensaio de laboratório.

É de reconhecimento geral que o projeto de uma estrutura de engenharia, por mais modesta que seja, requer o adequado conhecimento das condições do subsolo no local onde será construída, assim como também é necessário o conhecimento das áreas que servirão de jazida para fornecimento de solos granulares e rochas que servirão como materiais de construção.

Para definir as características do subleito para execução de pavimento, foram efetuados ensaios de caracterização conforme DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94, DNER-ME 122/94.

As tabelas com os resultados dos ensaios apresentam uma análise estatística dos valores descritos a seguir.

5.1 GRANULOMETRIA

A granulometria é um parâmetro que descreve como os grãos de um material sólido, como areia, cascalho ou solo, estão distribuídos em relação ao seu tamanho. Ela é definida pela proporção relativa dos diferentes tamanhos de grãos que compõem um agregado.

Para determinar a granulometria, o material é peneirado em peneiras com diferentes aberturas e os grãos são separados em diferentes tamanhos, medidos em micrômetros ou milímetros. Em seguida, calcula-se o percentual de material que passa ou fica retido em cada peneira, e isso gera um gráfico ou curva granulométrica, que é essencial para avaliar as propriedades do agregado, conforme ABNT NBR NM 248.

Os dados obtidos são usados para gerar uma curva granulométrica, que mostra a distribuição das partículas em função de seu diâmetro, apresentadas nos resultados dos ensaios. Esta curva é importante para caracterizar o solo e avaliar suas propriedades, como a permeabilidade e a coesão.

5.2 LIMITE DE LIQUIDEZ (LL)

É uma propriedade dos solos que define o teor de umidade em que o solo passa do estado plástico para o estado líquido. É importante pois ajuda a classificar o tipo de solo e prever seu comportamento em diferentes condições de umidade, especialmente para

saber se o solo poderá suportar cargas (como fundações de edifícios) ou se tende a perder coesão e estabilidade em condições muito úmidas.

Para medir o LL, o solo é preparado com diferentes teores de umidade e colocado em um equipamento chamado aparelho de Casagrande. Esse dispositivo permite que o solo seja sujeito a uma série de impactos controlados, de modo que o operador consiga observar a transição de estado. Quando a amostra de solo atinge uma umidade em que se fecha uma fissura com exatamente 25 golpes do equipamento, essa umidade é considerada o limite de liquidez, conforme ABNT NBR 6459.

5.3 ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP)

É uma propriedade do solo que indica a faixa de umidade em que ele se comporta de forma plástica, ou seja, em que pode ser moldado sem se quebrar ou desintegrar. O IP é calculado pela diferença entre o limite de liquidez (LL) e o limite de plasticidade (LP) (ABNT NBR 7180).

O valor do IP reflete a capacidade do solo de mudar de forma ao ser manuseado. Solos com alto índice de plasticidade têm uma ampla faixa de umidade em que permanecem plásticos, o que indica a presença de argilas expansivas. Já solos com baixo IP, como os arenosos, têm pouca ou nenhuma plasticidade.

5.4 ÍNDICE DE GRUPO (IG)

É um parâmetro obtido em função dos três ensaios acima e utilizado para avaliar a qualidade dos solos, especialmente em projetos de pavimentação. Ele foi desenvolvido para complementar a classificação do solo segundo o Sistema de Classificação AASHTO M 145 (American Association of State Highway and Transportation Officials), que categoriza solos com base em suas propriedades de granulometria e plasticidade. O índice de grupo ajuda a quantificar a "qualidade" ou "adequação" do solo como material de subleito em rodovias, indicando a necessidade de estabilização ou reforço.

Os valores de IG podem ser interpretados da seguinte forma:

- IG de 0 a 20: valores baixos indicam que o solo tem boas propriedades como subleito para pavimentos e pode não precisar de tratamento.
- IG alto (acima de 20): indica que o solo pode ter baixa qualidade para o subleito de pavimentação, sugerindo a necessidade de reforço ou substituição para melhorar a capacidade de suporte.

5.5 ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC OU CBR)

É um parâmetro que mede a capacidade de suporte de um solo ou material agregado em comparação a um material padrão (brita triturada), e é utilizado para avaliar a resistência de subleitos, sub-bases e bases de estradas e rodovias.

O ensaio de CBR (ABNT NBR 9895) consiste em compactar uma amostra de solo em um cilindro e, em seguida, aplicar uma carga por meio de um pistão padrão, que penetra na amostra a uma taxa controlada. Durante o teste, mede-se a pressão necessária para que o pistão penetre uma profundidade específica no solo (geralmente 2,5 mm e 5,0 mm). O CBR é calculado pela razão entre a pressão aplicada no solo e a pressão necessária para penetrar a mesma profundidade no material padrão.

5.6 EXPANSÃO (%)

O ensaio de expansão (ABNT NBR 7185) é um teste realizado em solos e materiais compactados para avaliar sua tendência de expansão quando em contato com a água. Tem o objetivo de medir o aumento de volume (expansão) que ocorre em uma amostra de solo quando ela é submersa em água por um período de tempo específico. O resultado é expresso como uma porcentagem de expansão com relação à altura original da amostra. Esse índice ajuda a prever o comportamento do solo em condições de umidade e sua capacidade de causar deformações prejudiciais e ajuda a decidir se o solo precisa de tratamento, estabilização ou substituição.

5.7 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DA EXECUÇÃO DA SONDAGEM


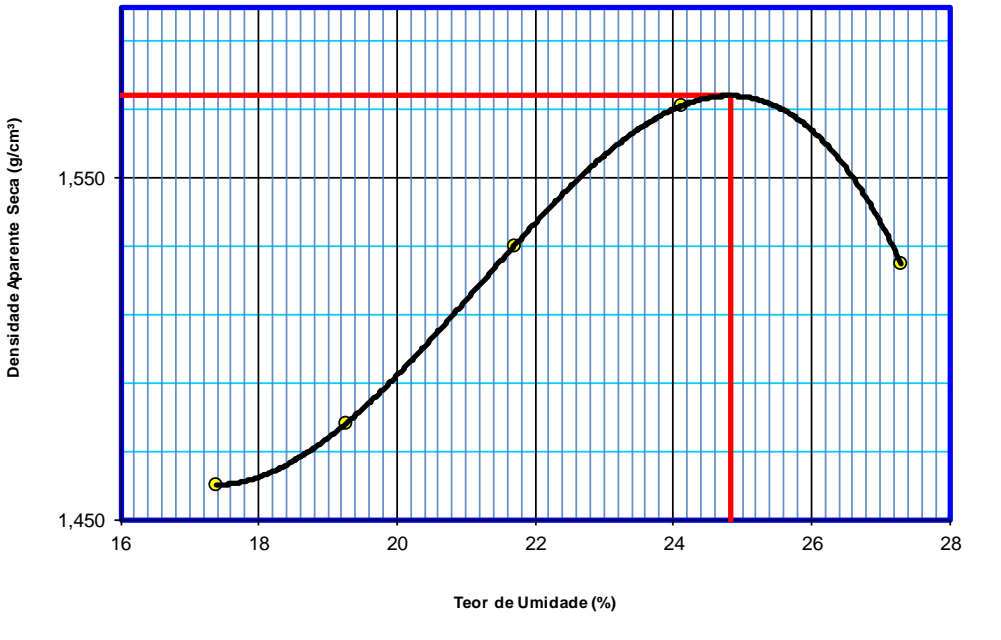
Figura 5 – Relatório fotográfico de sondagem



Fonte: Geomapa (2025).


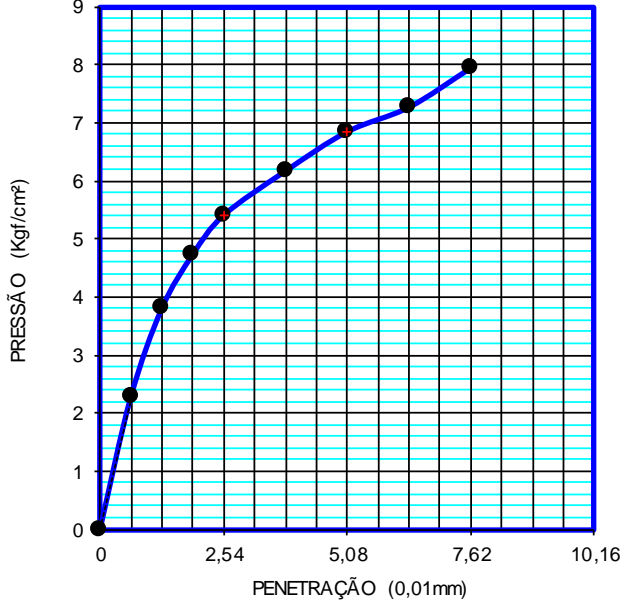
5.8 RESULTADOS DOS ENSAIOS

Tabela 1 – Compactação e Umidade – Furo 23

		LABORATÓRIO DE SOLOS				
		COMPACTAÇÃO DE SOLOS				
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
COMPACTAÇÃO						
Cilindro nº	9	9	9	9	9	
Água Adicionada (ml)	300	360	420	480	480	
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)	3688	3738	3839,4	3929,4	3920,6	
Peso do Cilindro (g)	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	
Peso do Solo Úmido (g)	1750,70	1800,70	1902,10	1992,10	1983,30	
Volume do Cilindro (cm³)	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	
Densidade Aparente Úmida (g/cm³)	1,71	1,76	1,86	1,95	1,94	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						
Cápsula nº	22n	06n	03n	08n	17n	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	93,77	98,59	101,81	94,83	96,56	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	83,99	87,11	88,64	81,74	81,75	
Peso da Água (g)	9,78	11,48	13,17	13,09	14,81	
Peso da Cápsula (g)	27,74	27,51	27,95	27,47	27,50	
Peso do Solo Seco (g)	56,25	59,60	60,69	54,27	54,25	
Teor de Umidade (%)	17,39	19,26	21,70	24,12	27,30	
Umidade Adotada (%)	17,39	19,26	21,70	24,12	27,30	
Densidade Aparente Seca (g/cm³)	1,46	1,48	1,53	1,57	1,53	
DENSIDADE APARENTE						
						
DENS. SECA MÁXIMA (g/cm³)		1,574		UMIDADE ÓTIMA (%)		24,8


Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 2 – Índice de Suporte Califórnia (CBR) – Furo 23

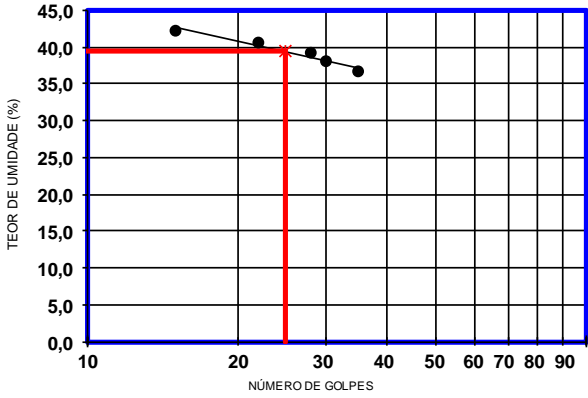
		LABORATÓRIO DE SOLOS																											
		ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA																											
OBRA/TRECHO Trombudo Central		PROCEDÊNCIA		CAMADA SUB-BASE	DATA																								
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA NORMAL	PROF.(M)	OPERADOR LUCAS	REGISTRO																								
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA																													
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		DE MOLDAGEM		UMIDADE NATURAL																							
Cápsula nº		73,00	92,00	102,00	91,00	60																							
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)		104,07	103,37	95,52	91,99	111,1																							
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)		100,03	99,30	82,04	79,13	93,12																							
Peso da Água (g)		4,04	4,07	13,48	12,86	17,98																							
Peso da Cápsula (g)		28,39	28,09	27,76	27,42	28,10																							
Peso do Solo Seco (g)		71,64	71,21	54,28	51,71	65,02																							
Teor de Umidade (%)		5,60	5,70	24,80	24,90	27,7																							
Umidade Média (%)		5,65		24,85																									
UMD. ÓTIMA (%)	24,82	AMOSTRA ÚMIDA (g)		5.000,0	ÁGUA A ADICIONAR (ml)	907,37																							
COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA				EXPANSÃO																									
MOLDAGEM		ÓTIMA		Altura do Corpo de Prova (mm)		112,737																							
Cilindro nº		5		DATA	Tempo	Leitura	Expansão (%)																						
Água Adicionada (ml)		907,37			Decorrido (Dias)	Deflet. (mm)																							
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)		9463,2		Dia 00	0		0,00																						
Peso do Cilindro (g)		5428,1		Dia 01	1		0,00																						
Peso do Solo Úmido (g)		4035,1		Dia 02	2		0,00																						
Volume do Cilindro (cm³)		2056,12		Dia 03	3		0,00																						
Densid. Aparente Úmida (g/cm³)		1,9620		Dia 04	4	0,66	0,59																						
Densid. Aparente Seca (g/cm³)		1,5710																											
ENSAIO DE PENETRAÇÃO				<p align="center">GRÁFICO PRESSÃO PENETRAÇÃO</p>  <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Pressão Penetração</caption> <thead> <tr> <th>Penetração (0,01mm)</th> <th>Pressão (kgf/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0,5</td><td>2,3</td></tr> <tr><td>1</td><td>3,8</td></tr> <tr><td>1,5</td><td>4,7</td></tr> <tr><td>2</td><td>5,4</td></tr> <tr><td>3</td><td>6,2</td></tr> <tr><td>4</td><td>6,8</td></tr> <tr><td>5</td><td>7,3</td></tr> <tr><td>6</td><td>7,9</td></tr> <tr><td>8</td><td>10,16</td></tr> </tbody> </table>				Penetração (0,01mm)	Pressão (kgf/cm²)	0	0	0,5	2,3	1	3,8	1,5	4,7	2	5,4	3	6,2	4	6,8	5	7,3	6	7,9	8	10,16
Penetração (0,01mm)	Pressão (kgf/cm²)																												
0	0																												
0,5	2,3																												
1	3,8																												
1,5	4,7																												
2	5,4																												
3	6,2																												
4	6,8																												
5	7,3																												
6	7,9																												
8	10,16																												
Constante do Anel		0,08441																											
Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura (0,001mm)	Pressão (kgf/cm²)																										
0,5	0,635	27	2,3																										
1	1,27	45	3,8																										
1,5	1,905	56	4,7																										
2	2,54	64	5,4																										
3	3,81	73	6,2																										
4	5,08	81	6,8																										
5	6,35	86	7,3																										
6	7,62	94	7,9																										
8	10,16																												
CÁLCULO DO I.S.C.																													
Leitura (mm)	Pressão		I.S.C. (%)																										
	Aplic.	Corrigida																											
2,54	5,40	5,40	7,7																										
5,08	6,84	6,84	6,5																										
D. MÁX (g/cm³)=		1,574	H. ÓT. (%)=	24,82	I.S.C. (%)=	7,68	Exp. (%)	0,59																					

Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 3 – Caracterização do solo (LL e LP) – Furo 23

		LABORATÓRIO DE SOLOS				
		CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS				
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
LIMITE DE LIQUIDEZ						
Cápsula nº	11	12	13	14	15	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	26,09	27,67	27,56	23,59	31,96	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	21,37	22,32	21,51	18,65	24,47	
Peso da Água (g)	4,72	5,35	6,05	4,94	7,49	
Peso da Cápsula (g)	8,52	8,27	6,03	6,47	6,77	
Peso do Solo Seco (g)	12,85	14,05	15,48	12,18	17,70	
Teor de Umidade (%)	36,7	38,1	39,1	40,6	42,3	
Nº de golpes	35	30	28	22	15	
LIMITE DE PLASTICIDADE						
Cápsula nº	11	12	13	14	15	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	6,23	5,73	6,05	5,86	6,15	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	5,93	5,51	5,67	5,50	5,75	
Peso da Água (g)	0,30	0,22	0,38	0,36	0,40	
Peso da Cápsula (g)	4,94	4,70	4,39	4,33	4,40	
Peso do Solo Seco (g)	0,99	0,81	1,28	1,17	1,35	
Teor de Umidade (%)	30,3	27,2	29,7	30,8	29,6	
Valor aceito?	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA						
UMIDADE HIGROSCÓPICA			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
Cápsula nº	73,00	Peneiras	Peso Retido	Peso Passando (g)	% Passando Acumulada	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	104,07	(pol)				
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	100,03	3/4"	0,00	1422,13	100,0	
Peso da Água (g)	4,04	3/8"	0,00	1422,13	100,0	
Peso da Cápsula (g)	28,39	nº4	0,00	1422,13	100,0	
Peso do Solo Seco (g)	71,64	nº10	31,58	1390,55	97,8	
Teor de Umidade (%)	5,60	nº 40	5,01	97,51	93,0	
Amostra total úmida (g)	1500,00	nº 80	0,00	97,51	93,0	
Amostra total seca (g)	1422,13	nº 200	30,03	67,48	64,4	
Amostra total úmida (g) (fina)	108,26					
Amostra total seca (g)	102,52					
RESUMO DOS RESULTADOS						
LIMITE DE LIQUIDEZ (%)					39,4	
LIMITE DE PLASTICIDADE (%)					29,2	
ÍNDICE DE PLASTICIDADE (%)					10,2	
%PASSANDO # 4,8mm					100,0	
%PASSANDO # 2,0mm					97,8	
%PASSANDO # 0,42mm					93,0	
%PASSANDO # 0,074mm					64,4	
CLASSIFICAÇÃO HRB					A4	
ÍNDICE DE GRUPO					6	
Obs:						


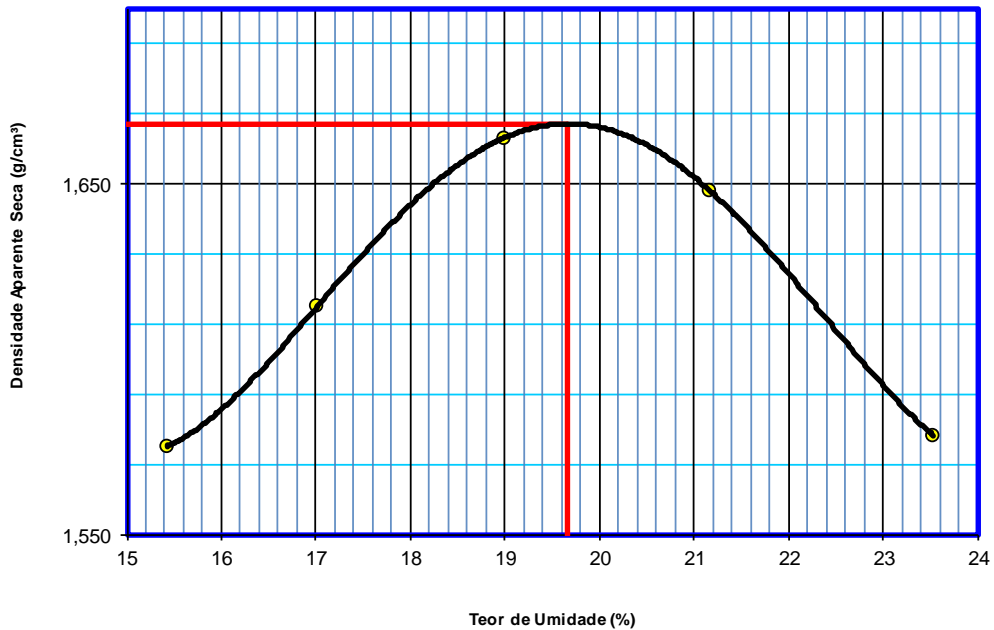
LIMITE DE LIQUIDEZ



LIMITE DE LIQUIDEZ (%)	39,4
LIMITE DE PLASTICIDADE (%)	29,2
ÍNDICE DE PLASTICIDADE (%)	10,2
%PASSANDO # 4,8mm	100,0
%PASSANDO # 2,0mm	97,8
%PASSANDO # 0,42mm	93,0
%PASSANDO # 0,074mm	64,4
CLASSIFICAÇÃO HRB	A4
ÍNDICE DE GRUPO	6


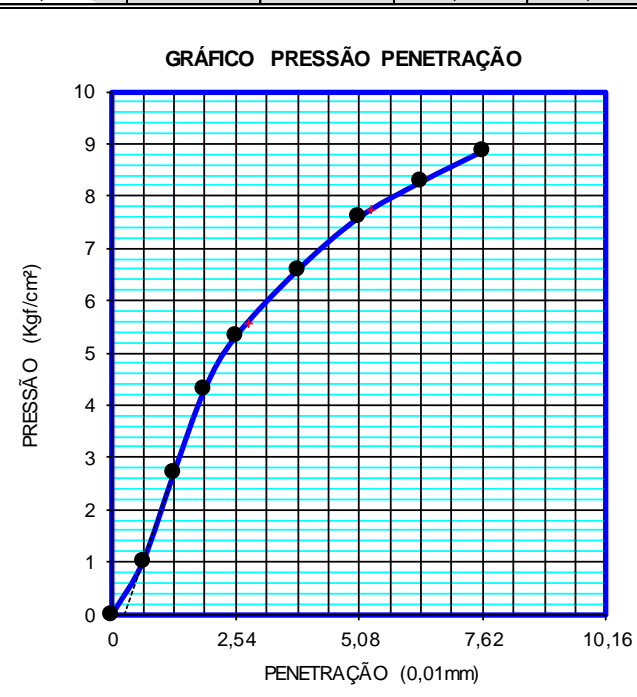
Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 4 – Compactação e Umidade – Furo 24

		LABORATÓRIO DE SOLOS				
		COMPACTAÇÃO DE SOLOS				
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
COMPACTAÇÃO						
Cilindro nº	9	9	9	9	9	
Água Adicionada (ml)	300	360	420	480	480	
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)	3794,8	3868	3959,4	3977,8	3928,7	
Peso do Cilindro (g)	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	
Peso do Solo Úmido (g)	1857,50	1930,70	2022,10	2040,50	1991,40	
Volume do Cilindro (cm ³)	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	
Densidade Aparente Úmida (g/cm ³)	1,82	1,89	1,98	2,00	1,95	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						
Cápsula nº	84	117	34	46	65	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	83,38	96,82	91,05	96,22	82,24	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	75,96	86,73	80,93	84,15	71,78	
Peso da Água (g)	7,42	10,09	10,12	12,07	10,46	
Peso da Cápsula (g)	27,83	27,43	27,64	27,13	27,37	
Peso do Solo Seco (g)	48,13	59,30	53,29	57,02	44,41	
Teor de Umidade (%)	15,42	17,02	18,99	21,17	23,54	
Umidade Adotada (%)	15,42	17,02	18,99	21,17	23,54	
Densidade Aparente Seca (g/cm ³)	1,58	1,62	1,66	1,65	1,58	
DENSIDADE APARENTE						
						
DENS. SECA MÁXIMA (g/cm ³)		1,667		UMIDADE ÓTIMA (%)		19,7


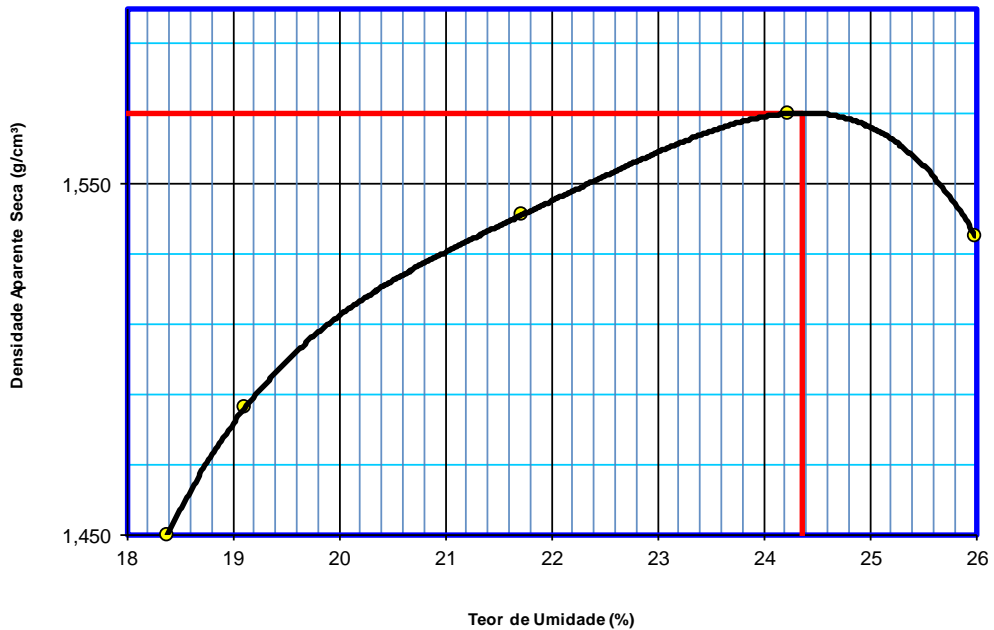
Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 5 – Índice de Suporte Califórnia (CBR) – Furo 24

		LABORATÓRIO DE SOLOS					
		ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA					
OBRA/TRECHO Trombudo Central		PROCEDÊNCIA		CAMADA SUB-BASE	DATA		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA NORMAL	PROF.(M)	OPERADOR LUCAS	REGISTRO		
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA							
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		DE MOLDAGEM		UMIDADE NATURAL	
Cápsula nº	10n	04n	03n	17n	112		
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	107,33	80,20	113,75	108,51	124,52		
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	103,61	77,72	99,71	95,21	103,11		
Peso da Água (g)	3,72	2,48	14,04	13,30	21,41		
Peso da Cápsula (g)	27,51	27,65	27,95	27,50	28,62		
Peso do Solo Seco (g)	76,10	50,07	71,76	67,71	74,49		
Teor de Umidade (%)	4,90	5,00	19,60	19,60	28,7		
Umidade Média (%)	4,95		19,60		28,7		
UMD. ÓTIMA (%)	19,67	AMOSTRA ÚMIDA (g)	5.000,0	ÁGUA A ADICIONAR (ml)	701,34		
COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA			EXPANSÃO				
MOLDAGEM		ÓTIMA	Altura do Corpo de Prova (mm)		112,500		
Cilindro nº	3		DATA	Tempo	Leitura	Expansão (%)	
Água Adicionada (ml)	701,34			Decorrido	Deflet.		
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)	9132,4		(Dias)	(mm)			
Peso do Cilindro (g)	5077,7		Dia 00	0	0,00		
Peso do Solo Úmido (g)	4054,7		Dia 01	1	0,00		
Volume do Cilindro (cm³)	2041,23		Dia 02	2	0,00		
Densid. Aparente Úmida (g/cm³)	1,9860		Dia 03	3	0,00		
Densid. Aparente Seca (g/cm³)	1,6610		Dia 04	4	0,72	0,64	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO							
Constante do Anel		0,08441					
Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura (0,001mm)	Pressão (kgf/cm²)				
0,5	0,635	12	1,0				
1	1,27	32	2,7				
1,5	1,905	51	4,3				
2	2,54	63	5,3				
3	3,81	78	6,6				
4	5,08	90	7,6				
5	6,35	98	8,3				
6	7,62	105	8,9				
8	10,16						
CÁLCULO DO I.S.C.							
Leitura (mm)	Pressão		I.S.C. (%)				
	Aplic.	Corrigida					
2,54	5,32	5,57	7,9				
5,08	7,60	7,73	7,3				
							
D. MÁX (g/cm³)=	1,667	H. ÓT. (%)=	19,67	I.S.C. (%)=	7,92	Exp. (%)	0,64


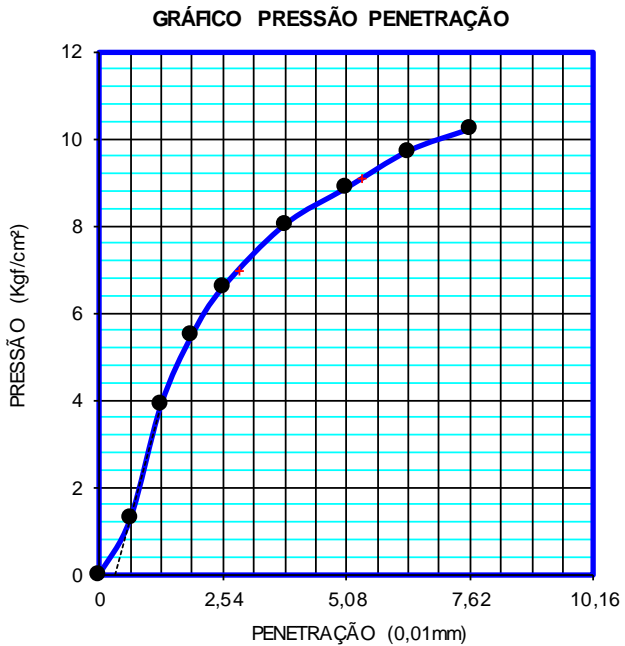
Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 7 – Compactação e Umidade – Furo 25

		LABORATÓRIO DE SOLOS				
		COMPACTAÇÃO DE SOLOS				
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
COMPACTAÇÃO						
Cilindro nº	9	9	9	9	9	
Água Adicionada (ml)	300	360	420	480	480	
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)	3690,9	3745,7	3854,1	3930,3	3913,4	
Peso do Cilindro (g)	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	
Peso do Solo Úmido (g)	1753,60	1808,40	1916,80	1993,00	1976,10	
Volume do Cilindro (cm ³)	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	
Densidade Aparente Úmida (g/cm ³)	1,72	1,77	1,88	1,95	1,93	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						
Cápsula nº	04n	10n	63	91	102	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	102,59	110,39	104,75	87,92	105,79	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	90,95	97,09	90,90	76,12	89,69	
Peso da Água (g)	11,64	13,30	13,85	11,80	16,10	
Peso da Cápsula (g)	27,65	27,51	27,14	27,42	27,76	
Peso do Solo Seco (g)	63,30	69,58	63,76	48,70	61,93	
Teor de Umidade (%)	18,39	19,11	21,72	24,23	26,00	
Umidade Adotada (%)	18,39	19,11	21,72	24,23	26,00	
Densidade Aparente Seca (g/cm ³)	1,45	1,49	1,54	1,57	1,54	
DENSIDADE APARENTE						
						
DENS. SECA MÁXIMA (g/cm ³)		1,570		UMIDADE ÓTIMA (%)		24,4


Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 8 – Índice de Suporte Califórnia (CBR) – Furo 25

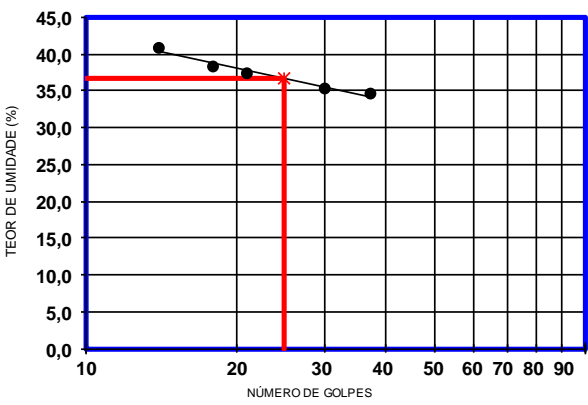
		LABORATÓRIO DE SOLOS					
		ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA					
OBRA/TRECHO Trombudo Central		PROCEDÊNCIA		CAMADA SUB-BASE	DATA		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA NORMAL	PROF.(M)	OPERADOR LUCAS	REGISTRO		
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA							
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		DE MOLDAGEM		UMIDADE NATURAL	
Cápsula nº		22n	18n	15n	12n	91	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)		119,11	105,30	96,16	102,79	78,82	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)		114,78	101,62	82,64	88,07	67,13	
Peso da Água (g)		4,33	3,68	13,52	14,72	11,69	
Peso da Cápsula (g)		27,74	28,06	26,92	27,40	27,42	
Peso do Solo Seco (g)		87,04	73,56	55,72	60,67	39,71	
Teor de Umidade (%)		5,00	5,00	24,30	24,30	29,4	
Umidade Média (%)		5,00		24,30			
UMD. ÓTIMA (%)	24,37	AMOSTRA ÚMIDA (g)		5.000,0	ÁGUA A ADICIONAR (ml)	922,39	
COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA			EXPANSÃO				
MOLDAGEM		ÓTIMA		Altura do Corpo de Prova (mm)		112,500	
Cilindro nº		3			Tempo	Leitura	Expansão
Água Adicionada (ml)		922,39		DATA	Decorrido	Deflet.	(%)
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)		9059,8			(Dias)	(mm)	
Peso do Cilindro (g)		5077,7		Dia 00	0		0,00
Peso do Solo Úmido (g)		3982,1		Dia 01	1		0,00
Volume do Cilindro (cm ³)		2041,23		Dia 02	2		0,00
Densid. Aparente Úmida (g/cm ³)		1,9510		Dia 03	3		0,00
Densid. Aparente Seca (g/cm ³)		1,5700		Dia 04	4	0,41	0,36
ENSAIO DE PENETRAÇÃO							
Constante do Anel		0,08441					
Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura (0,001mm)	Pressão (kgf/cm ²)				
0,5	0,635	15	1,3				
1	1,27	46	3,9				
1,5	1,905	65	5,5				
2	2,54	78	6,6				
3	3,81	95	8,0				
4	5,08	105	8,9				
5	6,35	115	9,7				
6	7,62	121	10,2				
8	10,16						
CÁLCULO DO I.S.C.							
Leitura (mm)	Pressão		I.S.C. (%)				
	Aplic.	Corrigida					
2,54	6,58	6,95	9,9				
5,08	8,86	9,08	8,6				
D. MÁX (g/cm ³)=	1,570	H. ÓT. (%)=	24,37	I.S.C. (%)=	9,89	Exp. (%)	0,36

Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 9 – Caracterização do solo (LL e LP) – Furo 25

		LABORATÓRIO DE SOLOS			
		CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS			
OBRA/TRECHO	PROCEDÊNCIA	CAMADA		DATA	
Trombudo Central		SUB-BASE			
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO
		NORMAL		LUCAS	
LIMITE DE LIQUEDEZ					
Cápsula nº	11	12	13	14	15
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	26,32	30,71	28,07	30,35	28,36
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	21,75	24,86	22,08	23,72	22,10
Peso da Água (g)	4,57	5,85	5,99	6,63	6,26
Peso da Cápsula (g)	8,52	8,27	6,03	6,47	6,77
Peso do Solo Seco (g)	13,23	16,59	16,05	17,25	15,33
Teor de Umidade (%)	34,5	35,3	37,3	38,4	40,8
Nº de golpes	37	30	21	18	14
LIMITE DE PLASTICIDADE					
Cápsula nº	11	12	13	14	15
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	5,72	5,52	5,07	5,21	5,23
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	5,55	5,33	4,92	5,03	5,05
Peso da Água (g)	0,17	0,19	0,15	0,18	0,18
Peso da Cápsula (g)	4,94	4,70	4,39	4,33	4,40
Peso do Solo Seco (g)	0,61	0,63	0,53	0,70	0,65
Teor de Umidade (%)	27,9	30,2	28,3	25,7	27,7
Valor aceito?	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA					
UMIDADE HIGROSCÓPICA			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA		
Cápsula nº	22n	Peneiras	Peso Retido	Peso Passando (g)	% Passando Acumulada
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	119,11	(pol)			
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	114,78	3/4"	0,00	1430,21	100,0
Peso da Água (g)	4,33	3/8"	0,00	1430,21	100,0
Peso da Cápsula (g)	27,74	nº4	0,00	1430,21	100,0
Peso do Solo Seco (g)	87,04	nº10	34,32	1395,89	97,6
Teor de Umidade (%)	5,00	nº 40	8,91	87,05	88,5
Amostra total úmida (g)	1500,00	nº 80	0,00	87,05	88,5
Amostra total seca (g)	1430,21	nº 200	25,52	61,53	62,6
Amostra total úmida (g) (fina)	100,76				
Amostra total seca (g)	95,96				
RESUMO DOS RESULTADOS					
LIMITE DE LIQUEDEZ (%)				36,6	
LIMITE DE PLASTICIDADE (%)				27,4	
ÍNDICE DE PLASTICIDADE (%)				9,2	
%PASSANDO # 4,8mm				100,0	
%PASSANDO # 2,0mm				97,6	
%PASSANDO # 0,42mm				88,5	
%PASSANDO # 0,074mm				62,6	
CLASSIFICAÇÃO HRB				A4	
ÍNDICE DE GRUPO				5	
Obs:					

LIMITE DE LIQUEDEZ



LIMITE DE LIQUEDEZ (%)	36,6
LIMITE DE PLASTICIDADE (%)	27,4
ÍNDICE DE PLASTICIDADE (%)	9,2
%PASSANDO # 4,8mm	100,0
%PASSANDO # 2,0mm	97,6
%PASSANDO # 0,42mm	88,5
%PASSANDO # 0,074mm	62,6
CLASSIFICAÇÃO HRB	A4
ÍNDICE DE GRUPO	5

Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 10 – Quadro resumo dos resultados dos ensaios

Furo	CBR (%)	Expansão (%)
23	7,68	0,59
24	7,92	0,64
25	9,89	0,36

Fonte: Geomapa (2025).

6 ESTUDO DE TRÁFEGO

O estudo de tráfego visa obter os subsídios necessários para a definição do Volume Médio Diário (VMD), bem como, estimar o Número N (Repetições de passagem do eixo Padrão, 8,2 t), e conseqüentemente definir a espessura e o tipo do revestimento da pavimentação.

As diretrizes adotadas no presente Estudo de Tráfego foram embasadas e utilizou-se como referência o Manual de estudos de tráfego – Rio de Janeiro (2006) do DNIT, que reúne as informações gerais necessárias para a determinação dos dados de tráfego que são utilizados em projetos rodoviários.

Para efeito de dimensionamento de pavimentos, o tráfego de veículos comerciais (caminhões, ônibus) é de fundamental importância, pois no projeto de pavimentação serão considerados, tanto o tráfego de veículos comerciais, quanto o tráfego de veículos de passageiros (carro de passeio), constituindo o tráfego total.

6.1 OS EIXOS

As cargas dos veículos são transmitidas através das rodas dos pneus pneumáticos. As rodas dos pneumáticos (simples ou duplas) são acopladas aos eixos, que podem ser classificadas da seguinte forma:

- Eixo simples: um conjunto de duas ou mais rodas, cujos centros estão em um plano transversal vertical ou podem ser incluídos entre dois planos transversais verticais, distantes de 1 m, que se estendam por toda a largura do veículo;
- Eixo simples de roda simples: com duas rodas, uma em cada extremidade (2 pneus);

- Eixo simples de roda dupla: com quatro rodas, sendo duas em cada extremidade (4 pneus);
- Eixo tandem: quando dois ou mais eixos consecutivos, cujos centros estão distantes de 1 m a 2,40 m, e ligados a um dispositivo de suspensão que distribui a carga igualmente entre os eixos. O conjunto de eixos constitui um eixo tandem;
- Eixo tandem duplo: com dois eixos, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (8 pneus). Nos fabricantes nacionais o espaçamento médio é de 1,30 m;
- Eixo tandem triplo: com três eixos, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (12 pneus).

O Código de Trânsito Brasileiro, através da Lei nº 9.043 de 23/09/97 e da Resolução nº 12 de 6/12/98 do CONTRAN, regulamentou as seguintes cargas máximas legais no Brasil:

Tabela 11 – Cargas máximas legais

Eixo	Carga Máxima Legal	Tolerância de 7,5%
Dianteiro simples de roda simples	6 t	6,45 t
Simple de roda simples	10 t	10,75 t
Tandem Duplo	17 t	18,28 t
Tandem Triplo	25,5 t	27,41 t
Duplo de Tribus	13,5 t	14,51 t

Fonte: CONTRAN (1998).

6.2 PARÂMETROS GERAIS DE TRÁFEGO

O dimensionamento do pavimento de concreto foi realizado considerando os seguintes dados de entrada referentes ao fluxo de veículos comerciais:

- **Ano de Referência do VMD:** 2026
- **Início da Operação (Ano 1):** 2027
- **Período de Projeto (Vida Útil):** 20 anos
- **VMDAc Inicial (2026):** 30 veículos comerciais/dia
- **Distribuição Direcional:** 50%
- **Fator de Faixa (Faixa de Projeto):** 100%

Tabela 12 - Espectro de Carga e Composição da Frota

Classe (DNIT)	Tipo de Veículo	Distribuição (%)	VMDAc (2026)	Eixos
3CB	Ônibus Trucado Misto	33,33%	10	3
2C	Caminhão Toco (Simples)	16,67%	5	2
3C	Caminhão Trucado	16,67%	5	3
4C	Caminhão Simples (4 eixos)	16,67%	5	4
4CD	Caminhão Duplo Direcional Trucado	16,67%	5	4
TOTAL		100,00%	30	

Fonte: Geomapa (2025).

Considerando a taxa de crescimento e o período de 20 anos, o tráfego total acumulado estimado na faixa de projeto resulta em um volume total de **286.903 veículos comerciais**.

Após a definição dos parâmetros gerais de tráfego e da composição da frota, procedeu-se à determinação das solicitações atuantes no pavimento. Este processo considera não apenas o número de veículos, mas também a magnitude das cargas aplicadas por seus eixos.






Na definição do espectro de carga, deve-se reconhecer que a frota de veículos comerciais não opera em 100% do tempo com sua capacidade máxima e foram adotadas hipóteses de carregamento ponderadas. Estas hipóteses distribuem o tráfego entre viagens realizadas com veículo vazio, com carga parcial (75%), com carga máxima legal (100% CML) e com ligeiro sobrepeso (105% CML), conforme apresentado a seguir:

Tabela 13 – Hipóteses de Carregamento

Hipóteses de Carregamento	Distribuição
Percentual de veículos comerciais com 105% carga máxima legal (105% CML)	10%
Percentual de veículos comerciais com 100% carga máxima legal (100% CML)	40%
Percentual de veículos comerciais com 75% carga máxima legal (75% CML)	10%
Percentual de veículos comerciais sem carga (Vazio)	40%
	100%

Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 14 – Quantidade de repetições por tipo de eixo e carga

Tipo de Eixo	Representação Gráfica	HIPÓTESES DE CARREGAMENTO			TOTAL DE REPETIÇÕES PREVISTAS		EIXOS POR 1000 VEÍCULOS COMERCIAIS	
		Condição	Distribuição	Carga (tf)	Por Tipo de Eixo	Por Carga		
ES	Eixo Simples de Rodagem Simples (ESRS) e Eixo Duplo Direcional (EDD) x 2		105,0% CML	10%	6,30	334.720	33.472	116,67
			100% CML	40%	6,00		133.888	466,67
			75% CML	10%	4,50		33.472	116,67
			Vazio	40%	3,00		133.888	466,67
	Eixo Simples de Rodagem Dupla (ESRD)		105,0% CML	10%	10,50	47.817	4.782	16,67
			100% CML	40%	10,00		19.127	66,67
			75% CML	10%	7,50		4.782	16,67
			Vazio	40%	5,00		19.127	66,67
ETD	Eixo Traseiro Misto (ETM)		105,0% CML	10%	14,18	95.634	9.563	33,33
			100% CML	40%	13,50		38.254	133,33
			75% CML	10%	10,13		9.563	33,33
			Vazio	40%	5,50		38.254	133,33
	Eixo Tandem Duplo (ETD)		105,0% CML	10%	17,85	95.634	9.563	33,33
			100% CML	40%	17,00		38.254	133,33
			75% CML	10%	12,75		9.563	33,33
			Vazio	40%	6,00		38.254	133,33
ETT	Eixo Tandem Triplo (ETT)		105,0% CML	10%	26,78	47.817	4.782	16,67
			100% CML	40%	25,50		19.127	66,67
			75% CML	10%	19,13		4.782	16,67
			Vazio	40%	9,00		19.127	66,67

Fonte: Geomapa (2025).

Definido o espectro de carga, deve-se realizar o cálculo dos Fatores de Equivalência de Carga (FEC). Para pavimentos rígidos, segundo o método da AASHTO, estes fatores convertem as diferentes cargas por eixo em um número equivalente de passagens do eixo padrão (simples de rodagem dupla de 8,2 tf ou 18 kips).

É importante ressaltar que, no método da AASHTO para pavimentos de concreto, os FECs são dependentes da espessura da placa e do nível de serventia final desejado. Para este cálculo, foram adotados os seguintes parâmetros de entrada:

- **Espessura da placa de concreto:** 15,0 cm
- **Índice de Serventia Final:** 2,5

A tabela a seguir detalha os tipos de eixos, suas cargas legais, os FECs calculados para cada cenário de carregamento e, por fim, a determinação do Fator de Veículo (FV) ponderado para cada classe da frota.

Tabela 15 – Determinação do Número N

Tipo de Eixo		Hipóteses de Carregamento							
		Carga (tf)				FC - AASHTO RÍGIDO			
		Vazio	75% CML	100% CML	105,0% CML	Vazio	75% CML	100% CML	105,0% CML
Eixo Simples de Rodagem Simples	ESRS	3,00	4,50	6,00	6,30	0,018	0,095	0,302	0,366
Eixo Simples de Rodagem Dupla	ESRD	5,00	0,00	10,00	10,50	0,145	0,000	2,236	2,791
Eixo Duplo Direcional	EOD	6,00	0,00	12,00	12,60	0,036	0,190	0,604	0,732
Eixo Traseiro Misto	ETM	5,50	0,00	13,50	14,18	0,093	0,000	1,081	1,306
Eixo Tandem Duplo	ETD	6,00	0,00	17,00	17,85	0,046	0,000	2,705	3,310
Eixo Tandem Triplo	ETT	9,00	0,00	25,50	26,78	0,078	0,000	4,519	5,558

Classe (Nomenclatura DNIT)	Tipo de Eixo							Distribuição do tráfego	Hipóteses de Carregamento							
	ESRS	ESRD	EOD	ETM	ETD	ETT	Quan. de Eixos		FV (Individual) - AASHTO				FV (Total) - AASHTO			
	Vazio	75% CML	100% CML	105,0% CML	Vazio	75% CML			100% CML	105,0% CML						
2CB	1	1	0	0	0	0	0,00%	0,163	0,095	0,302	0,366	0,000	0,000	0,000	0,000	
3CB	1	0	0	1	0	0	33,33%	0,051	0,19	0,604	0,732	0,017	0,063	0,201	0,244	
4CB	0	0	1	1	0	0	0,00%	0,069	0,19	2,64	3,468	0,000	0,000	0,000	0,000	
2C	1	1	0	0	0	0	16,67%	0,163	0,095	0,302	0,366	0,027	0,016	0,050	0,061	
3C	1	0	0	0	1	0	16,67%	0,064	0	1,081	1,006	0,011	0,000	0,180	0,218	
4C	1	0	0	0	0	1	16,67%	0,096	0	2,705	3,31	0,016	0,000	0,451	0,552	
4CD	0	0	1	0	1	0	16,67%	0,082	0	3,317	4,037	0,014	0,000	0,558	0,678	
3CD	1	0	0	1	0	0	0,00%	0,051	0,19	0,604	0,732	0,000	0,000	0,000	0,000	
3C2	1	3	0	0	0	0	0,00%	0,453	0,285	0,906	1,098	0,000	0,000	0,000	0,000	
3C3	1	2	0	0	1	0	0,00%	0,354	0,19	1,665	2,038	0,000	0,000	0,000	0,000	
3C2	1	2	0	0	1	0	0,00%	0,354	0,19	1,665	2,038	0,000	0,000	0,000	0,000	
3C3	1	1	0	0	2	0	0,00%	0,255	0,095	2,464	2,978	0,000	0,000	0,000	0,000	
3D4	1	0	0	0	3	0	0,00%	0,156	0	3,243	3,918	0,000	0,000	0,000	0,000	
2S1	1	2	0	0	0	0	0,00%	0,308	0,19	0,604	0,732	0,000	0,000	0,000	0,000	
2S2	1	1	0	0	1	0	0,00%	0,209	0,095	1,383	1,672	0,000	0,000	0,000	0,000	
2S3	1	1	0	0	0	1	0,00%	0,241	0,095	3,007	3,676	0,000	0,000	0,000	0,000	
3S1	1	1	0	0	1	0	0,00%	0,209	0,095	1,383	1,672	0,000	0,000	0,000	0,000	
3S2	1	0	0	0	2	0	0,00%	0,11	0	2,182	2,612	0,000	0,000	0,000	0,000	
3S3	1	0	0	0	1	1	0,00%	0,142	0	3,786	4,616	0,000	0,000	0,000	0,000	
3T4	1	0	0	0	3	0	0,00%	0,156	0	3,243	3,918	0,000	0,000	0,000	0,000	
3U5	1	1	0	0	3	0	0,00%	0,301	0,095	3,545	4,284	0,000	0,000	0,000	0,000	
3T6	1	0	0	0	4	0	0,00%	0,202	0	4,324	5,224	0,000	0,000	0,000	0,000	
3V5	1	0	0	0	2	1	0,00%	0,188	0	4,867	5,922	0,000	0,000	0,000	0,000	
3M6	1	0	0	0	1	2	0,00%	0,22	0	6,491	7,926	0,000	0,000	0,000	0,000	
TOTAL								100,00%	TOTAIS							
									0,085	0,079	1,436	1,747				

Fonte: Geomapa (2025).

Dessa forma, a determinação do Número N (ESALs - Equivalent Single Axle Loads) de projeto é obtida através do produto do Volume Total de Veículos Comerciais (Vt) acumulado na faixa de projeto pelo Fator de Veículo (FV) médio ponderado da frota.

O quadro resumo abaixo apresenta os valores finais obtidos para o dimensionamento do pavimento rígido:

Tabela 16 – Resumo Final

FV AASHTO Rígido	0,791
VOLUME TOTAL DE VEÍCULOS COMERCIAIS (Vt)	286.903
NÚMERO N AASHTO RÍGIDO	2,27E+05

Fonte: Geomapa (2025).

6.3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO DE CONCRETO

O dimensionamento da estrutura do pavimento rígido foi elaborado com base nas diretrizes da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), utilizando o método da PCA (Portland Cement Association - 1984) e verificação pela AASHTO, considerando a vida útil de projeto, as características do subleito e a repetição de cargas do tráfego previsto.

A metodologia verifica a estrutura quanto a dois critérios de falha principais:

1. **Fadiga do concreto:** fissuramento devido às tensões de tração na flexão;
2. **Erosão da fundação:** perda de material do suporte (sub-base/subleito) por bombeamento nas bordas e juntas.

Sobre o subleito regularizado e compactado, está prevista a execução de uma camada de sub-base, que tem por função evitar o bombeamento de finos, uniformizar o suporte da laje de concreto e contribuir para o incremento do módulo de reação do sistema (k).

O dimensionamento considerou o módulo de reação composto (k_combinado) resultante da interação entre o subleito (CBR de Projeto) e a camada de sub-base projetada.

- **Módulo de Reação do Sistema Adotado (k):** 34 MPa/m (conforme análise mecânica).

6.3.1 Concreto - Especificações do Material

O concreto a ser empregado nas placas do pavimento deverá atender aos seguintes parâmetros de resistência mecânica aos 28 dias:

- **Resistência à Tração na Flexão $f_{ctM,k} \geq 4,5$ Mpa**
- **Módulo de Elasticidade (E):** 26.838 MPa (adotado).
- **Controle Tecnológico:** Deverá seguir rigorosamente a NBR 12655, garantindo que a resistência característica não seja inferior à especificada no projeto.

6.3.2 Tráfego de Projeto

O estudo de tráfego, considerando a contagem volumétrica, classificação dos veículos e as taxas de crescimento anual para o horizonte de projeto, resultou no Número N exemplificado anteriormente.

- **Fator de Segurança de Carga (FSC):** 1,1 a 1,2 (conforme sensibilidade adotada no método PCA para vias urbanas).

6.3.3 Análise do Subleito

Para a definição da capacidade de suporte do subleito do pavimento, foi realizada uma campanha de prospecção geotécnica com coleta de amostras e realização de ensaios de Índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR) e expansão. A análise dos dados seguiu rigorosamente os critérios estatísticos normatizados pelo Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo (DER-SP).

Os resultados dos ensaios estão retratados anteriormente. Considerando a execução do tratamento no trecho crítico supracitado, procedeu-se ao cálculo estatístico do CBR de projeto para o dimensionamento da estrutura, garantindo a representatividade do trecho homogêneo.

Considerando o menor valor ensaiado em campo, o CBR de projeto considerado foi de 7,68%

6.3.4 Espessura da Placa de Concreto

Processando-se os dados de entrada (CBR, Tráfego N e Resistência do Concreto) através do roteiro de cálculo da PCA-84/AASHTO, determinou-se a espessura necessária para consumir menos de 100% da vida útil de fadiga e erosão.

- **Espessura Adotada (h): 15,0 cm**
- **Espessura da Base (h): 10cm**

Tabela 17 - Resumo do Dimensionamento AASHTO

MÓDULO DE REAÇÃO DO SISTEMA DE APOIO			
7,68%	CBR / ISC	43,0	Modulo de Reação - $k_{SUBLEITO}$ (MPa/m)
1	Quantidade de Camadas (Sub-Base / Base)		
Granular (BG5)		Material da camada de base	
10,0	Espessura da base (cm)		
48,0	Modulo de Reação - $k_{SUBBASE}$ (MPa/m) - Estimado	0,04804	Modulo de Reação - $k_{SISTEMA DE APOIO}$ (MPa/m) - Adotado
			48,0
DIMENSIONAMENTO PELA AASHTO 86/93			
Para o dimensionamento do pavimento rígido, foi utilizada a metodologia da American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO/1993.			
PARÂMETROS DE PROJETO			
20	Período do Projeto (anos)	Resistência à tração na flexão do concreto - $f_{ct,f}$ (MPa)	4,5
15,00	Espessura da placa de concreto (cm)	Módulo de elasticidade do concreto (MPa)	26.838
48,0	Modulo de Reação - $k_{SISTEMA DE APOIO}$ (MPa/m)	Qualidade do sistema de drenagem	Médio
90,0%	Nível de confiabilidade	<i>1 semana para drenar</i>	
-1,282	Coefficiente da distribuição de Student	Porcetual de tempo em que a estrutura estará exposta a teores de umidade próximos ao de saturação	1 - 5%
0,30	Desvio padrão de cálculo	Coefficiente de drenagem	1,05
4,20	Índice de serventia inicial	Acostamento de concreto / Apoio lateral	Não
2,50	Índice de serventia final	Juntas transversais com barra de transferência	Não
1,70	Índice de serventia final	Coefficiente de transferência de carga	3,8
ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO AASHTO 86/93			
2,27E+05	Número total de solicitações equivalentes do eixo-padrão AASHTO solicitantes	60%	
3,81E+05	Número total de solicitações equivalentes do eixo-padrão AASHTO admissíveis		

Conclusão: Espessura de 15 cm da placa de concreto, SUFICIENTE para atender ao tráfego solicitante previsto

6.3.5 Modulação das Placas (Geometria)

A definição das dimensões das placas de concreto foi realizada visando compatibilizar as tensões oriundas da retração hidráulica e térmica do concreto com a geometria da via. O objetivo é evitar o surgimento de fissuras aleatórias e o empenamento excessivo das placas.

Para a determinação do comprimento máximo admissível das placas (L), foram adotados os dois critérios limites recomendados pela bibliografia técnica (PCA/ABCP), descritos pelas equações abaixo:

O parâmetro l é obtido pela seguinte equação:

$$l = \left(\frac{E \times h^3}{12 \times (1 - \mu^2) \times k} \right)^{0,25}$$

$$J_T < 5,25 \times l$$

Onde:

E: Módulo de Elasticidade do Concreto;

- h: Espessura da placa;
- u: Coeficiente de Poisson do concreto;
- k: Módulo de reação do conjunto de fundação.

Resultados da Análise:

Utilizando os parâmetros de projeto definidos anteriormente, obteve-se os seguintes resultados de rigidez conforme a planilha de cálculo do projeto:

- **Módulo de Elasticidade (E):** 26.838 MPa;
- **Coeficiente de Poisson (u):** 0,24;
- **Módulo de Reação (k):** 34 MPa/m;
- **Espessura da Placa (h):** 15,0 cm;
- **L=0,70m**

Com base no raio de rigidez relativa calculado (l), o método mecanicista define o espaçamento máximo admissível entre juntas (JT) para garantir que as tensões de empenamento térmico não induzam fissuras transversais na placa.

- **Espaçamento Máximo Calculado (JT):** 3,65 m
- **Espaçamento Adotado em Projeto:** 3,0 m
- **Largura das Placas (Transversal):** Variável conforme a geometria da via e largura da pista.

6.3.6 Sistema de Juntas

O pavimento contará com juntas transversais de retração (serradas) e juntas longitudinais (de construção ou serradas), devidamente seladas para impedir a infiltração de água e materiais incompressíveis.

7 PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL

7.1 CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES

As caixas coletoras destinam-se à captação das águas que escoam pelos meios-fios e calçadas. As caixas de captação de águas superficiais são projetadas de tal forma que a areia fique depositada em um compartimento facilitando a limpeza das mesmas, conforme projeto.

Está prevista a substituição das caixas, que deverão ser executadas de acordo com o projeto, no que se refere às dimensões da espessura das paredes e locação das mesmas na plataforma.

Para a execução das caixas deverá ser realizada escavação no local da vala e realizado o reaterro com o material da escavação.

Os materiais empregados na sua execução deverão ser blocos de concreto, assentados sobre piso de concreto simples, com espessura de 10 cm, e rejuntados entre si, com argamassa de cimento e areia média com traço em volume de 1:3 respectivamente, deve ser executada uma cinta de amarração (viga de concreto com barras longitudinais). Os elementos devem ser bem rejuntados para evitar infiltração entre os elementos de ligação provocando erosão e recalques no reaterro e garantir estanqueidade no reservatório de água no sifão.

8 ESTUDO DO TRAÇADO

A elaboração do Projeto Geométrico desenvolveu-se com apoio nos elementos levantados na fase de estudos topográficos e nas Normas para Projetos Geométricos de Estradas de Rodagem, e demais estudos e projetos inter-relacionados.

Com base no levantamento topográfico, foi lançado o eixo da estrada, tentando usar o máximo do eixo existente.

O greide foi projetado de maneira a corrigir alguns pontos críticos, procurando sempre que possível atender aos pontos de cotas obrigatórias, conservando-se ao máximo o existente.

O gabarito proposto no projeto segue o estabelecido em levantamento, no que diz respeito aos alinhamentos frontais das testadas de cada lote, cabendo ao Município de Trombudo Central aprovar os projetos de acordo com o que determina a legislação municipal vigente. Nas seções tipo demonstrativas do projeto é possível visualizar com mais detalhes os elementos a serem implantados como largura de cada pista e outros elementos.

Obs.: A empresa executora deverá solicitar o arquivo digital e o arquivo com as cotas e as referências topográficas para a locação da obra.

9 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Os serviços de pavimentação serão executados obedecendo as fases de serviço descritas a seguir.

9.1 REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA

Consiste no preparo da camada de regularização do subleito que compreendem cortes e/ou aterros até 20 cm de espessura e a compactação da mesma, de modo a conferir condições adequadas em termos geométricos e tecnológicos.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados através da topografia com aparelho de precisão, como: locação, nivelamento e outros.

Deverá ser realizada a regularização do subleito, com energia de compactação normal ou intermediária conforme especificações DNIT 164/2013-ME.

9.1.1 Materiais

Os materiais empregados na regularização do subleito serão os do próprio subleito desde que comprovado o CBR > 6% através do Método DNIT 172/2016-ME. No caso de substituição ou adição de material, estes deverão ser provenientes de ocorrências de materiais indicados no projeto e expansão inferior a 2%.

9.1.2 Equipamento

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida, e poderá compreender basicamente as unidades: Motoniveladora pesada, equipada com escarificador; Caminhão-tanque irrigador; Trator agrícola; Grade de disco; Rolos compactadores compatíveis com o tipo de material empregado e as condições de densificação especificadas, devendo incluir obrigatoriamente rolo liso pneumático autopropulsor com pressão variável.

9.1.3 Execução

Toda vegetação, material orgânico e solos moles deverão ser removidos.

Após a execução de cortes e adição de material necessário para atingir o greide de projeto, proceder-se-á a uma escarificação geral na profundidade de 20 cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento. Não será permitida a execução dos serviços desta especificação em dias de chuva.

O teor de umidade dos materiais utilizados na regularização do subleito, para efeito de compactação, deverá estar situado no intervalo que garanta um ISC mínimo igual ao obtido no ensaio do Método DNIT 172/2016-ME. Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á o umedecimento da camada, se demasiada seca, ou a escarificação e aeração, se excessivamente úmida. Concluída a correção da umidade, a camada será conformada pela ação da motoniveladora e, em seguida, liberada para compactação.

Dever-se-á evitar a liberação da regularização do subleito ao tráfego usuário, em face da possibilidade de o mesmo causar danos ao serviço executado, em especial sob condições climáticas adversas.

9.1.4 Controle Tecnológico

Um ensaio para determinação da massa específica aparente seca *in situ* (Método DNIT 458/2025-ME), pelo método do Frasco de Areia, com espaçamento máximo de 100 m e com, no mínimo, três determinações por segmento.

Um ensaio para a determinação do Índice de Suporte Califórnia (Método DNIT 172/2016-ME), na energia de compactação adotada como referência para o trecho, para cada grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação, segundo a alínea "a", respeitando-se o espaçamento máximo de 500 m de pista.

Ensaio de granulometria, com espaçamento máximo de 500 m, de pista. Este ensaio não servirá para aceitação ou rejeição, porém é de utilidade no controle da homogeneidade dos solos de jazidas e para futuras comprovações e pesquisas.

Um ensaio de compactação com a energia especificada, com amostras coletadas a cada 100 m de pista, podendo o espaçamento ser aumentado, desde que se verifique a homogeneidade do material.

9.2 CAMADA DE BRITA GRADUADA

Para os serviços, deverão ser seguidas as especificações do DNIT 141/2010-ES, no tocante a especificações de materiais, compactação, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados de serviços através de topografia com aparelho de precisão, como por exemplo locação, nivelamento e outros.

9.2.1 Materiais

Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e isentos de material vegetal e impurezas, não apresentando filito, argilito e arenito na composição da rocha e apresentando ainda as seguintes condições:

- a) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, Método DNIT 446/2024, devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:
 - Agregados graúdos.....12%
 - Agregados miúdos.....15%
- b) O Índice de Suporte Califórnia, Método DNIT 172/2016-ME, com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%;
- c) Para N menor que $5 \cdot 10^6$, maior ou igual a 60% e, para N maior que $5 \cdot 10^6$, maior ou igual a 80% sendo a energia de compactação preferencialmente a intermediária e modificada respectivamente;
- d) Granulometria, Método DNIT 412/2025-ME, por via lavada, enquadrada na faixa I.

Peneira		Porcentagem Passando, em Peso			
Série ASTM	Abertura (mm)	I	II	III	IV
2"	50,8	100	100		
1½"	38,1	90 -100	90 -100		
1"	25,4	70 - 95	75 - 90	100	100
3/8"	9,5	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 -100
Nº 4	4,8	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
Nº 10	2,0	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
Nº 40	0,42	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
Nº 200	0,074	2 - 8	5 - 15	5 - 15	5 - 20

9.2.2 Equipamentos

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida e poderá compreender as unidades: carregador frontal, caminhões basculantes, motoniveladora pesada, grade de discos e/ou pulvimisturador, trator agrícola, caminhão tanque irrigador, rolos compactadores liso vibratório e pneumático autopropulsor com pressão variável, central de mistura dotada de unidade dosadora com três silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pugmill", distribuidor de agregados (solos) autopropulsor.

9.2.3 Execução

O produto da mistura deverá sair da "Usina de Solos" perfeitamente homogeneizado, com teor de umidade ligeiramente acima do ótimo, de forma a fazer frente às perdas no decorrer das operações construtivas subsequentes. No transporte, deverão ser tomadas as precauções para que não haja perda ou adição excessiva de umidade.

Não se recomenda a estocagem do material usinado, pelos riscos de segregação inerentes a tal operação.

A mistura usinada deverá ser espalhada com "distribuidor de agregados", capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação. Opcionalmente, mediante autorização da Fiscalização, a distribuição poderá ser procedida pela ação de motoniveladora, sendo que, neste caso, deverão ser estabelecidos critérios de trabalho que não causem a segregação do material e assegurem a qualidade do serviço.

Não se recomenda o espalhamento parcial ou por etapas, quanto à espessura e largura de camada individual. O espalhamento deverá ser feito de modo a se evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto, isto seja necessário, admite-se conformação pela atuação da motoniveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.

O teor de umidade da mistura, por ocasião da compactação, deve estar compreendido no intervalo de -2% a +1% em relação a umidade ótima. Preferencialmente, deve ser iniciada, no ramo seco, com umidade de, no máximo, 1% abaixo da umidade ótima.

Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á ao umedecimento da camada, se demasiadamente seca, ou a escarificação e aeração se

estiver excessivamente úmida. Nesse caso o material deverá ser conformado, pela ação da motoniveladora e, em seguida, liberado para compactação

A compactação da camada será executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável.

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando nos bordos mais baixos e progredindo no sentido do ponto mais alto da seção transversal, exigindo-se que, em cada passada do equipamento, seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa densificada pela passagem anterior.

Eventuais manobras do equipamento de compactação deverão se proceder fora da área de densificação.

Em lugares inacessíveis ao equipamento convencional de compactação, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida será obtida através de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

A operação de acabamento se dará mediante o emprego de motoniveladora atuando exclusivamente em operação de corte. Complementarmente, a camada receberá um número adequado de coberturas através dos rolos compactadores.

Após a verificação e aceitação do segmento, deverá ser lançada a camada posterior. Quando prevista, deverá ser executada a imprimação do segmento, tão logo se constate a evaporação de umidade superficial.

Não se recomenda a abertura do segmento ao tráfego. No entanto, a critério da Fiscalização, e em caráter excepcional, o segmento poderá ser liberado pelo menor espaço de tempo possível, sem prejuízo à qualidade do serviço.

9.2.4 Controle Tecnológico

Anteriormente ao início da primeira execução na obra, ou no caso de se constatar alteração mineralógica (visual) na jazida ou na bancada da pedreira em exploração, ou de ocorrer mudança na fonte de materiais, deverão ser executados os seguintes ensaios:

- Abrasão "Los Angeles" (Método DNIT 451/2024-ME);
 - Durabilidade (Método DNIT 446/2024);
 - Equivalente de Areia (Método DNIT 450/2024-ME).
- a) Deve-se determinar a energia de compactação necessária para obtenção da máxima "MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA";
 - b) Um ensaio de equivalente de areia, Método DNIT 450/2024-ME, a cada 500 m de pista;

- c) Um ensaio de granulometria, Método DNIT 412/2025-ME, por via lavada, a cada 250 m de pista devendo a composição granulométrica da amostra enquadrar-se na "faixa de trabalho". Os serviços serão aceitos se os valores obtidos através estiverem em relação à curva de projeto, dentro dos limites estabelecidos abaixo:

PENEIRA		% PASSANDO, EM PESO
ASTM	mm	
3/8" a 1½"	9,5 a 38,1	± 7
Nº 10 a Nº 4	2,0 a 4,8	± 5
Nº 200 a Nº 40	0,074 a 0,42	± 2

- d) Um ensaio para a determinação da massa específica aparente seca, *in situ*, pelo método do Frasco de Areia, Método DNIT 458/2025-ME, com espaçamento máximo de 100 m e com no mínimo três determinações por segmento. O serviço será aceito se o teor de umidade para a compactação se situar na faixa fixada através da curva ISC x umidade, de forma a se obter valor para o ISC no mínimo igual ao obtido no ensaio do Método DNIT 172/2016-ME e, o grau de compactação, apresente valor de no mínimo 100% em relação a massa específica aparente seca máxima obtida conforme alínea "b".

Notas:

- No caso de paralisação, ou de demora acentuada na execução dos serviços de uma camada de brita graduada, o ensaio de granulometria deverá ser refeito de forma a garantir que, no momento da compactação, o material ainda atenda ao especificado. No caso de não atendimento, a providência a adotar será retirar o material colocado e refazer o serviço com novo material atendendo às exigências da especificação. A remoção do material e o acerto da camada inferior, para reinício do serviço, será com ônus total da Construtora, excetuando-se quando o serviço tiver sido aceito, anteriormente à paralisação;
- Em caso de não atendimento dos itens "c" e/ou "d", a providência a adotar é retirar o material colocado e refazer o serviço com o material que satisfaça a exigência desta especificação. A remoção do material e o acerto da cama inferior, para reinício dos serviços serão com ônus exclusivo da Construtora;

- Em caso de não atendimento aos itens “e” e/ou “f”, a camada deverá ser escarificada e o serviço refeito, com ônus exclusivo da construtora.

9.3 LONA PLÁSTICA 200 MICRAS

Deverá ser instalada lona plástica 200 micras sobre a camada de brita graduada a fim de não permitir a aderência da placa de concreto com a camada. A lona deverá ser instalada em todo a área a ser pavimentada, garantindo sobreposição de, no mínimo, 30 cm das emendas e formas laterais para impedir o escoamento da nata de cimento e a umidade ascendente. Antes da concretagem deverá ser verificada toda a área a fim de confirmar a não existência de furos, rasgos, falta de traspasse e outros, que possam comprometer a impermeabilidade.

9.4 PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO

Pavimento de concreto simples para uso em vias urbanas é o pavimento cuja camada é constituída por placas de concreto de cimento Portland, não armadas (ou eventualmente com armadura sem função estrutural), que desempenham simultaneamente as funções de base e de revestimento.

9.4.1 Formas de Madeira

A execução das formas deverá atender às prescrições da NBR 6118 e das demais normas pertinentes aos materiais empregados (madeira e aço).

As formas e seus escoramentos deverão ter suficiente resistência para que as deformações, devido a ação das cargas atuantes e das variações de temperatura e umidade, sejam desprezíveis. As formas serão construídas corretamente para reproduzir os contornos, as linhas e as dimensões requeridas no projeto estrutural.

Garantir-se-á a estanqueidade das formas, de modo a não permitir as fugas de natas de cimento.

A amarração e o espaçamento das formas deverá ser feito de modo a garantir a estabilidade da caixaria, impedindo deformações. A ferragem será mantida afastada das formas por meio de espaçadores.

As formas deverão ser alocadas anteriormente à execução do pavimento e estarem de acordo com a topografia. Deverão ser assentadas na camada subjacente com base no alinhamento da pista, bem como serem fixadas com ponteiros de aço, no máximo a cada metro, de modo a suportar sem quaisquer deslocamentos os esforços inerentes ao

trabalho. Para o perfeito assentamento as formas ainda devem ser calçadas em toda a sua extensão, não sendo permitidos apoios isolados.

O topo das formas deverá coincidir com a superfície de rolamento prevista, fazendo-se necessária a verificação do alinhamento e do nivelamento, não sendo admitidos desvios altimétricos ou diferenças planialtimétricas.

Deverá, também, ser efetuada verificação do fundo de caixa (no centro da pista) não se admitindo espessura, ao longo de toda a seção transversal, inferior à especificada no projeto.

9.4.2 Tela de Aço Soldada Q138 com Espaçador

Colocação da tela de aço conforme indicado no projeto, nas placas de dimensões irregulares (não retangulares ou não quadradas) e no entorno das caixas de captação, deverá ser implantada uma tela soldada do tipo Q138 a 5 cm da superfície do pavimento e no máximo a 1/3 da parte superior da placa, devendo distar 5 cm de qualquer bordo da placa. Deverão ser usados espaçadores treliçados para garantir a posição correta da tela.

9.4.3 Materiais Constituintes do Concreto

Os tipos de cimento Portland considerados adequados à pavimentação de concreto simples devem seguir as especificações da NBR 16697. Preferencialmente devem ser utilizados cimentos com módulos de finura menores (Blaine), que normalmente são os do tipo CP-II. Os agregados, água, aditivos e aço deverão seguir os requisitos do item 5 da norma do DNIT 047 e o recebimento e armazenamento conforme recomendado nas normas DNIT 050 - EM.

A composição (traço) do concreto destinado à execução de pavimentos rígidos deverá ser determinada por método racional, conforme requisitos especificados nas normas NBR 12655 e NBR 12821, de modo a obter-se com os materiais disponíveis na região uma mistura fresca de trabalhabilidade adequada ao processo construtivo empregado e, simultaneamente, um produto endurecido compacto e durável, de baixa permeabilidade (alta densidade), e que satisfaça às condições de resistência mecânica e acabamento superficial impostas pela especificação, que deve acompanhar o projeto do pavimento.

- Resistência característica à tração na flexão ($f_{ctM,k}$) $\geq 4,5$ MPa aos 28 dias, atendendo-se às referências de controle definidas no projeto. A resistência à

tração na flexão será determinada em corpos de prova prismáticos, conforme procedimentos constantes nas normas NBR 5738 e NBR 12142.

- Poderá ser realizado o controle tecnológico através da resistência característica à compressão axial equivalente (f_{ck}) desde que determinada em ensaio a correlação, utilizando-se os materiais que efetivamente serão aplicados na obra. A resistência à compressão axial será determinada em corpos de prova cilíndricos, moldados e ensaiados conforme os requisitos e procedimentos constantes nas normas NBR 5738 e NBR 5739.
- Relação água / cimento máxima: $A/C \leq 0,50$ l/Kg.
- Abatimento, determinado conforme a norma NBR 7223 utilizando equipamento de pequeno porte (régua ou treliça vibratória): para vias 100% planas S100 (Slump de 100 a 155 mm). Para vias em aclives S50 (Slump de 50 a 95 mm).
- A dimensão máxima característica do agregado no concreto não deverá exceder 1/4 da espessura da placa do pavimento ou 50mm, obedecido o menor valor.
- Teor de argamassa entre 47% e 53%.
- Uso de microfibras: é utilizada para minimizar as fissuras de retração plástica. O contratado deve propor o seu uso em quantidade de acordo com as especificações do fabricante e deve ser aprovado pela fiscalização.
- Uso de macrofibras: é utilizada para minimizar as fissuras de retração plástica e conferir aumento da resistência a tração na flexão. O contratado deve propor o seu uso em quantidade de acordo com as especificações do fabricante e deve ser aprovado pela fiscalização.

9.4.4 Equipamentos para Execução

Para a execução do pavimento rígido deverá ser utilizado equipamento compatível com as características da obra e necessidade de produtividade para a situação em questão. Esses equipamentos estão descritos e especificados na norma DNIT 047/2004 - ES e podem ser do tipo régua, treliça ou rolo vibratório. Serão aceitos equipamentos de maior porte (formas-trilho e/ou pavimentadoras de formas deslizantes) desde que aplicáveis à obra. Neste caso, para outros equipamentos, devem ser seguidas as normativas específicas, DNIT 048 - ES (Execução de pavimento rígido com equipamento

de forma-trilho) e DNIT 049 – ES (Execução de pavimento rígido com equipamento de forma deslizante).

Além do equipamento principal de espalhamento do concreto, a contratada fará uso dos seguintes equipamentos complementares para a correta execução do pavimento:

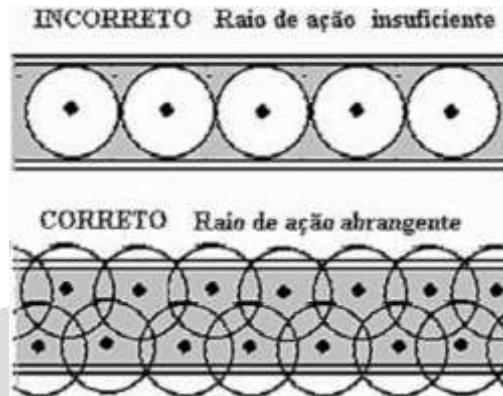
- Formas de madeira de contenção lateral do concreto em quantidade suficiente para 2 dias de produção;
- Bomba de pulverização costal manual (mínimo duas);
- Plataforma de apoio ou ponte de serviço: Necessária para eventuais acabamentos do concreto após a passagem do equipamento de espalhamento. Normalmente fabrica-se este equipamento na obra, prevendo-se possíveis mudanças de larguras;
- Serras de disco diamantado, autopropelidas (corta e anda) em quantidade suficiente para atendimento à demanda de cortes (mínimo duas);
- Sistema de iluminação auxiliar. Dependendo do planejamento da obra, grande parte dos cortes das juntas pode vir a ser executado a noite gerando a necessidade de mobilização de um sistema de iluminação eficiente na frente de trabalho;
- Lona plástica, para em caso de chuva proteger-se o concreto fresco em fase de pega;
- Desempenadeira metálica de cabo longo - Float manual (mínimo dois);
- Elementos para texturização: Vassoura de piaçava ou pente metálico;
- Rodo de corte de secção retangular (mínimo 3m) de cabo longo;
- Régua de alumínio de comprimento $\geq 3\text{m}$ com secção retangular, para aferição do nivelamento da superfície acabada (mínimo três);
- Ferramentas manuais de pedreiro e armador (pás, enxadas, turquesas, etc) em quantidade suficiente para o bom andamento da obra;
- Vibradores de imersão (motor a gasolina), diâmetro $> 50\text{mm}$ (mínimo dois).

9.4.5 Adensamento e Conformação do Concreto

O equipamento para execução do pavimento de concreto será, preferencialmente, de pequeno porte do tipo régua, treliça ou rolo vibratório.

Além do adensamento superficial realizado pelos equipamentos vibratórios deverá ser realizado adensamento complementar com vibradores de imersão em toda a largura

concretada, respeitando-se o raio de vibração do equipamento. Atentar para a sobreposição dos pontos de adensamento, conforme figura abaixo.



A verificação da regularidade longitudinal da superfície deverá ser feita por meio de uma régua de alumínio com mais de 3m de comprimento. Qualquer variação na superfície, superior a 5 mm, seja uma depressão ou uma saliência, deverá ser corrigida de imediato.

Eventualmente, caso as características da via permitam, podem ser utilizados equipamentos com maior produtividade (formas-trilho ou pavimentadoras de formas deslizantes), adequando-se, neste caso, às condições de execução e canteiro.

9.4.6 Acabamento e Texturização do Concreto

O acabamento final do concreto deverá ser realizado, primeiramente, por meio da utilização do rodo de corte (para retirada de irregularidades na superfície) e, na sequência com a utilização do float manual (desempenadeira de cabo longo) para o desempenho final do pavimento. Estes serviços devem ser executados imediatamente após o adensamento do concreto.

Logo a seguir, deve-se proceder com a texturização do pavimento, que deve estar de acordo com os parâmetros definidos em projeto e validados pelo Município (quando solicitado pela fiscalização). Para tanto deve-se fazer uso de vassouras de fios de nylon, vassouras de piaçava ou pentes metálicos que provocarão ranhuras na superfície das placas.

A vassoura ou o pente metálico podem ser passados na direção transversal ou longitudinal à faixa concretada, de forma homogênea e constante, afim de obter ranhuras contínuas, uniformes e alinhadas ao longo do pavimento como um todo. As ranhuras

devem ser leves para não comprometer o acabamento final do pavimento e evitar geração acentuada de ruídos.

9.4.7 Cura do Concreto

Deve ser empregada a cura química, com produto a base PVA, polipropileno ou parafina, com pigmentação branca (clara), que obedeça aos requisitos descritos na norma ASTM-C 309. O produto deve ser aplicado em toda a superfície do pavimento na razão de 0,35 l/m² a 0,50 l/m² (conforme indicação do fabricante) visando a formação de película plástica, cujo objetivo é impedir a perda de água de amassamento do concreto para o ambiente. Este serviço deve ser executado por meio de aspersão imediatamente após a execução da texturização na superfície do pavimento de concreto. Como o período total de cura será de 7 dias, recomenda-se a não circulação de qualquer tráfego sobre o pavimento recém executado.

Caso as condições climáticas apresentem-se muito exacerbadas, calor ou frio em demasiado e/ou muito vento, deve-se proceder com cura úmida adicional neste período de 7 dias, espalhando-se mantas de geotêxtil umidificadas sobre o pavimento recém executado.

9.4.8 Desmoldagem

As formas só poderão ser retiradas decorridas ao menos 12 horas da finalização da concretagem (atentar para as especificações do concreto) e, desde que o concreto possa suportar sem nenhum dano a operação de desmoldagem. Durante a desmoldagem deverão ser tomados os cuidados necessários para evitar o esborcinamento nos cantos das placas.

Recomenda-se que as faces laterais das placas, ao serem expostas pela remoção das formas, sejam imediatamente protegidas por processo que lhes proporcione condições de cura análogas às da superfície do pavimento.

9.4.9 Juntas de Retração

A locação das seções onde serão executadas as juntas deverá ser feita por medidas topográficas, devendo ser determinadas as posições futuras por pontos fixos estabelecidos nas duas margens da pista ou, ainda, sobre as formas estacionárias. Deve-se estabelecer um Plano de Corte no qual se determine o momento adequado e a ordem

de abertura das juntas transversais, que devem ser trabalhadas de modo a aliviar as tensões no pano concretado. Em síntese, deve-se adotar uma estratégia de corte na qual os panos venham sendo reduzidos, aliviando assim as tensões incidentes.

As juntas deverão obedecer a paginação do projeto e serem serradas no primeiro momento possível após o final de pega do concreto, momento no qual o concreto jovem já se encontra endurecido e é possível apoiar o equipamento de corte sem provocar depressões no concreto. Esse momento específico vai depender das condições climáticas, do concreto e diversos outros aspectos, mas, na grande maioria dos casos ele se dá por volta de 6-10h após a concretagem. A profundidade do corte será de 1/3 da espessura da placa e sua largura será de 3 mm. Estas juntas não precisam ser preenchidas com material selante. Somente em casos extremos, nos quais o projeto especificar armaduras de transferência de carga esse procedimento será necessário e, neste caso, atendidas as recomendações especificadas. Ao fim de cada jornada de trabalho, ou sempre que a concretagem tiver de ser interrompida por mais de 30 minutos, deverá ser executada uma junta de construção cuja posição deve coincidir com a de uma junta transversal indicada no projeto.

9.4.10 Juntas de Expansão

São utilizados em encontro com OAEs e outras estruturas de concreto. Confeccionado com POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) de espessura de 5 mm. Será inserido posteriormente material selante nesta junta. O objetivo da selagem de juntas é minimizar a infiltração de água superficial e prevenir a entrada de material incompressível em camadas do pavimento. Selantes a frio (silicones) devido a suas propriedades, são altamente indicados para a selagem de juntas de pavimentos, dado sua alta resistência às intempéries, sua elasticidade e recuperação de forma, e seu baixo módulo de deformação. A expectativa de vida é de aproximadamente 10 anos conforme garantia de fabricantes.

9.4.11 Controle de Qualidade e Ensaios

A empresa vencedora da licitação deverá apontar laboratório que irá realizar os ensaios e controle de qualidade para a prefeitura que terá poder de veto caso este laboratório não apresente os requisitos técnicos necessários.

9.4.11.1 Determinação do Abatimento do Concreto

Deverá ser feita segundo a norma NBR 7223, em amostra coletada de cada amassada (ou betonada), antes da aplicação em obra.

9.4.11.2 Controle Geométrico

Durante a execução de cada trecho de pavimento definido para inspeção, procedese à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, de 20m em 20m ao longo do eixo, para verificar se a largura e a espessura do pavimento estão de acordo com o projeto.

Para a verificação da espessura, esta relocação e nivelamento deverão ser feitos nos mesmos pontos, tanto no topo da sub-base (antes da execução do pavimento de concreto), como no topo do pavimento de concreto (após a sua execução).

O trecho de pavimento será aceito quando:

- A variação na largura das placas for inferior a $\pm 5\%$ em relação às especificadas em projeto.
- A espessura mínima verificada for \geq àquela definida em projeto. **Não serão aceitas placas com espessura inferior à especificada.**

9.4.11.3 Controle do Acabamento Superficial

Após a conclusão de cada trecho, antes da liberação ao tráfego, este deverá ser avaliado quanto ao conforto e à suavidade ao rolamento de acordo com a especificidade e velocidade limite da via, e conforme a norma DNIT 063 - PRO (Pavimento de Concreto - Avaliação Subjetiva).

O laudo desta avaliação deverá atribuir ao trecho inspecionado um conceito sobre a condição geral da estrutura e do comportamento da pavimentação, avaliando os aspectos de integridade, capacidade e regularidade superficial, resistência à derrapagem, potencial de hidroplanagem e outros. Este conceito será dado por uma nota entre 0 e 100, sendo aprovados quanto a estes aspectos somente os trechos que apresentarem nota igual ou superior a 40.

Caso o trecho não seja aceito, a superfície do pavimento deverá ser reparada e, caso isto não seja possível, os trechos considerados com acabamento ruim deverão ser demolidos e refeitos.

9.4.11.4 Determinação da Resistência do Concreto

Na inspeção do concreto deverá ser determinada a resistência à tração na flexão na idade de controle fixada no projeto, ou então a resistência à compressão axial, desde que tenha sido estabelecida através de ensaios, para o concreto em questão, uma correlação confiável entre a resistência à tração na flexão e a resistência à compressão axial.

9.4.11.5 Moldagem dos Corpos-de-prova

A cada trecho de no máximo 2.500m² de pavimento, definido para inspeção, deverão ser moldados aleatoriamente e de amassadas diferentes, no mínimo, 6 exemplares de corpos de prova sendo cada exemplar constituído por, no mínimo, 2 corpos de prova prismáticos ou cilíndricos de uma mesma amassada, cujas dimensões, preparo e cura deverão estar de acordo com a norma NBR 5738. Na identificação dos corpos de prova deverá constar a data da moldagem, a classe do concreto e outras informações julgadas necessárias.

9.4.11.6 Ensaios

Os corpos de prova deverão ser ensaiados na idade de controle fixada no projeto, sendo a resistência à tração na flexão determinada nos corpos de prova prismáticos conforme a norma NBR 12142, e a resistência à compressão axial nos corpos de prova cilíndricos de acordo com a norma NBR 5739.

Dos 2 resultados obtidos será escolhido o de maior valor, que será considerado como sendo a resistência do exemplar.

9.4.11.7 Determinação da Resistência Característica

A resistência característica estimada do concreto do trecho inspecionado à tração na flexão ou à compressão axial será determinada a partir das expressões:

$$f_{ctmk,est} = f_{ctm28} - K_s \text{ ou } f_{ck,est} = f_{c28} - K_s$$

Onde:

$f_{ctmk,est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à tração na flexão;

f_{ctm28} = resistência média do concreto à tração na flexão, na idade de 28 dias;

$f_{ck, est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão axial;

f_{c28} = resistência média do concreto à compressão axial, na idade de 28 dias;

s = desvio padrão dos resultados;

k = coeficiente de distribuição de Student;

n = número de exemplares.

O valor do coeficiente k é função da quantidade de exemplares do lote, sendo obtido na Tabela abaixo.

n	6	7	8	9	10	12	15	18	20	25	30	32	> 32
k	0,92 0	0,90 6	0,89 6	0,88 9	0,88 3	0,87 6	0,86 8	0,86 3	0,86 1	0,85 7	0,85 4	0,84 2	0,84 2

9.4.11.8 Aceitação Automática

O pavimento será aceito automaticamente quanto à resistência do concreto, quando se obtiver uma das seguintes condições:

$$f_{ctM, est} \geq f_{ctM,k}$$

ou

$$f_{ck, est} \geq f_{ck}$$

9.4.11.9 Verificações Suplementares

Quando não houver aceitação automática deverão ser extraídos no trecho, em pontos uniformemente espaçados, no mínimo, 6 corpos de prova cilíndricos de 15 cm de diâmetro, segundo a norma NBR 7680, ou corpos de prova prismáticos, conforme a norma ASTM-C 42, os quais serão ensaiados respectivamente à compressão axial (norma NBR 5739) e à tração na flexão (norma NBR 12142). Estes corpos de prova devem ser extraídos das placas que apresentarem as menores resistências no resultado do controle.

Com os resultados obtidos nestes corpos de prova será determinada a resistência característica pela fórmula $f_{ctM, est} = f_{ctM28} - K_s$ ou $f_{ck, est} = f_{c28} - K_s$. O trecho será aceito se for atendida a condição $f_{ctM, est} \geq f_{ctM,k}$ ou $f_{ck, est} \geq f_{ck}$. Caso esta condição não seja atendida deverá ser feita revisão do projeto, adotando para a resistência do concreto do trecho a resistência característica estimada e a espessura média determinada no controle geométrico.

Se o trecho ainda não for aceito deverá ser adotada, de acordo com o parecer da Fiscalização e sem ônus para o Contratante, uma das seguintes decisões:

- Aproveitamento do pavimento, com restrições ao carregamento ou ao uso.
- Reforço do pavimento.
- Demolição e reconstrução pavimento.

9.4.12 Controle de Trafegabilidade e Sequência Executiva

Deverá ser traçado um plano de execução entre a prefeitura e o contratante relativo as faixas de concretagem de modo a permitir o trânsito nas áreas não pavimentadas ou impedimento completo do tráfego.

A contratada é responsável pelo controle de trafegabilidade (pedestres, automóveis e outros) sobre o pavimento a ser executado e sobre o pavimento já executado.

A liberação do tráfego sobre pavimento já executado acontecerá somente quando o concreto atingir 80% da resistência de projeto. Esta informação deverá ser fornecida pela empresa contratada para fornecimento do concreto e tal informação deverá ser devidamente documentada. Este prazo não poderá ser inferior a 7 dias período no qual o concreto ainda se encontra em período de cura.

9.4.13 Limpeza e Acabamento Final

Deverá ser efetuada a completa limpeza da pista antes de sua liberação por completo ao tráfego, buscando eliminar quaisquer detritos que venham a atrapalhar sua utilização. A obra deve ser liberada apenas após a completa execução dos serviços de sinalização horizontal.

9.4.14 Aceite da Obra

A contratante através do seu corpo técnico irá analisar todos os relatórios de controle de qualidade e ensaios para aceite da obra.

A obra será considerada aceita e entregue somente após entrega do relatório final comprovando estarem cumpridos todos os requisitos do controle de qualidade baseados nos ensaios realizados.

A contratante reserva-se o direito de não aceitar a obra caso os resultados não estejam de acordo com os critérios normativos estabelecidos, bem como pode pedir a realização de novos ensaios tantos quantos forem necessários para essa avaliação. A

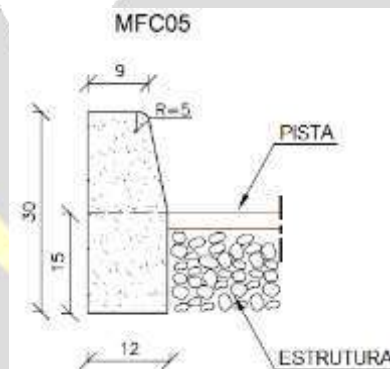
contratante terá amplo e irrestrito acesso às informações relativas aos serviços e materiais descritos neste documento.

10 MEIO-FIO

Os meios-fios são dispositivos posicionados ao longo do pavimento, e mais elevado que este, com duplo objetivo: limitar a área destinada ao trânsito de veículos e conduzir as águas precipitadas sobre o pavimento e passeios para outros dispositivos de drenagem.

Os meios-fios de concreto tipo 5, serão posicionados ao longo do pavimento e mais elevado que este, com duplo objetivo: limitar a área destinada ao trânsito de veículos e conduzir as águas precipitadas sobre o pavimento para outros dispositivos de drenagem. Quando a pavimentação da pista for de material intertravado, o meio-fio tipo 5 também terá o objetivo de servir de travamento para tal pavimento.

Figura 6 – Meio-fio tipo 5



Fonte: DNIT (2010).

11 SINALIZAÇÃO VIÁRIA

11.1 PINTURA DE FAIXA DE CONTRASTE

Antes da pintura das faixas de sinalização viária deverá ser realizada a pintura de contraste na cor preta com uma largura total de 20cm, sendo 10cm de cada lado da faixa de sinalização. A especificação dos materiais e execução segue as mesmas da pintura das faixas de sinalização, porém sem a aplicação da microesfera de vidro.

11.2 PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS

Na sinalização horizontal deverão ser usados os materiais (tinta e microesfera de vidro), especificadas de acordo com as Normas Técnicas.

A largura das faixas deve ser de 10 cm para o eixo e 10 cm para as bordas.

A espessura é de 0,06 mm úmida.

A tinta aplicada, após a secagem física total, deve apresentar plasticidade e características de adesividade à microesfera de vidro e ao pavimento, produzir película seca, fosca de aspecto uniforme, sem apresentar fissuras, gretas ou descascamento durante o período de vida útil.

Os termos técnicos utilizados na Tinta de Sinalização Rodoviária estão definidos na NBR 11862.

- a) A tinta deve ser fornecida para uso em superfície betuminosa;
- b) A tinta, logo após abertura do recipiente, não deve apresentar sedimentos, natas e grumos;
- c) A tinta deve estar apta a ser aplicada nas seguintes condições: temperatura do ar entre 15 e 35 °C / temperatura do pavimento não superior a 40 °C e umidade relativa do ar até 90%;
- d) A tinta deve ter condições para ser aplicada por máquinas apropriadas e ter a consistência especificada, sem ser necessária a adição de outro aditivo qualquer. Pode ser adicionado no máximo 5% de solvente em volume de tinta, compatível com a mesma para acerto de viscosidade;
- e) A tinta, quando aplicada na quantidade especificada, deve recobrir perfeitamente o pavimento e permitir a liberação ao tráfego no período máximo de tempo de 30 minutos;

- f) A tinta deve manter integralmente a sua coesão e cor após aplicação no pavimento;
- g) A tinta, quando aplicada sobre a superfície betuminosa, não deve apresentar sangria nem exercer qualquer ação que danifique o pavimento;
- h) A tinta pode ser fornecida na cor Branca N 9,5 e/ou amarela 10 YR 7,5/14, respeitando os padrões e tolerâncias do código de cores *Munsell*.

Trombudo Central (SC), 19 de janeiro de 2026.

JUAN PERES DE OLIVEIRA:04452657958

Assinado de forma digital por JUAN PERES DE OLIVEIRA:04452657958
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=83797191000191, ou=PRESENCIAL, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=EM BRANCO, ou=AC Instituto Fenacon RFB, cn=JUAN PERES DE OLIVEIRA:04452657958
Dados: 2026.01.28 15:32:59 -03'00'

Juan Peres de Oliveira
Eng. Civil – CREA/SC 155.753-9
Coordenador Geral de Projetos

GABRIELA SKOWASCH BOSSE:04364730971

Assinado de forma digital por GABRIELA SKOWASCH BOSSE:04364730971
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=19109359000120, ou=PRESENCIAL, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=EM BRANCO, ou=AC Instituto Fenacon RFB, cn=GABRIELA SKOWASCH BOSSE:04364730971
Dados: 2026.01.28 15:49:01 -03'00'

Gabriela Skowasch Bosse
Eng. Civil – CREA/SC 178.970-0
Chefe de Equipe

SIDNEI BOSSE:5863195900

Assinado de forma digital por SIDNEI BOSSE:5863195900
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=19109359000120, ou=PRESENCIAL, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=EM BRANCO, ou=AC Instituto Fenacon RFB, cn=SIDNEI BOSSE:5863195900
Dados: 2026.01.28 15:49:17 -03'00'

Sidnei Bosse
Eng. Agrim. – CREA/SC 030.984-9
Membro de Equipe

ANTONIO CARLOS DE OLIVEIRA:60116633972

Assinado de forma digital por ANTONIO CARLOS DE OLIVEIRA:60116633972
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=83797191000191, ou=PRESENCIAL, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=EM BRANCO, ou=AC Instituto Fenacon RFB, cn=ANTONIO CARLOS DE OLIVEIRA:60116633972
Dados: 2026.01.28 15:48:51 -03'00'

Antônio Carlos de Oliveira
Eng. Agrim – CREA/SC 032.895.5
Membro de Equipe

PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO

MEMORIAL DESCRITIVO E ORÇAMENTO

Local:

Rua Joinville

Trombudo Central/SC

Janeiro / 2026

SUMÁRIO

1	LOCALIZAÇÃO	4
2	INFORMATIVO DO PROJETO	5
3	SERVIÇOS PRELIMINARES	5
3.1	PLACA DE OBRA.....	5
3.2	PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS	7
3.3	LOCAÇÕES DE OBRA	7
3.4	ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA	7
3.5	REMOÇÃO E TRANSPORTE.....	7
3.6	REALOCAÇÃO DE POSTES.....	8
4	PROJETO DE TERRAPLANAGEM	8
4.1	CORTES.....	9
4.1.1	Generalidades	9
4.1.2	Equipamentos	9
4.1.3	Execução	9
4.1.4	Controle	10
4.2	ATERROS	10
4.2.1	Generalidades	10
4.2.2	Materiais	10
4.2.3	Equipamentos	11
4.2.4	Execução	11
4.3	VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO	12
5	ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO	12
5.1	GRANULOMETRIA.....	12
5.2	LIMITE DE LIQUIDEZ (LL).....	13
5.3	ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP)	13
5.4	ÍNDICE DE GRUPO (IG).....	13
5.5	ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC OU CBR)	14
5.6	EXPANSÃO (%)	14
5.7	RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DA EXECUÇÃO DA SONDAÇÃO	15
5.8	RESULTADOS DOS ENSAIOS	16
6	ESTUDO DE TRÁFEGO	34

6.1	OS EIXOS	34
6.2	PARÂMETROS GERAIS DE TRÁFEGO	35
6.3	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO DE CONCRETO	39
6.3.1	Concreto - Especificações do Material.....	39
6.3.2	Tráfego de Projeto	40
6.3.3	Análise do Subleito.....	40
6.3.4	Espessura da Placa de Concreto.....	41
6.3.5	Modulação das Placas (Geometria).....	42
6.3.6	Sistema de Juntas	43
6.3.7	Barras de Ligação (Juntas Longitudinais)	43
6.3.8	Selagem de Juntas	44
7	PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL.....	45
7.1	CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES.....	45
8	ESTUDO DO TRAÇADO	45
9	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	46
9.1	REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA	46
9.1.1	Materiais	46
9.1.2	Equipamento	46
9.1.3	Execução.....	46
9.1.4	Controle Tecnológico	47
9.2	CAMADA DE BRITA GRADUADA	47
9.2.1	Materiais	48
9.2.2	Equipamentos	48
9.2.3	Execução.....	49
9.2.4	Controle Tecnológico	50
9.3	LONA PLÁSTICA 200 MICRAS	52
9.4	PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO	52
9.4.1	Formas de Madeira	52
9.4.2	Tela de Aço Soldada Q138 com Espaçador	53
9.4.3	Materiais Constituintes do Concreto	53
9.4.4	Equipamentos para Execução	54
9.4.5	Adensamento e Conformação do Concreto.....	55
9.4.6	Acabamento e Texturização do Concreto	56

9.4.7	Cura do Concreto.....	57
9.4.8	Desmoldagem	57
9.4.9	Juntas de Retração	57
9.4.10	Juntas de Expansão	58
9.4.11	Controle de Qualidade e Ensaios	58
9.4.12	Controle de Trafegabilidade e Sequência Executiva.....	62
9.4.13	Limpeza e Acabamento Final.....	62
9.4.14	Aceite da Obra	62
10	MEIO-FIO	62
11	SINALIZAÇÃO VIÁRIA	63
11.1	PINTURA DE FAIXA DE CONTRASTE	63
11.2	PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS	63

1 LOCALIZAÇÃO

Figura 1 – Localização do município de Trombudo Central



Fonte: Wikipedia (2025).

Figura 2 – Localização da via



Fonte: Modificado de Google Earth (2025).

2 INFORMATIVO DO PROJETO

Em busca de garantir aos moradores do município melhores condições de tráfego local, a atual administração tem se preocupado em realizar a pavimentação das ruas residenciais desta localidade. Para este projeto em questão ficou definida a realização de um trecho com extensão de 621,02 metros, com largura total de 7,60 e 6,60 metros, composta por uma pista simples de concreto, sendo que cada faixa de rolamento tem largura de 3,80 e 3,30 metros, conforme indicado em projeto.

3 SERVIÇOS PRELIMINARES

3.1 PLACA DE OBRA

As placas deverão ser confeccionadas em chapas planas, metálicas, galvanizadas, ou de madeira compensada impermeabilizada, em material resistente às intempéries. As informações deverão estar em material plástico (poliestireno), para fixação ou adesivação nas placas. Quando isso não for possível, as informações deverão ser pintadas a óleo ou esmalte. Dá-se preferência ao material plástico, pela sua durabilidade e qualidade. As placas deverão ser afixadas em local visível, preferencialmente no acesso principal do empreendimento ou voltadas para a via que favoreça a melhor visualização. Recomenda-se que as placas sejam mantidas em bom estado de conservação, inclusive quanto à integridade do padrão das cores, durante todo o período de execução das obras.

Figura 3 – Placa de obra padrão do Governo Federal



Área total:

Proporção de 10x X 5x ou Largura - Altura x 2.

Área Conceito (A):

- Tamanho: 4x de largura por 3x altura.
- Cor de fundo: azul - Pantone 2935C
- Fonte: Rawline ExtraBold.
- Espaçamento entre letras é 0.
- Alinhamento do texto à esquerda, com margens de 1/4x.
- Cor da fonte: branca e amarela - Pantone 109C.

Área do nome e informações da obra (A):

- Tamanho: 6x de largura por 2,75x altura.
- Cor de fundo: Branco.
- Fonte: Rawline Bold.
- Espaçamento entre letras é 0.
- Cor da fonte: Pantone 2935C.

Área de informações da obra (A):

- Tamanho: 6x de largura por 2,75x de altura.
- Cor de fundo: Branco.
- Fonte: Rawline Bold, caixa-alta.
- Cor da fonte: Preta.

Espaço entrelinhas:

1 vez o tamanho do corpo da letra.
 Exemplo: corpo 60/60.

Área Logo Programa (B):

- Tamanho: 4x de largura por 1x de altura x.
- Cor de fundo: Preto 10%.

Área das assinaturas (C):

- Tamanho: 10x de largura por 1x de altura x.
- Cor de fundo: branca.
- Altura marca Brasil deve ser 1/2x e as demais 1/4X.
- O conjunto de marcas deve ficar centralizado, tanto na horizontal quanto na vertical, neste espaço.

A denominação "Ministério do(a)" ou "Secretaria do(a)" deve estar em Rawline Semibold e o nome do ministério ou da secretaria deve estar em Rawline Black, espaçamento entre letras é -40.

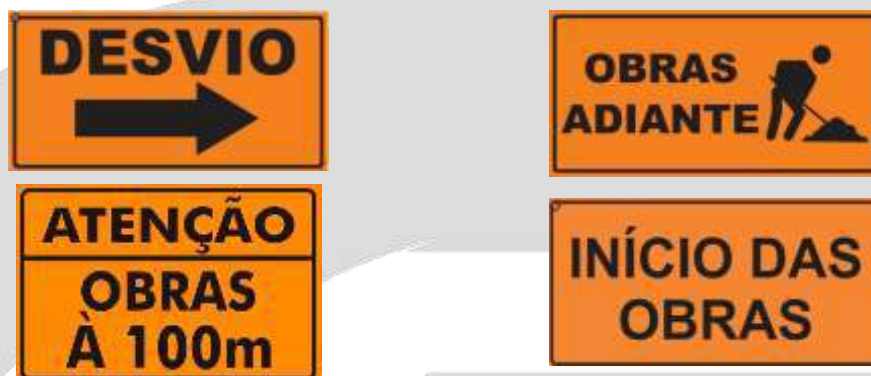
Fonte: Governo Federal (2025).

3.2 PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS

Enquanto durar a execução das obras, instalações e serviços, a colocação e manutenção de placas visíveis e legíveis serão obrigatórias.

A placa deverá ser colocada em local visível, preferencialmente a 100 m do início das obras, nos dois sentidos voltada para a via que favoreça a melhor visualização, e as especificações desta serão conforme detalhe abaixo.

Figura 4 – Placa em chapa de aço galvanizado com resistência a intempéries.
Dimensões: 1,00 x 0,50 m



3.3 LOCAÇÕES DE OBRA

A metodologia adotada para locação topográfica da obra será com o uso de aparelho topográfico, sendo demarcados os pontos de locação do eixo da via a ser pavimentada, com implantação de piquetes, com espaçamento máximo de 20 metros, nivelamento e contranivelamento do eixo locado e nivelamento das seções transversais.

Para o nivelamento da drenagem pluvial deverá ser seguido o projeto de drenagem pluvial, observando a cota de fundo de vala no perfil longitudinal traçado.

3.4 ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA

Para abrigo provisório da obra foi previsto o aluguel de um container para escritório, almoxarifado e sanitários.

3.5 REMOÇÃO E TRANSPORTE

Antes do início dos serviços deverão ser considerados aspectos importantes como: a natureza da estrutura, os métodos utilizados para construção e as condições do entorno onde será realizada a remoção.

As remoções deverão ser efetuadas dentro da técnica, tomando os devidos cuidados de forma a se evitarem danos a terceiros.

Caso necessite, a remoção de eventuais edificações, muros e afins, o transporte de todo o entulho e detritos provenientes desta, serão de responsabilidade do Município, não cabendo a inclusão de tais serviços na planilha orçamentária.

3.6 REALOCAÇÃO DE POSTES

Caso seja necessário a realocação de postes, a mesma estará demonstrada no projeto geométrico, cabendo ao engenheiro fiscal do município avaliar *in loco* a necessidade de eventuais alterações, devendo comunicar aos técnicos projetistas as devidas alterações necessárias para adequações do projeto, caso houver.

A realocação de postes deverá ser solicitada pelo Município junto à concessionária de energia com antecedência para que não prejudique o cronograma da obra.

4 PROJETO DE TERRAPLANAGEM

O Projeto de Terraplanagem tem por objetivo a definição das seções transversais em corte e aterro, a determinação, a localização e distribuição dos volumes dos materiais.

Em função das características próprias do Projeto, o greide lançado no Projeto Geométrico procurou adequá-lo à situação existente. Desta forma, será realizada a escavação ou o aterro para a execução das camadas constituintes do pavimento, seguida da regularização e compactação.

Nota: A apresentação do licenciamento ambiental das áreas de bota-fora e jazida de empréstimo será de responsabilidade do Município.

Com a realização do serviço de escavação, havendo aparecimento de solo considerado inservível a empresa executora da obra deverá comunicar imediatamente o Engenheiro Fiscal e Autor do Projeto para readequação dos serviços a serem realizados, devendo ser prevista a retirada do material inservível e substituído por material com compactação a 100% do Proctor Normal.

Para efeitos desta Norma são adotadas as seguintes definições:

- Material de 1ª categoria – compreende os solos em geral, residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 15 cm, qualquer que seja o teor de umidade apresentado;
- Material de 2ª categoria - compreende os de resistência ao desmonte mecânico inferior a rocha não alterada, cuja extração se processe por combinação de métodos que obriguem a utilização do maior equipamento de escarificação exigido contratualmente. A extração eventualmente poderá

envolver o uso de explosivos ou processo manual adequado. Incluídos nesta classificação os blocos de rocha, de volume inferior a 2 m³ e os matacões ou pedras de diâmetro médio entre 15 cm e 1 m;

- Material de 3ª categoria – compreende os de resistência ao desmonte mecânico equivalente à rocha não alterada e blocos de rocha, com diâmetro médio superior a 1 m, ou de volume igual a 2 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento se processem com o emprego contínuo de explosivos.

4.1 CORTES

4.1.1 Generalidades

Cortes são segmentos cuja implantação requer escavação do material constituinte do terreno natural ao longo do eixo, e no interior dos limites das seções do projeto.

As operações de corte compreendem:

- Escavação e carga dos materiais constituintes do terreno natural até o greide de terraplanagem indicado no projeto;
- Transporte e descarga dos materiais escavados para aterros ou bota-foras. Para o orçamento determinou-se DMT de acordo com especificações em planilha orçamentária e o empolamento para o transporte de material de 1ª categoria foi de 25%.

4.1.2 Equipamentos

A escavação dos cortes será executada mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

4.1.3 Execução

O desenvolvimento da escavação se processará mediante a previsão da utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Assim, apenas serão utilizados para constituição dos aterros, os materiais que pela classificação e caracterização efetuada nos cortes, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros, em conformidade com o projeto.

Quando no nível da plataforma dos cortes for verificada a ocorrência de rocha, sã ou em decomposição, ou de solos de expansão maior que 2%, baixa capacidade de

suporte (CBR < 4%) ou solos orgânicos, a empresa executora da obra deverá comunicar o Engenheiro Fiscal e Autor do Projeto para readequação dos serviços a serem realizados.

Os taludes de corte deverão apresentar, após a operação de terraplanagem, a inclinação indicada no projeto.

4.1.4 Controle

O acabamento da plataforma de corte será procedido mecanicamente, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitindo as seguintes tolerâncias:

- Variação de altura máxima de mais ou menos 10 cm;
- Variação máxima de largura de mais 20 cm para cada plataforma, não se admitindo a variação para menos.

4.2 ATERROS

4.2.1 Generalidades

As operações de aterro compreendem descarga, espalhamento, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, e compactação dos materiais destinados a:

- Construção da camada final do aterro até a cota correspondente ao greide da terraplanagem;
- Substituição eventual dos materiais de qualidade inferior previamente retirados, a fim de melhorar as fundações dos aterros e/ou cortes.

4.2.2 Materiais

Os materiais para os aterros provirão de cortes existentes, desde que estes apresentem boa qualidade. A substituição desses materiais selecionados por outros, por necessidade de serviço ou por interesse da construtora, somente poderá ser processada após prévia autorização da fiscalização. Os solos para os aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas, micácea e diatomácea. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas. Caso os materiais provenientes dos cortes não forem suficientes ou não forem de boa qualidade para os aterros, deverá ser adquirido material e jazida de solo de boa qualidade devidamente licenciadas.

Para efeito de execução do corpo do aterro, apresentar capacidade de suporte adequada ($ISC \geq 2\%$) e expansão $\leq 4\%$, quando determinados por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de compactação – Norma DNIT 164/2013-ME (Método A);
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) – Norma DNIT 172/2016-ME, com a energia do Ensaio de Compactação (Método A).

Para efeito de execução da camada final dos aterros, apresentar dentro das disponibilidades e em consonância com os preceitos de ordem técnico-econômica, a melhor capacidade de suporte ($ISC > 4\%$, ou igual ou superior ao especificado pelo projetista, quando indicado em projeto) e expansão $< 2\%$, cabendo a determinação dos valores de CBR e de expansão pertinentes, por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de Compactação – Norma DNIT 164/2013-ME (Método B);
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) – Norma DNIT 172/2016-ME, com a energia do Ensaio de Compactação (Método B).

4.2.3 Equipamentos

Os aterros serão executados mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

4.2.4 Execução

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal e em extensões tais que permitam seu umedecimento e compactação 100% do Proctor Normal. Para o corpo dos aterros, a espessura da camada compactada não deverá ultrapassar 30 cm e, para as camadas finais, essa espessura não deverá ultrapassar 20 cm.

A localização das áreas de bota-fora e jazida de empréstimo foram definidas e apresentadas pela equipe técnica da prefeitura. Por se tratar de obra de pavimentação em via pública, a apresentação do licenciamento ambiental será de responsabilidade do Município.

Os volumes de cortes e aterros compactados obtidos estão expressos nos projetos e não estão considerados os empolamentos.

4.3 VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO

O volume total de movimentação de terra projetado deve ser analisado no projeto de terraplanagem e orçamento da obra. O volume de escavação deve servir para complementar os aterros existentes.

5 ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO

O estudo geológico e geotécnico faz parte da ciência que define os parâmetros do solo ou rocha através de ensaios como sondagem podendo ser a percussão ou a trado, ensaio de campo ou ensaio de laboratório.

É de reconhecimento geral que o projeto de uma estrutura de engenharia, por mais modesta que seja, requer o adequado conhecimento das condições do subsolo no local onde será construída, assim como também é necessário o conhecimento das áreas que servirão de jazida para fornecimento de solos granulares e rochas que servirão como materiais de construção.

Para definir as características do subleito para execução de pavimento, foram efetuados ensaios de caracterização conforme DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94, DNER-ME 122/94.

As tabelas com os resultados dos ensaios apresentam uma análise estatística dos valores descritos a seguir.

5.1 GRANULOMETRIA

A granulometria é um parâmetro que descreve como os grãos de um material sólido, como areia, cascalho ou solo, estão distribuídos em relação ao seu tamanho. Ela é definida pela proporção relativa dos diferentes tamanhos de grãos que compõem um agregado.

Para determinar a granulometria, o material é peneirado em peneiras com diferentes aberturas e os grãos são separados em diferentes tamanhos, medidos em micrômetros ou milímetros. Em seguida, calcula-se o percentual de material que passa ou fica retido em cada peneira, e isso gera um gráfico ou curva granulométrica, que é essencial para avaliar as propriedades do agregado, conforme ABNT NBR NM 248.

Os dados obtidos são usados para gerar uma curva granulométrica, que mostra a distribuição das partículas em função de seu diâmetro, apresentadas nos resultados dos

ensaios. Esta curva é importante para caracterizar o solo e avaliar suas propriedades, como a permeabilidade e a coesão.

5.2 LIMITE DE LIQUIDEZ (LL)

É uma propriedade dos solos que define o teor de umidade em que o solo passa do estado plástico para o estado líquido. É importante pois ajuda a classificar o tipo de solo e prever seu comportamento em diferentes condições de umidade, especialmente para saber se o solo poderá suportar cargas (como fundações de edifícios) ou se tende a perder coesão e estabilidade em condições muito úmidas.

Para medir o LL, o solo é preparado com diferentes teores de umidade e colocado em um equipamento chamado aparelho de Casagrande. Esse dispositivo permite que o solo seja sujeito a uma série de impactos controlados, de modo que o operador consiga observar a transição de estado. Quando a amostra de solo atinge uma umidade em que se fecha uma fissura com exatamente 25 golpes do equipamento, essa umidade é considerada o limite de liquidez, conforme ABNT NBR 6459.

5.3 ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP)

É uma propriedade do solo que indica a faixa de umidade em que ele se comporta de forma plástica, ou seja, em que pode ser moldado sem se quebrar ou desintegrar. O IP é calculado pela diferença entre o limite de liquidez (LL) e o limite de plasticidade (LP) (ABNT NBR 7180).

O valor do IP reflete a capacidade do solo de mudar de forma ao ser manuseado. Solos com alto índice de plasticidade têm uma ampla faixa de umidade em que permanecem plásticos, o que indica a presença de argilas expansivas. Já solos com baixo IP, como os arenosos, têm pouca ou nenhuma plasticidade.

5.4 ÍNDICE DE GRUPO (IG)

É um parâmetro obtido em função dos três ensaios acima e utilizado para avaliar a qualidade dos solos, especialmente em projetos de pavimentação. Ele foi desenvolvido para complementar a classificação do solo segundo o Sistema de Classificação AASHTO M 145 (American Association of State Highway and Transportation Officials), que categoriza solos com sub-base em suas propriedades de granulometria e plasticidade. O

Índice de grupo ajuda a quantificar a "qualidade" ou "adequação" do solo como material de subleito em rodovias, indicando a necessidade de estabilização ou reforço.

Os valores de IG podem ser interpretados da seguinte forma:

- IG de 0 a 20: valores baixos indicam que o solo tem boas propriedades como subleito para pavimentos e pode não precisar de tratamento.
- IG alto (acima de 20): indica que o solo pode ter baixa qualidade para o subleito de pavimentação, sugerindo a necessidade de reforço ou substituição para melhorar a capacidade de suporte.

5.5 ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC OU CBR)

É um parâmetro que mede a capacidade de suporte de um solo ou material agregado em comparação a um material padrão (brita triturada), e é utilizado para avaliar a resistência de subleitos, sub-bases e bases de estradas e rodovias.

O ensaio de CBR (ABNT NBR 9895) consiste em compactar uma amostra de solo em um cilindro e, em seguida, aplicar uma carga por meio de um pistão padrão, que penetra na amostra a uma taxa controlada. Durante o teste, mede-se a pressão necessária para que o pistão penetre uma profundidade específica no solo (geralmente 2,5 mm e 5,0 mm). O CBR é calculado pela razão entre a pressão aplicada no solo e a pressão necessária para penetrar a mesma profundidade no material padrão.

5.6 EXPANSÃO (%)

O ensaio de expansão (ABNT NBR 7185) é um teste realizado em solos e materiais compactados para avaliar sua tendência de expansão quando em contato com a água. Tem o objetivo de medir o aumento de volume (expansão) que ocorre em uma amostra de solo quando ela é submersa em água por um período de tempo específico. O resultado é expresso como uma porcentagem de expansão com relação à altura original da amostra. Esse índice ajuda a prever o comportamento do solo em condições de umidade e sua capacidade de causar deformações prejudiciais e ajuda a decidir se o solo precisa de tratamento, estabilização ou substituição.

5.7 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DA EXECUÇÃO DA SONDAAGEM

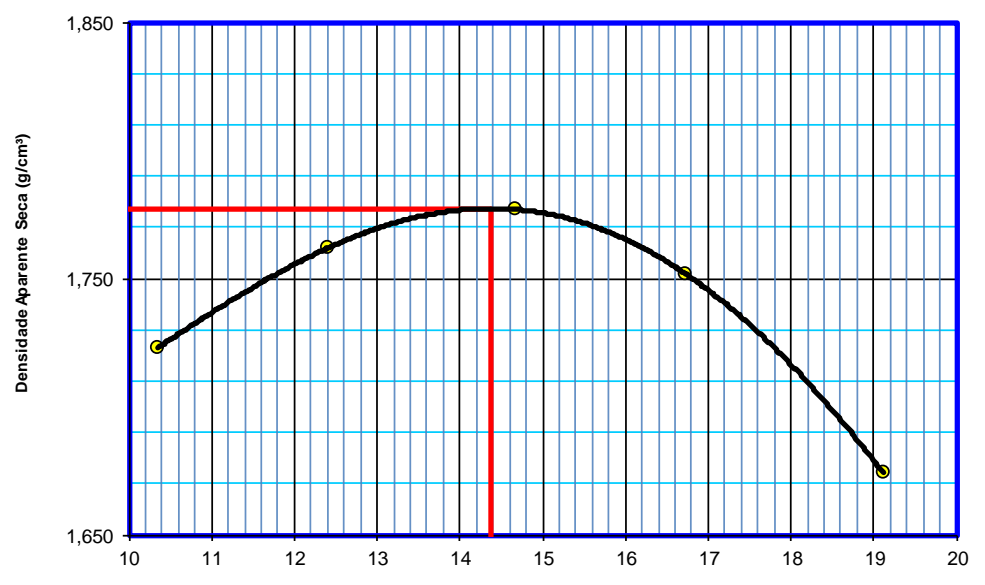
Figura 5 – Relatório fotográfico de sondagem



Fonte: Geomapa (2025).


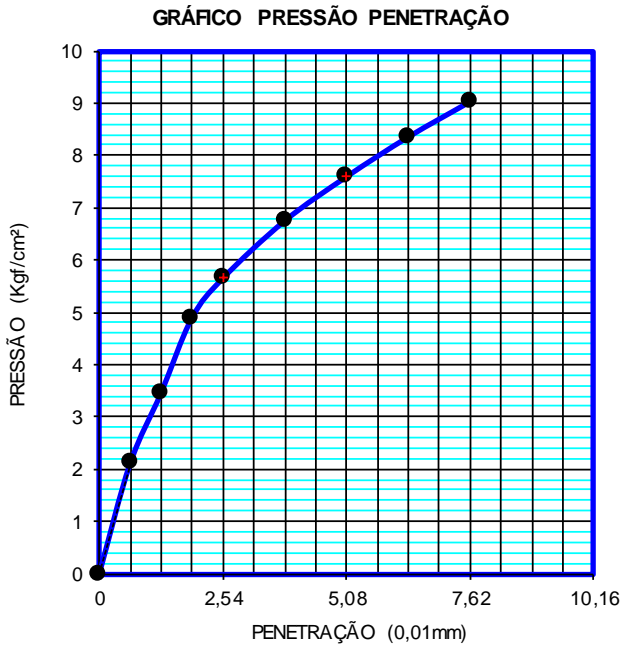
5.8 RESULTADOS DOS ENSAIOS

Tabela 1 – Compactação e Umidade – Furo 15

OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
COMPACTAÇÃO						
Cilindro nº	9	9	9	9	9	
Água Adicionada (ml)	300	360	420	480	480	
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)	3879,8	3960,7	4019,0	4027,2	3974,5	
Peso do Cilindro (g)	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	
Peso do Solo Úmido (g)	1942,50	2023,40	2081,70	2089,90	2037,20	
Volume do Cilindro (cm³)	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	
Densidade Aparente Úmida (g/cm³)	1,90	1,98	2,04	2,05	1,99	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						
Cápsula nº	60	63	67	38	80	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	111,03	110,55	99,17	110,75	107,46	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	103,25	101,34	90,10	98,89	94,61	
Peso da Água (g)	7,78	9,21	9,07	11,86	12,85	
Peso da Cápsula (g)	28,10	27,14	28,25	27,96	27,38	
Peso do Solo Seco (g)	75,15	74,20	61,85	70,93	67,23	
Teor de Umidade (%)	10,35	12,41	14,66	16,72	19,12	
Umidade Adotada (%)	10,35	12,41	14,66	16,72	19,12	
Densidade Aparente Seca (g/cm³)	1,72	1,76	1,78	1,75	1,67	
DENSIDADE APARENTE						
						
DENS. SECA MÁXIMA (g/cm³)		1,777		UMIDADE ÓTIMA (%)		14,4

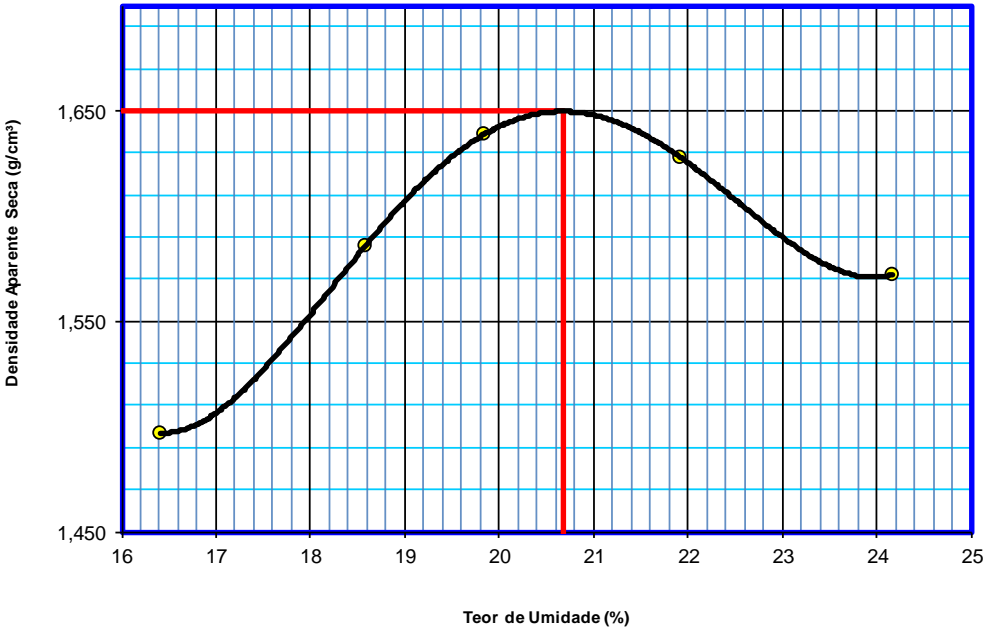
Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 2 – Índice de Suporte Califórnia (CBR) – Furo 15

		LABORATÓRIO DE SOLOS					
		ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA					
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA	DATA		
Trombudo Central				SUB-BASE			
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO		
		NORMAL		LUCAS			
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA							
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		DE MOLDAGEM		UMIDADE NATURAL	
Cápsula nº		13,00	112,00	33,00	50,00	07n	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)		100,84	122,19	112,33	112,63	103,01	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)		95,42	115,81	101,62	101,96	91,02	
Peso da Água (g)		5,42	6,38	10,71	10,67	11,99	
Peso da Cápsula (g)		27,77	28,62	27,31	27,90	28,01	
Peso do Solo Seco (g)		67,65	87,19	74,31	74,06	63,01	
Teor de Umidade (%)		8,00	7,30	14,40	14,40	19,0	
Umidade Média (%)		7,65		14,40			
UMD. ÓTIMA (%)	14,38	AMOSTRA ÚMIDA (g)		5.000,0	ÁGUA A ADICIONAR (ml)	312,48	
COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA			EXPANSÃO				
MOLDAGEM		ÓTIMA	Altura do Corpo de Prova (mm)		113,340		
Cilindro nº		13	DATA	Tempo	Leitura	Expansão (%)	
Água Adicionada (ml)		312,48		Decorrido	Deflet.		
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)		9510,8	(Dias)	(mm)			
Peso do Cilindro (g)		5342,2	Dia 00	0		0,00	
Peso do Solo Úmido (g)		4168,6	Dia 01	1		0,00	
Volume do Cilindro (cm³)		2055,84	Dia 02	2		0,00	
Densid. Aparente Úmida (g/cm³)		2,0280	Dia 03	3		0,00	
Densid. Aparente Seca (g/cm³)		1,7730	Dia 04	4	1,13	1,00	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO							
Constante do Anel					0,08441		
Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura 0,001mm	Pressão (kgf/cm²)				
0,5	0,635	25	2,1				
1	1,27	41	3,5				
1,5	1,905	58	4,9				
2	2,54	67	5,7				
3	3,81	80	6,8				
4	5,08	90	7,6				
5	6,35	99	8,4				
6	7,62	107	9,0				
8	10,16						
CÁLCULO DO I.S.C.							
Leitura (mm)	Pressão		I.S.C. (%)				
	Aplic.	Corrigida					
2,54	5,66	5,66	8,0				
5,08	7,60	7,60	7,2				
							
D. MÁX (g/cm³)=	1,777	H. ÓT. (%)=	14,38	I.S.C. (%)=	8,04	Exp. (%)=	1,00


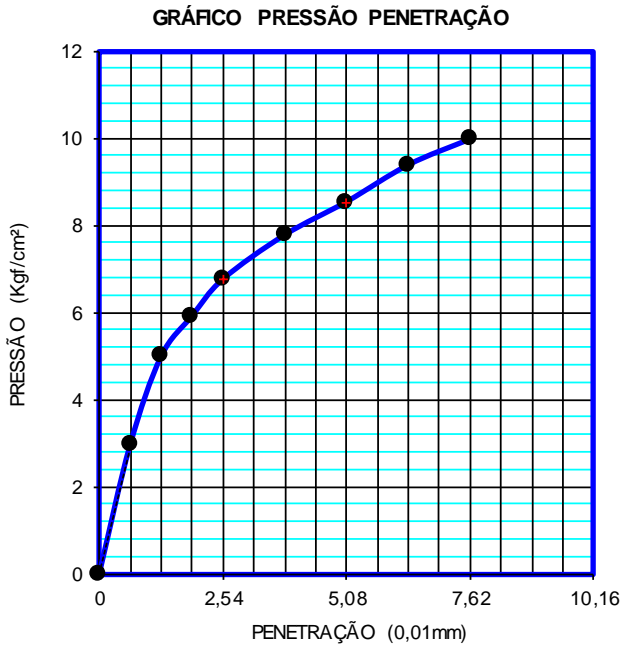
Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 4 – Compactação e Umidade – Furo 16

OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
COMPACTAÇÃO						
Cilindro nº	9	9	9	9	9	
Água Adicionada (ml)	300	360	420	480	480	
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)	3718,4	3859,3	3944,0	3965,0	3931,4	
Peso do Cilindro (g)	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	
Peso do Solo Úmido (g)	1781,10	1922,00	2006,70	2027,70	1994,10	
Volume do Cilindro (cm ³)	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	
Densidade Aparente Úmida (g/cm ³)	1,74	1,88	1,96	1,98	1,95	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						
Cápsula nº	106	83	75	100	33	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	94,06	98,41	98,77	100,95	91,41	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	84,72	87,35	87,05	87,74	78,93	
Peso da Água (g)	9,34	11,06	11,72	13,21	12,48	
Peso da Cápsula (g)	27,79	27,85	28,01	27,47	27,31	
Peso do Solo Seco (g)	56,93	59,50	59,04	60,27	51,62	
Teor de Umidade (%)	16,41	18,59	19,85	21,92	24,17	
Umidade Adotada (%)	16,41	18,59	19,85	21,92	24,17	
Densidade Aparente Seca (g/cm ³)	1,50	1,59	1,64	1,63	1,57	
DENSIDADE APARENTE						
						
DENS. SECA MÁXIMA (g/cm³)		1,650		UMIDADE ÓTIMA (%)		20,7


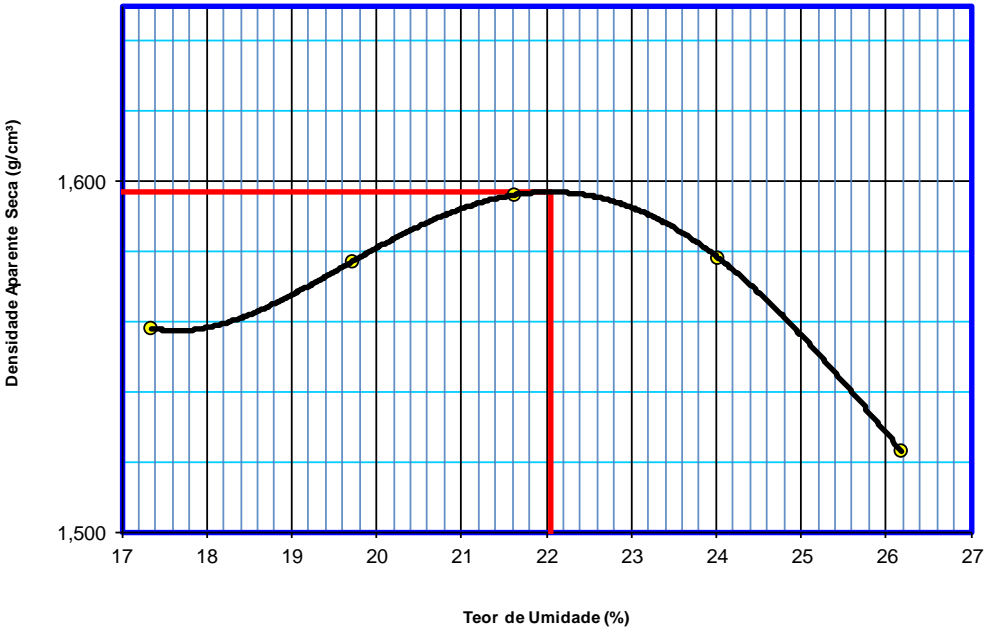
Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 5 – Índice de Suporte Califórnia (CBR) – Furo 16

		LABORATÓRIO DE SOLOS					
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA							
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA	DATA		
Trombudo Central				SUB-BASE			
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO		
		NORMAL		LUCAS			
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA							
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		DE MOLDAGEM		UMIDADE NATURAL	
Cápsula nº		57,00	98,00	63,00	18,00	21n	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)		109,22	111,16	94,33	106,27	98,99	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)		102,58	104,65	82,84	92,81	85,32	
Peso da Água (g)		6,64	6,51	11,49	13,46	13,67	
Peso da Cápsula (g)		27,76	27,61	27,14	27,90	27,29	
Peso do Solo Seco (g)		74,82	77,04	55,70	64,91	58,03	
Teor de Umidade (%)		8,90	8,50	20,60	20,70		
Umidade Média (%)		8,70		20,65		23,6	
UMD. ÓTIMA (%)	20,67	AMOSTRA ÚMIDA (g)		5.000,0	ÁGUA A ADICIONAR (ml)	550,79	
COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA			EXPANSÃO				
MOLDAGEM		ÓTIMA	Altura do Corpo de Prova (mm)		113,010		
Cilindro nº		15		Tempo	Leitura	Expansão	
Água Adicionada (ml)		550,79	DATA	Decorrido	Deflet.	(%)	
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)		9455,6		(Dias)	(mm)		
Peso do Cilindro (g)		5342,4	Dia 00	0		0,00	
Peso do Solo Úmido (g)		4113,2	Dia 01	1		0,00	
Volume do Cilindro (cm³)		2054,44	Dia 02	2		0,00	
Densid. Aparente Úmida (g/cm³)		2,0020	Dia 03	3		0,00	
Densid. Aparente Seca (g/cm³)		1,6590	Dia 04	4	0,93	0,82	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO							
Constante do Anel					0,08441		
Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura 0,001mm	Pressão (kgf/cm²)				
0,5	0,635	35	3,0				
1	1,27	59	5,0				
1,5	1,905	70	5,9				
2	2,54	80	6,8				
3	3,81	92	7,8				
4	5,08	101	8,5				
5	6,35	111	9,4				
6	7,62	118	10,0				
8	10,16						
CÁLCULO DO I.S.C.							
Leitura (mm)	Pressão		I.S.C. (%)				
	Aplic.	Corrigida					
2,54	6,75	6,75	9,6				
5,08	8,53	8,53	8,1				
							
D. MÁX (g/cm³)=	1,650	H. ÓT. (%)=	20,67	I.S.C. (%)=	9,61	Exp. (%)	0,82


Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 7 – Compactação e Umidade – Furo 17

		LABORATÓRIO DE SOLOS				
		COMPACTAÇÃO DE SOLOS				
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
COMPACTAÇÃO						
Cilindro nº	9	9	9	9	9	
Água Adicionada (ml)	300	360	420	480	480	
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)	3805,6	3865,9	3921,0	3936,5	3901,4	
Peso do Cilindro (g)	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	
Peso do Solo Úmido (g)	1868,30	1928,60	1983,70	1999,20	1964,10	
Volume do Cilindro (cm ³)	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	
Densidade Aparente Úmida (g/cm ³)	1,83	1,89	1,94	1,96	1,92	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						
Cápsula nº	80	64	57	54	18	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	106,56	100,90	91,65	95,05	107,11	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	94,85	88,88	80,29	82,01	90,68	
Peso da Água (g)	11,71	12,02	11,36	13,04	16,43	
Peso da Cápsula (g)	27,38	27,91	27,76	27,74	27,90	
Peso do Solo Seco (g)	67,47	60,97	52,53	54,27	62,78	
Teor de Umidade (%)	17,36	19,71	21,63	24,03	26,18	
Umidade Adotada (%)	17,36	19,71	21,63	24,03	26,18	
Densidade Aparente Seca (g/cm ³)	1,56	1,58	1,60	1,58	1,52	
DENSIDADE APARENTE						
						
DENS. SECA MÁXIMA (g/cm³)		1,597		UMIDADE ÓTIMA (%)		22,1


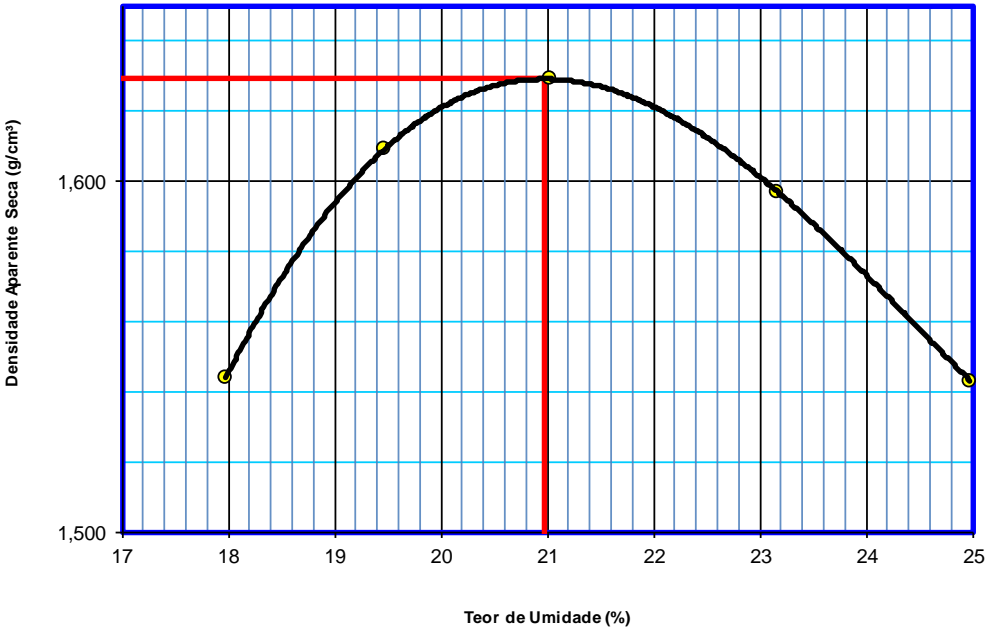
Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 8 – Índice de Suporte Califórnia (CBR) – Furo 17

		LABORATÓRIO DE SOLOS					
		ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA					
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA	DATA		
Trombudo Central				SUB-BASE			
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO		
		NORMAL		LUCAS			
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA							
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		DE MOLDAGEM		UMIDADE NATURAL	
Cápsula nº		01n	10n	17n	09n	18n	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)		113,73	107,23	118,26	104,53	105,66	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)		109,94	103,58	101,85	90,61	89,59	
Peso da Água (g)		3,79	3,65	16,41	13,92	16,07	
Peso da Cápsula (g)		28,18	27,51	27,50	27,61	28,06	
Peso do Solo Seco (g)		81,76	76,07	74,35	63,00	61,53	
Teor de Umidade (%)		4,60	4,80	22,10	22,10	26,1	
Umidade Média (%)		4,70		22,10			
UMD. ÓTIMA (%)	22,05	AMOSTRA ÚMIDA (g)		5.000,0	ÁGUA A ADICIONAR (ml)	828,59	
COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA			EXPANSÃO				
MOLDAGEM		ÓTIMA	Altura do Corpo de Prova (mm)		113,103		
Cilindro nº		12	DATA	Tempo	Leitura	Expansão (%)	
Água Adicionada (ml)		828,59		Decorrido	Deflet.		
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)		9489,2	(Dias)	(mm)			
Peso do Cilindro (g)		5479,8	Dia 00	0		0,00	
Peso do Solo Úmido (g)		4009,4	Dia 01	1		0,00	
Volume do Cilindro (cm³)		2053,62	Dia 02	2		0,00	
Densid. Aparente Úmida (g/cm³)		1,9520	Dia 03	3		0,00	
Densid. Aparente Seca (g/cm³)		1,5990	Dia 04	4	1,11	0,98	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO				<p>GRÁFICO PRESSÃO PENETRAÇÃO</p> 			
Constante do Anel		0,08441					
Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura 0,001mm	Pressão (kgf/cm²)				
0,5	0,635	15	1,3				
1	1,27	23	1,9				
1,5	1,905	29	2,4				
2	2,54	35	3,0				
3	3,81	50	4,2				
4	5,08	61	5,1				
5	6,35	71	6,0				
6	7,62	80	6,8				
8	10,16						
CÁLCULO DO I.S.C.							
Leitura (mm)	Pressão		I.S.C. (%)				
	Aplic.	Corrigida					
2,54	2,95	2,95	4,2				
5,08	5,15	5,15	4,9				
D. MÁX (g/cm³)=	1,597	H. ÓT. (%)=	22,05	I.S.C. (%)=	4,89	Exp. (%)	0,98


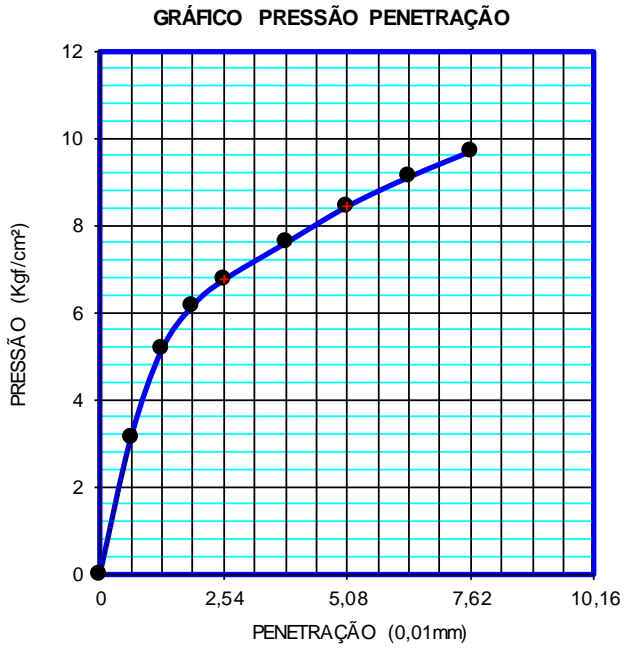
Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 10 – Compactação e Umidade – Furo 18

		LABORATÓRIO DE SOLOS				
		COMPACTAÇÃO DE SOLOS				
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
COMPACTAÇÃO						
Cilindro nº	9	9	9	9	9	
Água Adicionada (ml)	300	360	420	480	480	
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)	3798,4	3901	3951,4	3947,2	3908,4	
Peso do Cilindro (g)	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	
Peso do Solo Úmido (g)	1861,10	1963,70	2014,10	2009,90	1971,10	
Volume do Cilindro (cm ³)	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	
Densidade Aparente Úmida (g/cm ³)	1,82	1,92	1,97	1,97	1,93	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						
Cápsula nº	57	90	93	13	9	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	102,69	95,56	96,72	81,74	115,02	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	91,27	84,60	84,98	71,59	97,78	
Peso da Água (g)	11,42	10,96	11,74	10,15	17,24	
Peso da Cápsula (g)	27,76	28,31	29,15	27,77	28,76	
Peso do Solo Seco (g)	63,51	56,29	55,83	43,82	69,02	
Teor de Umidade (%)	17,98	19,47	21,03	23,16	24,98	
Umidade Adotada (%)	17,98	19,47	21,03	23,16	24,98	
Densidade Aparente Seca (g/cm ³)	1,54	1,61	1,63	1,60	1,54	
DENSIDADE APARENTE						
						
DENS. SECA MÁXIMA (g/cm ³)		1,629		UMIDADE ÓTIMA (%)		21,0

Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 11 – Índice de Suporte Califórnia (CBR) – Furo 18

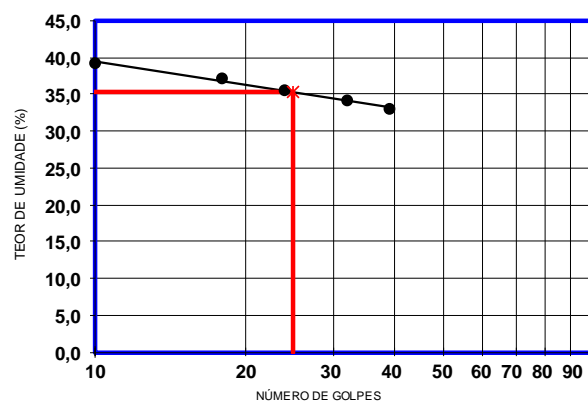
		LABORATÓRIO DE SOLOS					
		ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA					
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA	DATA		
Trombudo Central				SUB-BASE			
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO		
		NORMAL		LUCAS			
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA							
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		DE MOLDAGEM		UMIDADE NATURAL	
Cápsula nº	14n	06n	56,00	52,00	09n		
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	102,03	87,08	92,11	86,08	125,61		
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	95,22	81,58	80,99	75,74	103,34		
Peso da Água (g)	6,81	5,50	11,12	10,34	22,27		
Peso da Cápsula (g)	27,30	27,51	28,12	26,21	27,61		
Peso do Solo Seco (g)	67,92	54,07	52,87	49,53	75,73		
Teor de Umidade (%)	10,00	10,20	21,00	20,90			
Umidade Média (%)	10,10		20,95			29,4	
UMD. ÓTIMA (%)	20,98	AMOSTRA ÚMIDA (g)	5.000,0	ÁGUA A ADICIONAR (ml)		493,96	
COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA			EXPANSÃO				
MOLDAGEM		ÓTIMA	Altura do Corpo de Prova (mm)		113,407		
Cilindro nº		1		Tempo	Leitura	Expansão	
Água Adicionada (ml)		493,96	DATA	Decorrido	Deflet.	(%)	
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)		9297,7		(Dias)	(mm)		
Peso do Cilindro (g)		5228,4	Dia 00	0		0,00	
Peso do Solo Úmido (g)		4069,3	Dia 01	1		0,00	
Volume do Cilindro (cm³)		2065,36	Dia 02	2		0,00	
Densid. Aparente Úmida (g/cm³)		1,9700	Dia 03	3		0,00	
Densid. Aparente Seca (g/cm³)		1,6290	Dia 04	4	0,47	0,41	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO							
Constante do Anel					0,08441		
Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura (0,001mm)	Pressão (kgf/cm²)				
0,5	0,635	37	3,1				
1	1,27	61	5,1				
1,5	1,905	73	6,2				
2	2,54	80	6,8				
3	3,81	90	7,6				
4	5,08	100	8,4				
5	6,35	108	9,1				
6	7,62	115	9,7				
8	10,16						
CÁLCULO DO I.S.C.							
Leitura (mm)	Pressão		I.S.C. (%)				
	Aplic.	Corrigida					
2,54	6,75	6,75	9,6				
5,08	8,44	8,44	8,0				
							
D. MÁX (g/cm³)=	1,629	H. ÓT. (%)=	20,98	I.S.C. (%)=	9,61	Exp. (%)	0,41

Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 12 – Caracterização do solo (LL e LP) – Furo 18

OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
LABORATÓRIO DE SOLOS						
CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS						
LIMITE DE LIQUIDEZ						
Cápsula nº	1	2	3	4	5	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	32,25	39,28	34,91	29,52	33,26	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	26,25	31,38	27,98	23,90	26,27	
Peso da Água (g)	6,00	7,90	6,93	5,62	6,99	
Peso da Cápsula (g)	8,12	8,20	8,50	8,75	8,45	
Peso do Solo Seco (g)	18,13	23,18	19,48	15,15	17,82	
Teor de Umidade (%)	33,1	34,1	35,6	37,1	39,2	
Nº de golpes	39	32	24	18	10	
LIMITE DE PLASTICIDADE						
Cápsula nº	1	2	3	4	5	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	6,32	6,79	6,21	6,23	5,71	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	6,13	6,52	6,03	6,07	5,60	
Peso da Água (g)	0,19	0,27	0,18	0,16	0,11	
Peso da Cápsula (g)	5,04	5,00	4,88	5,04	4,95	
Peso do Solo Seco (g)	1,09	1,52	1,15	1,03	0,65	
Teor de Umidade (%)	17,4	17,8	15,7	15,5	16,9	
Valor aceito?	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA						
UMIDADE HIGROSCÓPICA			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
Cápsula nº	14n	Peneiras	Peso Retido	Peso Passando (g)	% Passando Acumulada	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	102,03	(pol)				
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	95,22	3/4"	0,00	1364,87	100,0	
Peso da Água (g)	6,81	3/8"	0,00	1364,87	100,0	
Peso da Cápsula (g)	27,30	nº4	0,00	1364,87	100,0	
Peso do Solo Seco (g)	67,92	nº10	13,60	1351,27	99,0	
Teor de Umidade (%)	10,00	nº 40	6,11	93,11	92,9	
Amostra total úmida (g)	1500,00	nº 80	0,00	93,11	92,9	
Amostra total seca (g)	1364,87	nº 200	33,35	59,76	59,6	
Amostra total úmida (g) (fina)	109,14					
Amostra total seca (g)	99,22					
RESUMO DOS RESULTADOS						
LIMITE DE LIQUIDEZ (%)				35,3		
LIMITE DE PLASTICIDADE (%)				17,4		
ÍNDICE DE PLASTICIDADE (%)				17,9		
%PASSANDO # 4,8mm				100,0		
%PASSANDO # 2,0mm				99,0		
%PASSANDO # 0,42mm				92,9		
%PASSANDO # 0,074mm				59,6		
CLASSIFICAÇÃO HRB				A6		
ÍNDICE DE GRUPO				8		
Obs:						


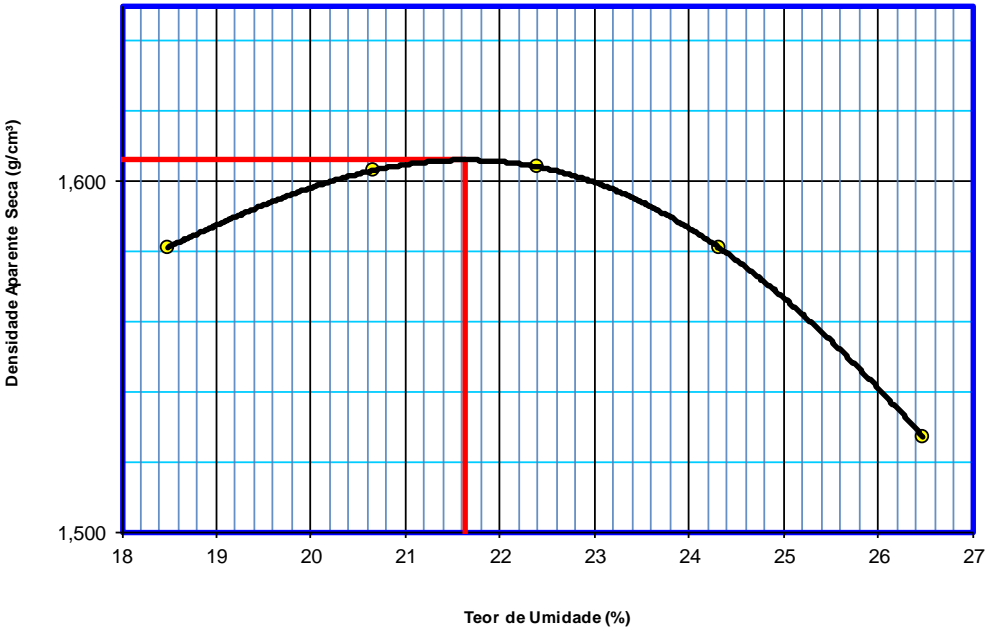
LIMITE DE LIQUIDEZ



LIMITE DE LIQUIDEZ (%)	35,3
LIMITE DE PLASTICIDADE (%)	17,4
ÍNDICE DE PLASTICIDADE (%)	17,9
%PASSANDO # 4,8mm	100,0
%PASSANDO # 2,0mm	99,0
%PASSANDO # 0,42mm	92,9
%PASSANDO # 0,074mm	59,6
CLASSIFICAÇÃO HRB	A6
ÍNDICE DE GRUPO	8


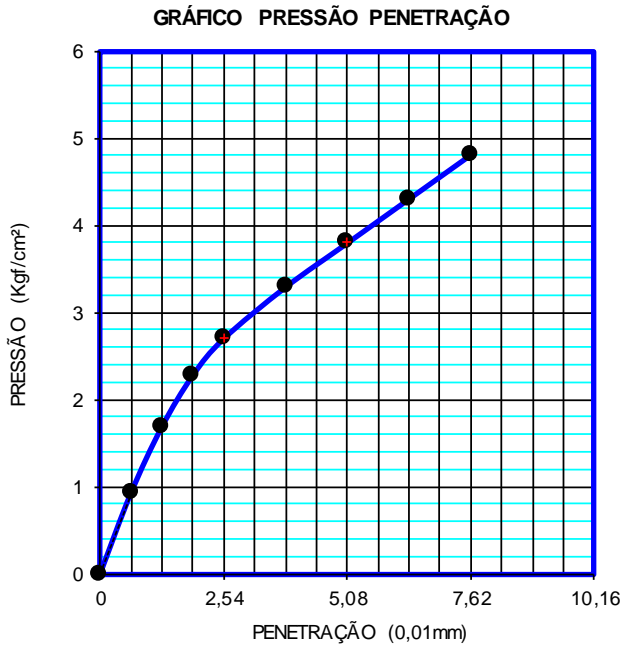
Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 13 – Compactação e Umidade – Furo 19

		LABORATÓRIO DE SOLOS				
		COMPACTAÇÃO DE SOLOS				
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
COMPACTAÇÃO						
Cilindro nº	9	9	9	9	9	
Água Adicionada (ml)	300	360	420	480	480	
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)	3851,4	3913,9	3943,7	3945,7	3910,5	
Peso do Cilindro (g)	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	
Peso do Solo Úmido (g)	1914,10	1976,60	2006,40	2008,40	1973,20	
Volume do Cilindro (cm ³)	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	
Densidade Aparente Úmida (g/cm ³)	1,87	1,93	1,96	1,97	1,93	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						
Cápsula nº	54	115	52	106	18	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	94,73	97,07	123,27	99,93	88,26	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	84,28	85,15	105,51	85,82	75,62	
Peso da Água (g)	10,45	11,92	17,76	14,11	12,64	
Peso da Cápsula (g)	27,74	27,47	26,21	27,79	27,90	
Peso do Solo Seco (g)	56,54	57,68	79,30	58,03	47,72	
Teor de Umidade (%)	18,48	20,67	22,40	24,32	26,48	
Umidade Adotada (%)	18,48	20,67	22,40	24,32	26,48	
Densidade Aparente Seca (g/cm ³)	1,58	1,60	1,60	1,58	1,53	
DENSIDADE APARENTE						
						
DENS. SECA MÁXIMA (g/cm ³)		1,606		UMIDADE ÓTIMA (%)		21,6

Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 14 – Índice de Suporte Califórnia (CBR) – Furo 19

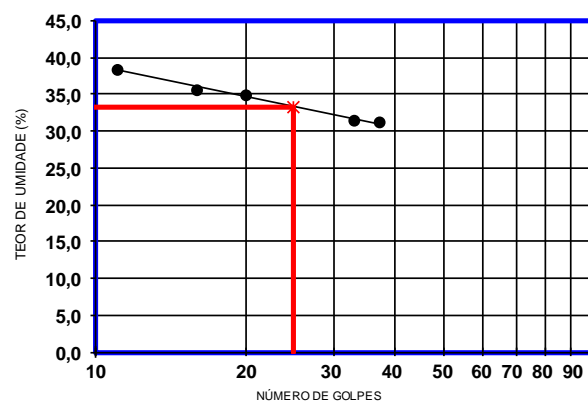
		LABORATÓRIO DE SOLOS					
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA							
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA	DATA		
Trombudo Central				SUB-BASE			
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO		
		NORMAL		LUCAS			
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA							
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		DE MOLDAGEM		UMIDADE NATURAL	
Cápsula nº		93,00	19n	13,00	90,00	06n	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)		75,36	75,88	104,80	118,17	95,81	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)		70,71	70,94	91,04	102,17	79,74	
Peso da Água (g)		4,65	4,94	13,76	16,00	16,07	
Peso da Cápsula (g)		29,15	27,84	27,77	28,31	27,51	
Peso do Solo Seco (g)		41,56	43,10	63,27	73,86	52,23	
Teor de Umidade (%)		11,20	11,50	21,70	21,70		
Umidade Média (%)		11,35		21,70		30,8	
UMID. ÓTIMA (%)	21,64	AMOSTRA ÚMIDA (g)		5.000,0	ÁGUA A ADICIONAR (ml)	461,98	
COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA			EXPANSÃO				
MOLDAGEM		ÓTIMA	Altura do Corpo de Prova (mm)		113,103		
Cilindro nº		12		Tempo	Leitura	Expansão	
Água Adicionada (ml)		461,98	DATA	Decorrido	Deflet.	(%)	
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)		9545,3		(Dias)	(mm)		
Peso do Cilindro (g)		5479,8	Dia 00	0		0,00	
Peso do Solo Úmido (g)		4065,5	Dia 01	1		0,00	
Volume do Cilindro (cm ³)		2053,62	Dia 02	2		0,00	
Densid. Aparente Úmida (g/cm ³)		1,9800	Dia 03	3		0,00	
Densid. Aparente Seca (g/cm ³)		1,6270	Dia 04	4	1,19	1,05	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO							
Constante do Anel					0,08441		
Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura (0,001mm)	Pressão (kgf/cm ²)				
0,5	0,635	11	0,9				
1	1,27	20	1,7				
1,5	1,905	27	2,3				
2	2,54	32	2,7				
3	3,81	39	3,3				
4	5,08	45	3,8				
5	6,35	51	4,3				
6	7,62	57	4,8				
8	10,16						
CÁLCULO DO I.S.C.							
Leitura (mm)	Pressão		I.S.C. (%)				
	Aplic.	Corrigida					
2,54	2,70	2,70	3,8				
5,08	3,80	3,80	3,6				
							
D. MÁX (g/cm ³)=	1,606	H. ÓT. (%)=	21,64	I.S.C. (%)=	3,84	Exp. (%)	1,05

Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 15 – Caracterização do solo (LL e LP) – Furo 19

OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
LABORATÓRIO DE SOLOS						
CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS						
LIMITE DE LIQUIDEZ						
Cápsula nº	6	7	8	9	10	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	27,52	28,42	27,99	26,61	31,32	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	23,00	23,61	22,94	21,88	25,10	
Peso da Água (g)	4,52	4,81	5,05	4,73	6,22	
Peso da Cápsula (g)	8,50	8,26	8,46	8,59	8,89	
Peso do Solo Seco (g)	14,50	15,35	14,48	13,29	16,21	
Teor de Umidade (%)	31,2	31,3	34,9	35,6	38,4	
Nº de golpes	37	33	20	16	11	
LIMITE DE PLASTICIDADE						
Cápsula nº	6	7	8	9	10	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	5,66	6,08	6,42	5,76	6,20	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	5,55	5,93	6,22	5,63	6,05	
Peso da Água (g)	0,11	0,15	0,20	0,13	0,15	
Peso da Cápsula (g)	4,87	4,97	5,03	4,80	5,06	
Peso do Solo Seco (g)	0,68	0,96	1,19	0,83	0,99	
Teor de Umidade (%)	16,2	15,6	16,8	15,7	15,2	
Valor aceito?	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA						
UMIDADE HIGROSCÓPICA			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
Cápsula nº	93,00	Peneiras	Peso Retido	Peso Passando (g)	% Passando Acumulada	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	75,36	(pol)				
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	70,71	3/4"	0,00	1350,30	100,0	
Peso da Água (g)	4,65	3/8"	0,00	1350,30	100,0	
Peso da Cápsula (g)	29,15	nº4	0,00	1350,30	100,0	
Peso do Solo Seco (g)	41,56	nº10	13,72	1336,58	99,0	
Teor de Umidade (%)	11,20	nº 40	3,36	91,46	95,5	
Amostra total úmida (g)	1500,00	nº 80	0,00	91,46	95,5	
Amostra total seca (g)	1350,30	nº 200	18,98	72,48	75,7	
Amostra total úmida (g) (fina)	105,44					
Amostra total seca (g)	94,82					
RESUMO DOS RESULTADOS						
LIMITE DE LIQUIDEZ (%)					33,3	
LIMITE DE PLASTICIDADE (%)					15,7	
ÍNDICE DE PLASTICIDADE (%)					17,6	
%PASSANDO # 4,8mm					100,0	
%PASSANDO # 2,0mm					99,0	
%PASSANDO # 0,42mm					95,5	
%PASSANDO # 0,074mm					75,7	
CLASSIFICAÇÃO HRB					A6	
ÍNDICE DE GRUPO					11	
Obs:						


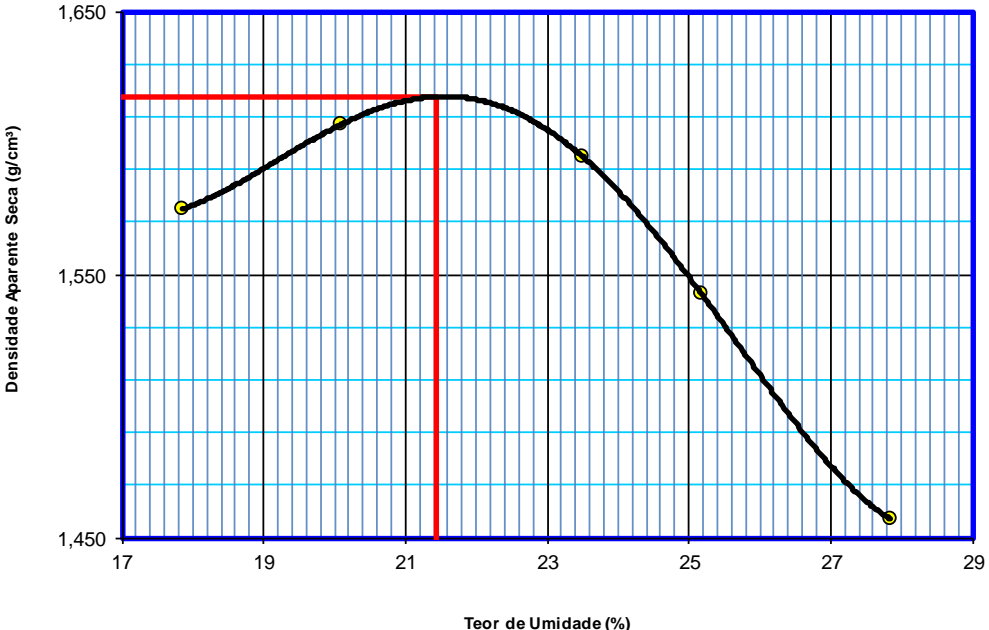
LIMITE DE LIQUIDEZ



LIMITE DE LIQUIDEZ (%)	33,3
LIMITE DE PLASTICIDADE (%)	15,7
ÍNDICE DE PLASTICIDADE (%)	17,6
%PASSANDO # 4,8mm	100,0
%PASSANDO # 2,0mm	99,0
%PASSANDO # 0,42mm	95,5
%PASSANDO # 0,074mm	75,7
CLASSIFICAÇÃO HRB	A6
ÍNDICE DE GRUPO	11


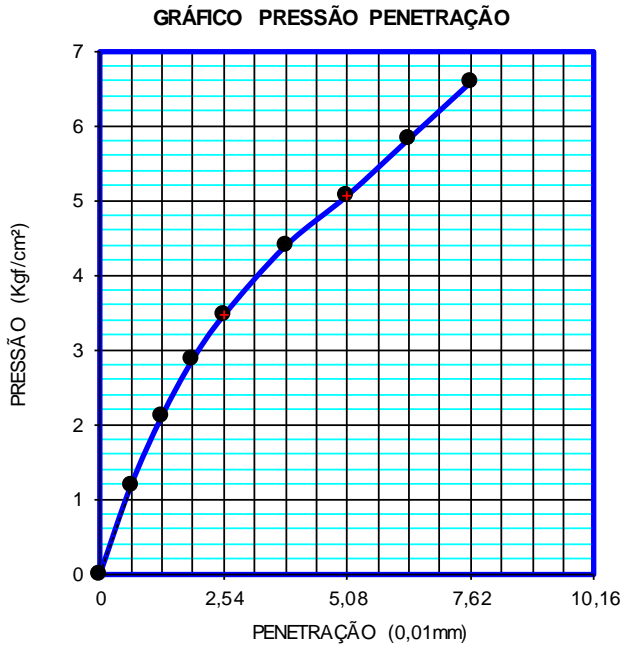
Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 16 – Compactação e Umidade – Furo 20

		LABORATÓRIO DE SOLOS				
		COMPACTAÇÃO DE SOLOS				
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
COMPACTAÇÃO						
Cilindro nº	9	9	9	9	9	
Água Adicionada (ml)	300	360	420	480	480	
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)	3833,5	3908,6	3950,2	3910,5	3841,2	
Peso do Cilindro (g)	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	1937,30	
Peso do Solo Úmido (g)	1896,20	1971,30	2012,90	1973,20	1903,90	
Volume do Cilindro (cm ³)	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	1021,80	
Densidade Aparente Úmida (g/cm ³)	1,86	1,93	1,97	1,93	1,86	
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						
Cápsula nº	100	74	88	27	66	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	118,69	107,81	95,63	86,08	105,55	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	104,87	94,47	82,73	74,30	88,59	
Peso da Água (g)	13,82	13,34	12,90	11,78	16,96	
Peso da Cápsula (g)	27,47	28,06	27,82	27,50	27,70	
Peso do Solo Seco (g)	77,40	66,41	54,91	46,80	60,89	
Teor de Umidade (%)	17,86	20,09	23,49	25,17	27,85	
Umidade Adotada (%)	17,86	20,09	23,49	25,17	27,85	
Densidade Aparente Seca (g/cm ³)	1,58	1,61	1,60	1,54	1,46	
DENSIDADE APARENTE						
						
DENS. SECA MÁXIMA (g/cm ³)		1,618		UMIDADE ÓTIMA (%)		21,4

Fonte: Geomapa (2025).

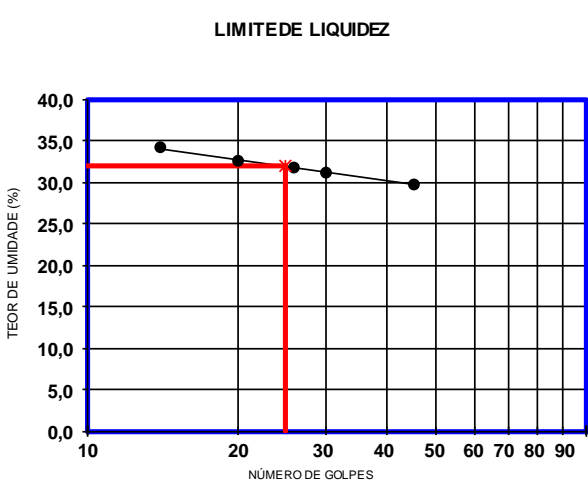
Tabela 17 – Índice de Suporte Califórnia (CBR) – Furo 20

		LABORATÓRIO DE SOLOS					
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA							
OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA	DATA		
Trombudo Central				SUB-BASE			
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO		
		NORMAL		LUCAS			
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA							
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		DE MOLDAGEM		UMIDADE NATURAL	
Cápsula nº	16n	02n	27,00	34,00		83	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	80,90	73,19	93,94	86,48		101,85	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	77,83	70,62	82,20	76,10		84,79	
Peso da Água (g)	3,07	2,57	11,74	10,38		17,06	
Peso da Cápsula (g)	27,01	27,27	27,50	27,64		27,85	
Peso do Solo Seco (g)	50,82	43,35	54,70	48,46		56,94	
Teor de Umidade (%)	6,00	5,90	21,50	21,40		30,0	
Umidade Média (%)	5,95		21,45				
UMD. ÓTIMA (%)	21,44	AMOSTRA ÚMIDA (g)	5.000,0	ÁGUA A ADICIONAR (ml)		730,88	
COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA			EXPANSÃO				
MOLDAGEM		ÓTIMA	Altura do Corpo de Prova (mm)		112,440		
Cilindro nº		14		Tempo	Leitura	Expansão	
Água Adicionada (ml)		730,88	DATA	Decorrido	Deflet.	(%)	
Peso do Cilindro+Solo Úmido (g)		9328,1		(Dias)	(mm)		
Peso do Cilindro (g)		5293,7	Dia 00	0		0,00	
Peso do Solo Úmido (g)		4034,4	Dia 01	1		0,00	
Volume do Cilindro (cm³)		2045,96	Dia 02	2		0,00	
Densid. Aparente Úmida (g/cm³)		1,9720	Dia 03	3		0,00	
Densid. Aparente Seca (g/cm³)		1,6240	Dia 04	4	0,80	0,71	
ENSAIO DE PENETRAÇÃO							
Constante do Anel					0,08441		
Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura (0,001mm)	Pressão (kgf/cm²)				
0,5	0,635	14	1,2				
1	1,27	25	2,1				
1,5	1,905	34	2,9				
2	2,54	41	3,5				
3	3,81	52	4,4				
4	5,08	60	5,1				
5	6,35	69	5,8				
6	7,62	78	6,6				
8	10,16						
CÁLCULO DO I.S.C.							
Leitura (mm)	Pressão		I.S.C. (%)				
	Aplic.	Corrigida					
2,54	3,46	3,46	4,9				
5,08	5,06	5,06	4,8				
							
D. MÁX (g/cm³)=	1,618	H. ÓT. (%)=	21,44	I.S.C. (%)=	4,92	Exp. (%)	0,71

Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 18 – Caracterização do solo (LL e LP) – Furo 20

OBRA/TRECHO		PROCEDÊNCIA		CAMADA		DATA
Trombudo Central				SUB-BASE		
ESTACA/POSIÇÃO	MATERIAL	ENERGIA	PROF.(M)	OPERADOR	REGISTRO	
		NORMAL		LUCAS		
LABORATÓRIO DE SOLOS						
CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS						
LIMITE DE LIQUIDEZ						
Cápsula nº	21	22	23	24	25	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	23,56	30,48	28,50	32,03	32,21	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	19,55	25,35	23,77	26,26	26,20	
Peso da Água (g)	4,01	5,13	4,73	5,77	6,01	
Peso da Cápsula (g)	6,10	8,89	8,85	8,58	8,65	
Peso do Solo Seco (g)	13,45	16,46	14,92	17,68	17,55	
Teor de Umidade (%)	29,8	31,2	31,7	32,6	34,2	
Nº de golpes	45	30	26	20	14	
LIMITE DE PLASTICIDADE						
Cápsula nº	21	22	23	24	25	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	5,95	6,36	6,47	6,59	7,02	
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	5,52	5,84	5,92	6,04	6,38	
Peso da Água (g)	0,43	0,52	0,55	0,55	0,64	
Peso da Cápsula (g)	4,31	4,34	4,30	4,38	4,38	
Peso do Solo Seco (g)	1,21	1,50	1,62	1,66	2,00	
Teor de Umidade (%)	35,5	34,7	34,0	33,1	32,0	
Valor aceito?	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA						
UMIDADE HIGROSCÓPICA			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
Cápsula nº	16n	Peneiras	Peso Retido	Peso Passando (g)	% Passando Acumulada	
Peso da Cápsula+Solo Úmido (g)	80,90	(pol)				
Peso da Cápsula+Solo Seco (g)	77,83	3/4"	0,00	1417,64	100,0	
Peso da Água (g)	3,07	3/8"	0,00	1417,64	100,0	
Peso da Cápsula (g)	27,01	nº4	0,00	1417,64	100,0	
Peso do Solo Seco (g)	50,82	nº10	44,96	1372,68	96,8	
Teor de Umidade (%)	6,00	nº 40	11,70	90,86	85,8	
Amostra total úmida (g)	1500,00	nº 80	0,00	90,86	85,8	
Amostra total seca (g)	1417,64	nº 200	33,60	57,26	54,1	
Amostra total úmida (g) (fina)	108,71					
Amostra total seca (g)	102,56					
RESUMO DOS RESULTADOS						
LIMITE DE LIQUIDEZ (%)					31,9	
LIMITE DE PLASTICIDADE (%)					33,5	
ÍNDICE DE PLASTICIDADE (%)					0,0	
%PASSANDO # 4,8mm					100,0	
%PASSANDO # 2,0mm					96,8	
%PASSANDO # 0,42mm					85,8	
%PASSANDO # 0,074mm					54,1	
CLASSIFICAÇÃO HRB					A4	
ÍNDICE DE GRUPO					-1	
Obs:						



Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 19 – Quadro resumo dos resultados dos ensaios

Furo	CBR (%)	Expansão (%)
15	8,04	1,00
16	9,61	0,82
17	4,89	0,98
18	9,61	0,41
19	3,84	1,05
20	4,92	0,71

Fonte: Geomapa (2025).

6 ESTUDO DE TRÁFEGO

O estudo de tráfego visa obter os subsídios necessários para a definição do Volume Médio Diário (VMD), bem como, estimar o Número N (Repetições de passagem do eixo Padrão, 8,2 t), e conseqüentemente definir a espessura e o tipo do revestimento da pavimentação.

As diretrizes adotadas no presente Estudo de Tráfego foram embasadas e utilizou-se como referência o Manual de estudos de tráfego – Rio de Janeiro (2006) do DNIT, que reúne as informações gerais necessárias para a determinação dos dados de tráfego que são utilizados em projetos rodoviários.

Para efeito de dimensionamento de pavimentos, o tráfego de veículos comerciais (caminhões, ônibus) é de fundamental importância, pois no projeto de pavimentação serão considerados, tanto o tráfego de veículos comerciais, quanto o tráfego de veículos de passageiros (carro de passeio), constituindo o tráfego total.

6.1 OS EIXOS

As cargas dos veículos são transmitidas através das rodas dos pneus pneumáticos. As rodas dos pneumáticos (simples ou duplas) são acopladas aos eixos, que podem ser classificadas da seguinte forma:

- Eixo simples: um conjunto de duas ou mais rodas, cujos centros estão em um plano transversal vertical ou podem ser incluídos entre dois planos transversais verticais, distantes de 1 m, que se estendam por toda a largura do veículo;

- Eixo simples de roda simples: com duas rodas, uma em cada extremidade (2 pneus);
- Eixo simples de roda dupla: com quatro rodas, sendo duas em cada extremidade (4 pneus);
- Eixo tandem: quando dois ou mais eixos consecutivos, cujos centros estão distantes de 1 m a 2,40 m, e ligados a um dispositivo de suspensão que distribui a carga igualmente entre os eixos. O conjunto de eixos constitui um eixo tandem;
- Eixo tandem duplo: com dois eixos, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (8 pneus). Nos fabricantes nacionais o espaçamento médio é de 1,30 m;
- Eixo tandem triplo: com três eixos, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (12 pneus).

O Código de Trânsito Brasileiro, através da Lei nº 9.043 de 23/09/97 e da Resolução nº 12 de 6/12/98 do CONTRAN, regulamentou as seguintes cargas máximas legais no Brasil:

Tabela 20 – Cargas máximas legais

Eixo	Carga Máxima Legal	Tolerância de 7,5%
Dianteiro simples de roda simples	6 t	6,45 t
Simple de roda simples	10 t	10,75 t
Tandem Duplo	17 t	18,28 t
Tandem Triplo	25,5 t	27,41 t
Duplo de Tribus	13,5 t	14,51 t

Fonte: CONTRAN (1998).

Para o cálculo, foi estimada a quantidade de veículos, em um período de 24 horas, nos dois sentidos da via, considerando que é uma via residencial com tráfego leve de veículos.

6.2 PARÂMETROS GERAIS DE TRÁFEGO

O dimensionamento do pavimento de concreto foi realizado considerando os seguintes dados de entrada referentes ao fluxo de veículos comerciais:

- **Ano de Referência do VMD: 2026**

- **Início da Operação (Ano 1):** 2027
- **Período de Projeto (Vida Útil):** 20 anos
- **VMDAc Inicial (2026):** 112 veículos comerciais/dia
- **Distribuição Direcional:** 50%
- **Fator de Faixa (Faixa de Projeto):** 100%

Tabela 21 - Espectro de Carga e Composição da Frota

Classe (DNIT)	Tipo de Veículo	Distribuição (%)	VMDAc (2026)	Eixos
3CB	Ônibus Trucado Misto	17,86%	20	3
3CD	Caminhão Trucado c/ Eixo Tras. Misto	17,86%	20	3
2C	Caminhão Toco (Simples)	8,93%	10	2
3C	Caminhão Trucado	8,93%	10	3
4C	Caminhão Simples (4 eixos)	8,93%	10	4
4CD	Caminhão Duplo Direcional Trucado (Bitruck)	8,93%	10	4
3S3	Caminhão Trator Trucado + Semi-Reboque	8,93%	10	6
2C2	Caminhão + Reboque	5,36%	6	4
2C3	Caminhão + Reboque	5,36%	6	5
3C2	Caminhão Trucado + Reboque	4,46%	5	5
3M6	Caminhão Trator Trucado + 2 Semi-Reboques	4,46%	5	9
TOTAL		100,00%	112	

Fonte: Geomapa (2025).

Considerando a taxa de crescimento e o período de 20 anos, o tráfego total acumulado estimado na faixa de projeto resulta em um volume total de **535.553 veículos comerciais**.

Após a definição dos parâmetros gerais de tráfego e da composição da frota, procedeu-se à determinação das solicitações atuantes no pavimento. Este processo considera não apenas o número de veículos, mas também a magnitude das cargas aplicadas por seus eixos.

Na definição do espectro de carga, deve-se reconhecer que a frota de veículos comerciais não opera em 100% do tempo com sua capacidade máxima e foram adotadas hipóteses de carregamento ponderadas. Estas hipóteses distribuem o tráfego entre viagens realizadas com veículo vazio, com carga parcial (75%), com carga máxima legal (100% CML) e com ligeiro sobrepeso (105% CML), conforme apresentado a seguir:

Tabela 22 – Hipóteses de Carregamento

Hipóteses de Carregamento	Distribuição
Percentual de veículos comerciais com 105% carga máxima legal (105% CML)	10%
Percentual de veículos comerciais com 100% carga máxima legal (100% CML)	40%
Percentual de veículos comerciais com 75% carga máxima legal (75% CML)	10%
Percentual de veículos comerciais sem carga (Vazio)	40%
	100%

Fonte: Geomapa (2025).

Tabela 23 – Quantidade de repetições por tipo de eixo e carga

DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE TOTAL DE REPETIÇÕES POR TIPO DE EIXO E CARGA								
T	Tipo de Eixo	Representação Gráfica	HIPÓTESE DE CARREGAMENTO			TOTAL DE REPETIÇÕES PREVISAS		EIXOS POR 1000 VEÍCULOS COMERCIAIS
			Condição	Distribuição	Carga (t)	Por Tipo de Eixo	Por Carga	
ES	Eixo Simples de Rodagem Simples (ESRS) e Eixo Duplo Direcional (EDD) x 2		105,0% CML	10%	6,30	583.370	58.337	100,00
			100% CML	40%	8,00		233.240	435,75
			75% CML	10%	4,50		58.337	100,00
			Vazio	40%	3,00		233.240	435,75
ES	Eixo Simples de Rodagem Dupla (ESRD)		105,0% CML	10%	10,50	239.086	23.908	44,64
			100% CML	40%	10,00		95.634	178,57
			75% CML	10%	7,50		23.908	44,64
			Vazio	40%	3,00		95.634	178,57
ETD	Eixo Trazarino Misto (ETM)		105,0% CML	10%	14,18	191.269	19.127	38,71
			100% CML	40%	13,50		76.508	142,86
			75% CML	10%	10,13		19.127	38,71
			Vazio	40%	3,50		76.508	142,86
ETT	Eixo Tandem Duplo (ETD)		105,0% CML	10%	17,85	228.959	21.996	43,07
			100% CML	40%	17,00		87.984	164,29
			75% CML	10%	12,75		21.996	43,07
			Vazio	40%	3,00		87.984	164,29
ETT	Eixo Tandem Triplo (ETT)		105,0% CML	10%	26,78	143.452	14.345	28,78
			100% CML	40%	25,50		57.381	107,14
			75% CML	10%	19,13		14.345	28,78
			Vazio	40%	3,00		57.381	107,14

Fonte: Geomapa (2025).

Definido o espectro de carga, deve-se realizar o cálculo dos Fatores de Equivalência de Carga (FEC). Para pavimentos rígidos, segundo o método da AASHTO,

Tabela 25 – Resumo Final

FV AASHTO Rígido	0,940
VOLUME TOTAL DE VEÍCULOS COMERCIAIS (Vt)	535.553
NÚMERO N AASHTO RÍGIDO	5,03E+05

Fonte: Geomapa (2025).

6.3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO DE CONCRETO

O dimensionamento da estrutura do pavimento rígido foi elaborado com base nas diretrizes da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), utilizando o método da PCA (Portland Cement Association - 1984) e verificação pela AASHTO, considerando a vida útil de projeto, as características do subleito e a repetição de cargas do tráfego previsto.

A metodologia verifica a estrutura quanto a dois critérios de falha principais:

1. **Fadiga do concreto:** fissuramento devido às tensões de tração na flexão;
2. **Erosão da fundação:** perda de material do suporte (sub-base/subleito) por bombeamento nas bordas e juntas.

Sobre o subleito regularizado e compactado, está prevista a execução de uma camada de sub-base, que tem por função evitar o bombeamento de finos, uniformizar o suporte da laje de concreto e contribuir para o incremento do módulo de reação do sistema (k).

O dimensionamento considerou o módulo de reação composto (k_combinado) resultante da interação entre o subleito (CBR de Projeto) e a camada de sub-base projetada.

- **Módulo de Reação do Sistema Adotado (k):** 34 MPa/m (conforme análise mecânica).

6.3.1 Concreto - Especificações do Material

O concreto a ser empregado nas placas do pavimento deverá atender aos seguintes parâmetros de resistência mecânica aos 28 dias:

- **Resistência à Tração na Flexão $f_{ctM,k} \geq 4,5$ Mpa**

- **Módulo de Elasticidade (E):** 26.838 MPa (adotado).
- **Controle Tecnológico:** Deverá seguir rigorosamente a NBR 12655, garantindo que a resistência característica não seja inferior à especificada no projeto.

6.3.2 Tráfego de Projeto

O estudo de tráfego, considerando a contagem volumétrica, classificação dos veículos e as taxas de crescimento anual para o horizonte de projeto, resultou no Número N exemplificado anteriormente.

- **Fator de Segurança de Carga (FSC):** 1,1 a 1,2 (conforme sensibilidade adotada no método PCA para vias urbanas).

6.3.3 Análise do Subleito

Para a definição da capacidade de suporte do subleito da Rua Joinville, foi realizada uma campanha de prospecção geotécnica com coleta de amostras e realização de ensaios de Índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR) e expansão. A análise dos dados seguiu rigorosamente os critérios estatísticos normatizados pelo Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo (DER-SP).

Os resultados dos ensaios estão retratados anteriormente.

Durante a análise dos resultados, identificou-se que o subleito na região da Estaca 19 apresentou valor de CBR de 3,84%, inferior ao limite mínimo aceitável de 4% para suporte direto da estrutura do pavimento sem reforço.

Para garantir a homogeneidade do suporte e a segurança estrutural do pavimento rígido, está prevista neste segmento específico a **substituição de solo (reforço do subleito)**. O procedimento consistirá na remoção da camada final de aterro na espessura de **60 cm** e recomposição com material granular de melhor qualidade, compactado em camadas conforme as especificações de terraplenagem do projeto.

Considerando a execução do tratamento no trecho crítico supracitado, o CBR de projeto considerado foi de 4,89%

6.3.4 Espessura da Placa de Concreto

Processando-se os dados de entrada (CBR, Tráfego N e Resistência do Concreto) através do roteiro de cálculo da AASHTO, determinou-se a espessura necessária para consumir menos de 100% da vida útil de fadiga e erosão.

- **Espessura Adotada (h): 17,0 cm;**
- **Espessura da base: 15cm.**

Tabela 26 - Resumo do Dimensionamento AASHTO

MÓDULO DE REAÇÃO DO SISTEMA DE APOIO			
4,89%	CBR / ISC	34,0	Modulo de Reação - k_{SUBLEITO} (MPa/m)
1	Quantidade de Camadas (Sub-Base / Base)		
Granular (BGS)		Material da camada de base	
15,0	Espessura da base (cm)		
41,6	Modulo de Reação - k_{SUBBASE} (MPa/m) - Estimado	0,04156	Modulo de Reação - $k_{\text{SISTEMA DE APOIO}}$ (MPa/m) - Adotado
41,6			
DIMENSIONAMENTO PELA AASHTO 86/93			
Para o dimensionamento do pavimento rígido, foi utilizada a metodologia da American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO/1993.			
PARÂMETROS DE PROJETO			
20	Período do Projeto (anos)	Resistência à tração na flexão do concreto - $f_{ct,f}$ (MPa)	4,5
17,00	Espessura da placa de concreto (cm)	Módulo de elasticidade do concreto (MPa)	26.838
34,0	Modulo de Reação - $k_{\text{SISTEMA DE APOIO}}$ (MPa/m)	Qualidade do sistema de drenagem	Médio
90,0%	Nível de confiabilidade	1 semana para drenar	
-1,282	Coefficiente da distribuição de Student	Percetual de tempo em que a estrutura estará exposta a teores de umidade próximos ao de saturação	1 - 5%
0,30	Desvio padrão de cálculo	Coefficiente de drenagem	1,05
4,20	Índice de serventia inicial	Acostamento de concreto / Apoio lateral	Não
2,50	Índice de serventia final	Juntas transversais com barra de transferência	Não
1,70	Índice de serventia final	Coefficiente de transferência de carga	3,8
ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO AASHTO 86/93			
5,03E+05	Número total de solicitações equivalentes do eixo-padrão AASHTO solicitantes		
5,91E+05	Número total de solicitações equivalentes do eixo-padrão AASHTO admissíveis		85%
Conclusão: Espessura de 17 cm da placa de concreto, SUFICIENTE para atender ao tráfego solicitante previsto			

6.3.5 Modulação das Placas (Geometria)

A definição das dimensões das placas de concreto foi realizada visando compatibilizar as tensões oriundas da retração hidráulica e térmica do concreto com a geometria da via. O objetivo é evitar o surgimento de fissuras aleatórias e o empenamento excessivo das placas.

Para a determinação do comprimento máximo admissível das placas (L), foi realizada a análise mecânica da interação solo-estrutura para validação do comprimento das placas. Esta verificação baseia-se no conceito do Raio de Rigidez Relativa (I) de Westergaard, que quantifica a rigidez da laje de concreto em relação à deformabilidade da fundação (subleito/sub-base).

O parâmetro I é obtido pela seguinte equação:

$$I = \left(\frac{E \times h^3}{12 \times (1 - \mu^2) \times k} \right)^{0,25}$$

$$J_T < 5,25 \times I$$

Onde:

- E: Módulo de Elasticidade do Concreto;
- h: Espessura da placa;
- u: Coeficiente de Poisson do concreto;
- k: Módulo de reação do conjunto de fundação.

Resultados da Análise:

Utilizando os parâmetros de projeto definidos anteriormente, obteve-se os seguintes resultados de rigidez conforme a planilha de cálculo do projeto:

- **Módulo de Elasticidade (E):** 26.838 MPa;
- **Coeficiente de Poisson (u):** 0,24;
- **Módulo de Reação (k):** 34 MPa/m;
- **Espessura da Placa (h):** 17,0 cm
- **L=0,765m**

Com base no raio de rigidez relativa calculado (I), o método mecânico define o espaçamento máximo admissível entre juntas (JT) para garantir que as tensões de empenamento térmico não induzam fissuras transversais na placa.

- **Espaçamento Máximo Calculado (JT): 4,01 m**
- **Espaçamento Adotado em Projeto: 3,5 m**
- **Largura das Placas (Transversal):** Variável entre 3,30 m e 3,80 m, conforme a geometria da via e largura da pista.
- **Relação Comprimento/Largura:** Respeita o limite máximo de 1,25 (recomendado) a 1,5, evitando placas com formato excessivamente retangular que propiciem fissuras transversais.

6.3.6 Sistema de Juntas

O pavimento contará com juntas transversais de retração (serradas) e juntas longitudinais (de construção ou serradas), devidamente seladas para impedir a infiltração de água e materiais incompressíveis.

6.3.7 Barras de Ligação (Juntas Longitudinais)

Nas juntas longitudinais (encontro entre faixas de tráfego), serão utilizadas barras de ligação para impedir a abertura da junta e o afastamento das placas. Estas barras são de aço nervurado e devem garantir a ancoragem entre as faixas adjacentes.

- **Tipo de Aço:** Aço CA-50 ou CA-60 (Nervurado).
- **Diâmetro (\varnothing):** 10,0 mm.
- **Espaçamento (e):** 50,0 cm (centro a centro).

Posicionamento: Meia altura da placa ($h/2$), centradas na junta longitudinal.

Tabela 27 - Resumo do Aço - Barras de Ligação

BARRAS DE LIGAÇÃO (BL) - AÇO CA-50 (NERVURADA)			
DIÂMETRO DA BARRA DE LIGAÇÃO			
$A_s = \frac{b \times f \times \gamma_c \times h \times e_{BL}}{100 \times S}$		$S = \frac{2}{3} \times f_y$	
3,60	Largura da placa de concreto (m) - b	Tensão admissível no aço (MPa) - S	333,33
0,19	Espessura de placa de concreto (m) - h	Área da seção de aço necessária (cm ² /m) - A _s	0,74
24 000	Peso específico do concreto - igual 24.000 N/m ³ - γ _c	Espaçamento entre as BL (cm) - e _{BL}	50,00
500	Tensão de escoamento do aço CA-50 (MPa) - f _y	Diâmetro necessário da BL (mm) - d	8,0
1,50	Coefficiente de atrito entre a placa e o sistema de apoio (geralmente tomado de 1,5 à 2,0) - f	Diâmetro adotado da BL (mm)	8,0
COMPRIMENTO DA BARRA DE LIGAÇÃO			
$l_b = \frac{1}{2} \times \left(\frac{S \times d}{\tau_b} \right) + 7,5$			
333,33	Tensão admissível no aço (MPa) - S	Diâmetro da BL (cm) - d	0,800
7,50	Margem de segurança para prevenir um possível desalinhamento da barra (cm)	Comprimento da BL (cm) - l _b	62,0
2,45	Tensão de aderência entre o aço e o concreto, em geral tomada igual a 2,45 MPa - τ _b	Comprimento da BL adotado da BL (cm)	63,0
CONSUMO DE AÇO CA-50 PARA AS BARRAS DE LIGAÇÃO			
50,0	Espaçamento entre as BL (cm)	Diâmetro da BL (mm)	8,0
7,0	Quantidade de BL (un)	Massa nominal do Aço CA-50 - Ø 8 mm (kg/m)	0,395
63,0	Comprimento da BL (cm)	Consumo de Aço CA-50 para as BL (kg/m ²)	0,32
<p>Nas juntas longitudinais são consideradas 7 barras de ligação espaçadas a cada 50 cm em cada uma das juntas longitudinais, sendo no total 1 junta longitudinal ao longo da seção transversal de 7,2 m de largura.</p> <p>O comprimento deste tipo de barra é igual a 62 cm com bitola de 8 mm e massa nominal igual a 0,395 kg/m. Portanto, o consumo de aço CA-50 é igual a 1,71 kg (7 x 1 x 0,62 m x 0,395 kg/m) para 5,47 m² de concreto simples.</p> <p>Assim, o consumo de aço CA-50 destinado às barras de ligação, para 1 m² de concreto simples, é igual a 0,32 kg/m² (1,71 kg ÷ 5,47 m²).</p>			
RESUMO DA QUANTIDADE DE MATERIAIS			
3,08	Consumo de Aço CA-50 (kg/m ²)		
6,48	Consumo de Aço CA-25 (kg/m ²)		
0,01	Consumo de arame recozido 18 B/WG (kg/m ²)		

6.3.8 Selagem de Juntas

Todas as juntas (transversais e longitudinais) deverão ser alargadas através de corte com disco diamantado, limpas com ar comprimido e seladas com material elástico apropriado (selante à base de poliuretano ou silicone), respeitando o fator de forma indicado no projeto detalhado de juntas, garantindo a estanqueidade do sistema.

7 PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL

7.1 CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES

As caixas coletoras destinam-se à captação das águas que escoam pelos meios-fios e calçadas. As caixas de captação de águas superficiais são projetadas de tal forma que a areia fique depositada em um compartimento facilitando a limpeza das mesmas, conforme projeto.

Está prevista a substituição das caixas, que deverão ser executadas de acordo com o projeto, no que se refere às dimensões da espessura das paredes e locação das mesmas na plataforma.

Para a execução das caixas deverá ser realizada escavação no local da vala e realizado o reaterro com o material da escavação.

Os materiais empregados na sua execução deverão ser blocos de concreto, assentados sobre piso de concreto simples, com espessura de 10 cm, e rejuntados entre si, com argamassa de cimento e areia média com traço em volume de 1:3 respectivamente, deve ser executada uma cinta de amarração (viga de concreto com barras longitudinais). Os elementos devem ser bem rejuntados para evitar infiltração entre os elementos de ligação provocando erosão e recalques no reaterro e garantir estanqueidade no reservatório de água no sifão.

8 ESTUDO DO TRAÇADO

A elaboração do Projeto Geométrico desenvolveu-se com apoio nos elementos levantados na fase de estudos topográficos e nas Normas para Projetos Geométricos de Estradas de Rodagem, e demais estudos e projetos inter-relacionados.

Com base no levantamento topográfico, foi lançado o eixo da estrada, tentando usar o máximo do eixo existente.

O greide foi projetado de maneira a corrigir alguns pontos críticos, procurando sempre que possível atender aos pontos de cotas obrigatórias, conservando-se ao máximo o existente.

O gabarito proposto no projeto segue o estabelecido em levantamento, no que diz respeito aos alinhamentos frontais das testadas de cada lote, cabendo ao Município de Trombudo Central aprovar os projetos de acordo com o que determina a legislação municipal vigente. Nas seções tipo demonstrativas do projeto é possível visualizar com

mais detalhes os elementos a serem implantados como largura de cada pista e outros elementos.

Obs.: A empresa executora deverá solicitar o arquivo digital e o arquivo com as cotas e as referências topográficas para a locação da obra.

9 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Os serviços de pavimentação serão executados obedecendo as fases de serviço descritas a seguir.

9.1 REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA

Consiste no preparo da camada de regularização do subleito que compreendem cortes e/ou aterros até 20 cm de espessura e a compactação da mesma, de modo a conferir condições adequadas em termos geométricos e tecnológicos.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados através da topografia com aparelho de precisão, como: locação, nivelamento e outros.

Deverá ser realizada a regularização do subleito, com energia de compactação normal ou intermediária conforme especificações DNIT 164/2013-ME.

9.1.1 Materiais

Os materiais empregados na regularização do subleito serão os do próprio subleito desde que comprovado o CBR > 6% através do Método DNIT 172/2016-ME. No caso de substituição ou adição de material, estes deverão ser provenientes de ocorrências de materiais indicados no projeto e expansão inferior a 2%.

9.1.2 Equipamento

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida, e poderá compreender basicamente as unidades: Motoniveladora pesada, equipada com escarificador; Caminhão-tanque irrigador; Trator agrícola; Grade de disco; Rolos compactadores compatíveis com o tipo de material empregado e as condições de densificação especificadas, devendo incluir obrigatoriamente rolo liso pneumático autopropulsor com pressão variável.

9.1.3 Execução

Toda vegetação, material orgânico e solos moles deverão ser removidos.

Após a execução de cortes e adição de material necessário para atingir o greide de projeto, proceder-se-á a uma escarificação geral na profundidade de 20 cm, seguida de

pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento. Não será permitida a execução dos serviços desta especificação em dias de chuva.

O teor de umidade dos materiais utilizados na regularização do subleito, para efeito de compactação, deverá estar situado no intervalo que garanta um ISC mínimo igual ao obtido no ensaio do Método DNIT 172/2016-ME. Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á o umedecimento da camada, se demasiada seca, ou a escarificação e aeração, se excessivamente úmida. Concluída a correção da umidade, a camada será conformada pela ação da motoniveladora e, em seguida, liberada para compactação.

Dever-se-á evitar a liberação da regularização do subleito ao tráfego usuário, em face da possibilidade de o mesmo causar danos ao serviço executado, em especial sob condições climáticas adversas.

9.1.4 Controle Tecnológico

Um ensaio para determinação da massa específica aparente seca *in situ* (Método DNIT 458/2025-ME), pelo método do Frasco de Areia, com espaçamento máximo de 100 metros e com, no mínimo, três determinações por segmento.

Um ensaio para a determinação do Índice de Suporte Califórnia (Método DNIT 172/2016-ME), na energia de compactação adotada como referência para o trecho, para cada grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação, segundo a alínea "a", respeitando-se o espaçamento máximo de 500 m de pista.

Ensaio de granulometria, com espaçamento máximo de 500 m, de pista. Este ensaio não servirá para aceitação ou rejeição, porém é de utilidade no controle da homogeneidade dos solos de jazidas e para futuras comprovações e pesquisas.

Um ensaio de compactação com a energia especificada, com amostras coletadas a cada 100 m de pista, podendo o espaçamento ser aumentado, desde que se verifique a homogeneidade do material.

9.2 CAMADA DE BRITA GRADUADA

Para os serviços, deverão ser seguidas as especificações do DNIT 141/2010-ES, no tocante a especificações de materiais, compactação, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados de serviços através de topografia com aparelho de precisão, como por exemplo locação, nivelamento e outros.

9.2.1 Materiais

Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e isentos de material vegetal e impurezas, não apresentando filito, argilito e arenito na composição da rocha e apresentando ainda as seguintes condições:

- a) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, Método DNIT 446/2024, devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:
 - Agregados graúdos.....12%
 - Agregados miúdos.....15%
- b) O Índice de Suporte Califórnia, Método DNIT 172/2016-ME, com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%;
- c) Para N menor que $5 \cdot 10^6$, maior ou igual a 60% e, para N maior que $5 \cdot 10^6$, maior ou igual a 80% sendo a energia de compactação preferencialmente a intermediária e modificada respectivamente;
- d) Granulometria, Método DNIT 412/2025-ME, por via lavada, enquadrada na faixa I.

Peneira		Porcentagem Passando, em Peso			
Série ASTM	Abertura (mm)	I	II	III	IV
2"	50,8	100	100		
1½"	38,1	90 - 100	90 - 100		
1"	25,4	70 - 95	75 - 90	100	100
3/8"	9,5	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
Nº 4	4,8	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
Nº 10	2,0	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
Nº 40	0,42	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
Nº 200	0,074	2 - 8	5 - 15	5 - 15	5 - 20

9.2.2 Equipamentos

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida e poderá compreender as unidades: carregador frontal, caminhões basculantes, motoniveladora pesada, grade de discos e/ou pulvimisturador, trator agrícola, caminhão tanque irrigador, rolos compactadores liso

vibratório e pneumático autopropulsor com pressão variável, central de mistura dotada de unidade dosadora com três silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pugmill", distribuidor de agregados (solos) autopropulsor.

9.2.3 Execução

O produto da mistura deverá sair da "Usina de Solos" perfeitamente homogeneizado, com teor de umidade ligeiramente acima do ótimo, de forma a fazer frente às perdas no decorrer das operações construtivas subsequentes. No transporte, deverão ser tomadas as precauções para que não haja perda ou adição excessiva de umidade.

Não se recomenda a estocagem do material usinado, pelos riscos de segregação inerentes a tal operação.

A mistura usinada deverá ser espalhada com "distribuidor de agregados", capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação. Opcionalmente, mediante autorização da Fiscalização, a distribuição poderá ser procedida pela ação de motoniveladora, sendo que, neste caso, deverão ser estabelecidos critérios de trabalho que não causem a segregação do material e assegurem a qualidade do serviço.

Não se recomenda o espalhamento parcial ou por etapas, quanto à espessura e largura de camada individual. O espalhamento deverá ser feito de modo a se evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto, isto seja necessário, admite-se conformação pela atuação da motoniveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.

O teor de umidade da mistura, por ocasião da compactação, deve estar compreendido no intervalo de -2% a +1% em relação a umidade ótima. Preferencialmente, deve ser iniciada, no ramo seco, com umidade de, no máximo, 1% abaixo da umidade ótima.

Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á ao umedecimento da camada, se demasiadamente seca, ou a escarificação e aeração se estiver excessivamente úmida. Nesse caso o material deverá ser conformado, pela ação da motoniveladora e, em seguida, liberado para compactação.

A compactação da camada será executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável.

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando nos bordos mais baixos e progredindo no sentido do ponto mais alto da seção transversal, exigindo-se que, em cada passada do equipamento, seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa densificada pela passagem anterior.

Eventuais manobras do equipamento de compactação deverão se proceder fora da área de densificação.

Em lugares inacessíveis ao equipamento convencional de compactação, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida será obtida através de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

A operação de acabamento se dará mediante o emprego de motoniveladora atuando exclusivamente em operação de corte. Complementarmente, a camada receberá um número adequado de coberturas através dos rolos compactadores.

Após a verificação e aceitação do segmento, deverá ser lançada a camada posterior. Quando prevista, deverá ser executada a imprimação do segmento, tão logo se constate a evaporação de umidade superficial.

Não se recomenda a abertura do segmento ao tráfego. No entanto, a critério da Fiscalização, e em caráter excepcional, o segmento poderá ser liberado pelo menor espaço de tempo possível, sem prejuízo à qualidade do serviço.

9.2.4 Controle Tecnológico

Anteriormente ao início da primeira execução na obra, ou no caso de se constatar alteração mineralógica (visual) na jazida ou na bancada da pedreira em exploração, ou de ocorrer mudança na fonte de materiais, deverão ser executados os seguintes ensaios:

- Abrasão "Los Angeles" (Método DNIT 451/2024-ME);
 - Durabilidade (Método DNIT 446/2024);
 - Equivalente de Areia (Método DNIT 450/2024-ME).
- a) Deve-se determinar a energia de compactação necessária para obtenção da máxima "MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA";
 - b) Um ensaio de equivalente de areia, Método DNIT 450/2024-ME, a cada 500 m de pista;
 - c) Um ensaio de granulometria, Método DNIT 412/2025-ME, por via lavada, a cada 250 m de pista devendo a composição granulométrica da amostra enquadrar-se na "faixa de trabalho". Os serviços serão aceitos se os valores

obtidos através estiverem em relação à curva de projeto, dentro dos limites estabelecidos abaixo:

PENEIRA		% PASSANDO, EM PESO
ASTM	mm	
3/8" a 1 1/2"	9,5 a 38,1	± 7
Nº 10 a Nº 4	2,0 a 4,8	± 5
Nº 200 a Nº 40	0,074 a 0,42	± 2

- d) Um ensaio para a determinação da massa específica aparente seca, *in situ*, pelo método do Frasco de Areia, Método DNIT 458/2025-ME, com espaçamento máximo de 100 m e com no mínimo três determinações por segmento. O serviço será aceito se o teor de umidade para a compactação se situar na faixa fixada através da curva ISC x umidade, de forma a se obter valor para o ISC no mínimo igual ao obtido no ensaio do Método DNIT 172/2016-ME e, o grau de compactação, apresente valor de no mínimo 100% em relação a massa específica aparente seca máxima obtida conforme alínea "b".

Notas:

- No caso de paralisação, ou de demora acentuada na execução dos serviços de uma camada de brita graduada, o ensaio de granulometria deverá ser refeito de forma a garantir que, no momento da compactação, o material ainda atenda ao especificado. No caso de não atendimento, a providência a adotar será retirar o material colocado e refazer o serviço com novo material atendendo às exigências da especificação. A remoção do material e o acerto da camada inferior, para reinício do serviço, será com ônus total da Construtora, excetuando-se quando o serviço tiver sido aceito, anteriormente à paralisação;
- Em caso de não atendimento dos itens "c" e/ou "d", a providência a adotar é retirar o material colocado e refazer o serviço com o material que satisfaça a exigência desta especificação. A remoção do material e o acerto da cama inferior, para reinício dos serviços serão com ônus exclusivo da Construtora;
- Em caso de não atendimento aos itens "e" e/ou "f", a camada deverá ser escarificada e o serviço refeito, com ônus exclusivo da construtora.

9.3 LONA PLÁSTICA 200 MICRAS

Deverá ser instalada lona plástica 200 micras sobre a camada de brita graduada a fim de não permitir a aderência da placa de concreto com a camada. A lona deverá ser instalada em todo a área a ser pavimentada, garantindo sobreposição de, no mínimo, 30 cm das emendas e formas laterais para impedir o escoamento da nata de cimento e a umidade ascendente. Antes da concretagem deverá ser verificada toda a área a fim de confirmar a não existência de furos, rasgos, falta de traspasse e outros, que possam comprometer a impermeabilidade.

9.4 PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO

Pavimento de concreto simples para uso em vias urbanas é o pavimento cuja camada é constituída por placas de concreto de cimento Portland, não armadas (ou eventualmente com armadura sem função estrutural), que desempenham simultaneamente as funções de base e de revestimento.

9.4.1 Formas de Madeira

A execução das formas deverá atender às prescrições da NBR 6118 e das demais normas pertinentes aos materiais empregados (madeira e aço).

As formas e seus escoramentos deverão ter suficiente resistência para que as deformações, devido a ação das cargas atuantes e das variações de temperatura e umidade, sejam desprezíveis. As formas serão construídas corretamente para reproduzir os contornos, as linhas e as dimensões requeridas no projeto estrutural.

Garantir-se-á a estanqueidade das formas, de modo a não permitir as fugas de natas de cimento.

A amarração e o espaçamento das formas deverá ser feito de modo a garantir a estabilidade da caixaria, impedindo deformações. A ferragem será mantida afastada das formas por meio de espaçadores.

As formas deverão ser alocadas anteriormente à execução do pavimento e estarem de acordo com a topografia. Deverão ser assentadas na camada subjacente com base no alinhamento da pista, bem como serem fixadas com ponteiros de aço, no máximo a cada metro, de modo a suportar sem quaisquer deslocamentos os esforços inerentes ao trabalho. Para o perfeito assentamento as formas ainda devem ser calçadas em toda a sua extensão, não sendo permitidos apoios isolados.

O topo das formas deverá coincidir com a superfície de rolamento prevista, fazendo-se necessária a verificação do alinhamento e do nivelamento, não sendo admitidos desvios altimétricos ou diferenças planialtimétricas.

Deverá, também, ser efetuada verificação do fundo de caixa (no centro da pista) não se admitindo espessura, ao longo de toda a seção transversal, inferior à especificada no projeto.

9.4.2 Tela de Aço Soldada Q138 com Espaçador

Colocação da tela de aço conforme indicado no projeto, nas placas de dimensões irregulares (não retangulares ou não quadradas) e no entorno das caixas de captação, deverá ser implantada uma tela soldada do tipo Q138 a 5 cm da superfície do pavimento e no máximo a 1/3 da parte superior da placa, devendo distar 5 cm de qualquer bordo da placa. Deverão ser usados espaçadores treliçados para garantir a posição correta da tela.

9.4.3 Materiais Constituintes do Concreto

Os tipos de cimento Portland considerados adequados à pavimentação de concreto simples devem seguir as especificações da NBR 16697. Preferencialmente devem ser utilizados cimentos com módulos de finura menores (Blaine), que normalmente são os do tipo CP-II. Os agregados, água, aditivos e aço deverão seguir os requisitos do item 5 da norma do DNIT 047 e o recebimento e armazenamento conforme recomendado nas normas DNIT 050 - EM.

A composição (traço) do concreto destinado à execução de pavimentos rígidos deverá ser determinada por método racional, conforme requisitos especificados nas normas NBR 12655 e NBR 12821, de modo a obter-se com os materiais disponíveis na região uma mistura fresca de trabalhabilidade adequada ao processo construtivo empregado e, simultaneamente, um produto endurecido compacto e durável, de baixa permeabilidade (alta densidade), e que satisfaça às condições de resistência mecânica e acabamento superficial impostas pela especificação, que deve acompanhar o projeto do pavimento.

- Resistência característica à tração na flexão ($f_{ctM,k}$) $\geq 4,5$ MPa aos 28 dias, atendendo-se às referências de controle definidas no projeto. A resistência à tração na flexão será determinada em corpos de prova prismáticos, conforme procedimentos constantes nas normas NBR 5738 e NBR 12142.

- Poderá ser realizado o controle tecnológico através da resistência característica à compressão axial equivalente (f_{ck}) desde que determinada em ensaio a correlação, utilizando-se os materiais que efetivamente serão aplicados na obra. A resistência à compressão axial será determinada em corpos de prova cilíndricos, moldados e ensaiados conforme os requisitos e procedimentos constantes nas normas NBR 5738 e NBR 5739.
- Relação água / cimento máxima: $A/C \leq 0,50$ l/Kg.
- Abatimento, determinado conforme a norma NBR 7223 utilizando equipamento de pequeno porte (régua ou treliça vibratória): para vias 100% planas S100 (Slump de 100 a 155 mm). Para vias em aclives S50 (Slump de 50 a 95 mm).
- A dimensão máxima característica do agregado no concreto não deverá exceder 1/4 da espessura da placa do pavimento ou 50mm, obedecido o menor valor.
- Teor de argamassa entre 47% e 53%.
- Uso de microfibras: é utilizada para minimizar as fissuras de retração plástica. O contratado deve propor o seu uso em quantidade de acordo com as especificações do fabricante e deve ser aprovado pela fiscalização.
- Uso de macrofibras: é utilizada para minimizar as fissuras de retração plástica e conferir aumento da resistência a tração na flexão. O contratado deve propor o seu uso em quantidade de acordo com as especificações do fabricante e deve ser aprovado pela fiscalização.

9.4.4 Equipamentos para Execução

Para a execução do pavimento rígido deverá ser utilizado equipamento compatível com as características da obra e necessidade de produtividade para a situação em questão. Esses equipamentos estão descritos e especificados na norma DNIT 047/2004 - ES e podem ser do tipo régua, treliça ou rolo vibratório. Serão aceitos equipamentos de maior porte (formas-trilho e/ou pavimentadoras de formas deslizantes) desde que aplicáveis à obra. Neste caso, para outros equipamentos, devem ser seguidas as normativas específicas, DNIT 048 - ES (Execução de pavimento rígido com equipamento de forma-trilho) e DNIT 049 – ES (Execução de pavimento rígido com equipamento de forma deslizante).

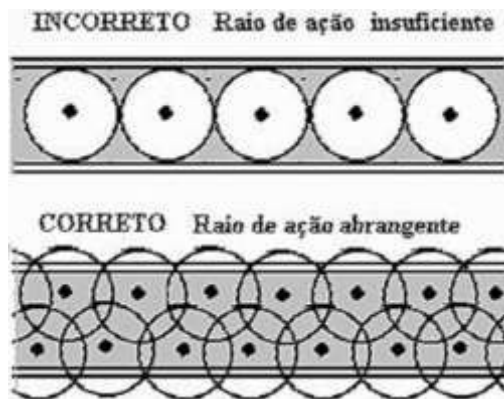
Além do equipamento principal de espalhamento do concreto, a contratada fará uso dos seguintes equipamentos complementares para a correta execução do pavimento:

- Formas de madeira de contenção lateral do concreto em quantidade suficiente para 2 dias de produção;
- Bomba de pulverização costal manual (mínimo duas);
- Plataforma de apoio ou ponte de serviço: Necessária para eventuais acabamentos do concreto após a passagem do equipamento de espalhamento. Normalmente fabrica-se este equipamento na obra, prevendo-se possíveis mudanças de larguras;
- Serras de disco diamantado, autopropelidas (corta e anda) em quantidade suficiente para atendimento à demanda de cortes (mínimo duas);
- Sistema de iluminação auxiliar. Dependendo do planejamento da obra, grande parte dos cortes das juntas pode vir a ser executado a noite gerando a necessidade de mobilização de um sistema de iluminação eficiente na frente de trabalho;
- Lona plástica, para em caso de chuva proteger-se o concreto fresco em fase de pega;
- Desempenadeira metálica de cabo longo - Float manual (mínimo dois);
- Elementos para texturização: Vassoura de piaçava ou pente metálico;
- Rodo de corte de secção retangular (mínimo 3m) de cabo longo;
- Réguas de alumínio de comprimento $\geq 3\text{m}$ com secção retangular, para aferição do nivelamento da superfície acabada (mínimo três);
- Ferramentas manuais de pedreiro e armador (pás, enxadas, turquesas, etc) em quantidade suficiente para o bom andamento da obra;
- Vibradores de imersão (motor a gasolina), diâmetro $> 50\text{mm}$ (mínimo dois).

9.4.5 Adensamento e Conformação do Concreto

O equipamento para execução do pavimento de concreto será, preferencialmente, de pequeno porte do tipo régua, treliça ou rolo vibratório.

Além do adensamento superficial realizado pelos equipamentos vibratórios deverá ser realizado adensamento complementar com vibradores de imersão em toda a largura concretada, respeitando-se o raio de vibração do equipamento. Atentar para a sobreposição dos pontos de adensamento, conforme figura abaixo.



A verificação da regularidade longitudinal da superfície deverá ser feita por meio de uma régua de alumínio com mais de 3m de comprimento. Qualquer variação na superfície, superior a 5 mm, seja uma depressão ou uma saliência, deverá ser corrigida de imediato.

Eventualmente, caso as características da via permitam, podem ser utilizados equipamentos com maior produtividade (formas-trilho ou pavimentadoras de formas deslizantes), adequando-se, neste caso, às condições de execução e canteiro.

9.4.6 Acabamento e Texturização do Concreto

O acabamento final do concreto deverá ser realizado, primeiramente, por meio da utilização do rodo de corte (para retirada de irregularidades na superfície) e, na sequência com a utilização do float manual (desempenadeira de cabo longo) para o desempenho final do pavimento. Estes serviços devem ser executados imediatamente após o adensamento do concreto.

Logo a seguir, deve-se proceder com a texturização do pavimento, que deve estar de acordo com os parâmetros definidos em projeto e validados pelo Município (quando solicitado pela fiscalização). Para tanto deve-se fazer uso de vassouras de fios de nylon, vassouras de piaçava ou pentes metálicos que provocarão ranhuras na superfície das placas.

A vassoura ou o pente metálico podem ser passados na direção transversal ou longitudinal à faixa concretada, de forma homogênea e constante, afim de obter ranhuras contínuas, uniformes e alinhadas ao longo do pavimento como um todo. As ranhuras devem ser leves para não comprometer o acabamento final do pavimento e evitar geração acentuada de ruídos.

9.4.7 Cura do Concreto

Deve ser empregada a cura química, com produto a base PVA, polipropileno ou parafina, com pigmentação branca (clara), que obedeça aos requisitos descritos na norma ASTM-C 309. O produto deve ser aplicado em toda a superfície do pavimento na razão de 0,35 l/m² a 0,50 l/m² (conforme indicação do fabricante) visando a formação de película plástica, cujo objetivo é impedir a perda de água de amassamento do concreto para o ambiente. Este serviço deve ser executado por meio de aspersão imediatamente após a execução da texturização na superfície do pavimento de concreto. Como o período total de cura será de 7 dias, recomenda-se a não circulação de qualquer tráfego sobre o pavimento recém executado.

Caso as condições climáticas apresentem-se muito exacerbadas, calor ou frio em demasiado e/ou muito vento, deve-se proceder com cura úmida adicional neste período de 7 dias, espalhando-se mantas de geotêxtil umidificadas sobre o pavimento recém executado.

9.4.8 Desmoldagem

As formas só poderão ser retiradas decorridas ao menos 12 horas da finalização da concretagem (atentar para as especificações do concreto) e, desde que o concreto possa suportar sem nenhum dano a operação de desmoldagem. Durante a desmoldagem deverão ser tomados os cuidados necessários para evitar o esborcinamento nos cantos das placas.

Recomenda-se que as faces laterais das placas, ao serem expostas pela remoção das formas, sejam imediatamente protegidas por processo que lhes proporcione condições de cura análogas às da superfície do pavimento.

9.4.9 Juntas de Retração

A locação das seções onde serão executadas as juntas deverá ser feita por medidas topográficas, devendo ser determinadas as posições futuras por pontos fixos estabelecidos nas duas margens da pista ou, ainda, sobre as formas estacionárias. Deve-se estabelecer um Plano de Corte no qual se determine o momento adequado e a ordem de abertura das juntas transversais, que devem ser trabalhadas de modo a aliviar as tensões no pano concretado. Em síntese, deve-se adotar uma estratégia de corte na qual os panos venham sendo reduzidos, aliviando assim as tensões incidentes.

As juntas deverão obedecer a paginação do projeto e serem serradas no primeiro momento possível após o final de pega do concreto, momento no qual o concreto jovem já se encontra endurecido e é possível apoiar o equipamento de corte sem provocar depressões no concreto. Esse momento específico vai depender das condições climáticas, do concreto e diversos outros aspectos, mas, na grande maioria dos casos ele se dá por volta de 6-10h após a concretagem. A profundidade do corte será de 1/3 da espessura da placa e sua largura será de 3 mm. Estas juntas não precisam ser preenchidas com material selante. Somente em casos extremos, nos quais o projeto especificar armaduras de transferência de carga esse procedimento será necessário e, neste caso, atendidas as recomendações especificadas. Ao fim de cada jornada de trabalho, ou sempre que a concretagem tiver de ser interrompida por mais de 30 minutos, deverá ser executada uma junta de construção cuja posição deve coincidir com a de uma junta transversal indicada no projeto.

9.4.10 Juntas de Expansão

São utilizados em encontro com OAEs e outras estruturas de concreto. Confeccionado com POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) de espessura de 5 mm. Será inserido posteriormente material selante nesta junta. O objetivo da selagem de juntas é minimizar a infiltração de água superficial e prevenir a entrada de material incompressível em camadas do pavimento. Selantes a frio (silicones) devido a suas propriedades, são altamente indicados para a selagem de juntas de pavimentos, dado sua alta resistência às intempéries, sua elasticidade e recuperação de forma, e seu baixo módulo de deformação. A expectativa de vida é de aproximadamente 10 anos conforme garantia de fabricantes.

9.4.11 Controle de Qualidade e Ensaaios

A empresa vencedora da licitação deverá apontar laboratório que irá realizar os ensaios e controle de qualidade para a prefeitura que terá poder de veto caso este laboratório não apresente os requisitos técnicos necessários.

9.4.11.1 Determinação do Abatimento do Concreto

Deverá ser feita segundo a norma NBR 7223, em amostra coletada de cada amassada (ou betonada), antes da aplicação em obra.

9.4.11.2 Controle Geométrico

Durante a execução de cada trecho de pavimento definido para inspeção, procede-se à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, de 20m em 20m ao longo do eixo, para verificar se a largura e a espessura do pavimento estão de acordo com o projeto.

Para a verificação da espessura, esta relocação e nivelamento deverão ser feitos nos mesmos pontos, tanto no topo da sub-base (antes da execução do pavimento de concreto), como no topo do pavimento de concreto (após a sua execução).

O trecho de pavimento será aceito quando:

- A variação na largura das placas for inferior a $\pm 5\%$ em relação às especificadas em projeto.
- A espessura mínima verificada for \geq àquela definida em projeto. **Não serão aceitas placas com espessura inferior à especificada.**

9.4.11.3 Controle do Acabamento Superficial

Após a conclusão de cada trecho, antes da liberação ao tráfego, este deverá ser avaliado quanto ao conforto e à suavidade ao rolamento de acordo com a especificidade e velocidade limite da via, e conforme a norma DNIT 063 - PRO (Pavimento de Concreto - Avaliação Subjetiva).

O laudo desta avaliação deverá atribuir ao trecho inspecionado um conceito sobre a condição geral da estrutura e do comportamento da pavimentação, avaliando os aspectos de integridade, capacidade e regularidade superficial, resistência à derrapagem, potencial de hidroplanagem e outros. Este conceito será dado por uma nota entre 0 e 100, sendo aprovados quanto a estes aspectos somente os trechos que apresentarem nota igual ou superior a 40.

Caso o trecho não seja aceito, a superfície do pavimento deverá ser reparada e, caso isto não seja possível, os trechos considerados com acabamento ruim deverão ser demolidos e refeitos.

9.4.11.4 Determinação da Resistência do Concreto

Na inspeção do concreto deverá ser determinada a resistência à tração na flexão na idade de controle fixada no projeto, ou então a resistência à compressão axial, desde que tenha sido estabelecida através de ensaios, para o concreto em questão, uma

correlação confiável entre a resistência à tração na flexão e a resistência à compressão axial.

9.4.11.5 Moldagem dos Corpos-de-prova

A cada trecho de no máximo 2.500m² de pavimento, definido para inspeção, deverão ser moldados aleatoriamente e de amassadas diferentes, no mínimo, 6 exemplares de corpos de prova sendo cada exemplar constituído por, no mínimo, 2 corpos de prova prismáticos ou cilíndricos de uma mesma amassada, cujas dimensões, preparo e cura deverão estar de acordo com a norma NBR 5738. Na identificação dos corpos de prova deverá constar a data da moldagem, a classe do concreto e outras informações julgadas necessárias.

9.4.11.6 Ensaios

Os corpos de prova deverão ser ensaiados na idade de controle fixada no projeto, sendo a resistência à tração na flexão determinada nos corpos de prova prismáticos conforme a norma NBR 12142, e a resistência à compressão axial nos corpos de prova cilíndricos de acordo com a norma NBR 5739.

Dos 2 resultados obtidos será escolhido o de maior valor, que será considerado como sendo a resistência do exemplar.

9.4.11.7 Determinação da Resistência Característica

A resistência característica estimada do concreto do trecho inspecionado à tração na flexão ou à compressão axial será determinada a partir das expressões:

$$f_{ctmk,est} = f_{ctm28} - K_s \text{ ou } f_{ck,est} = f_{c28} - K_s$$

Onde:

$f_{ctmk,est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à tração na flexão;

f_{ctm28} = resistência média do concreto à tração na flexão, na idade de 28 dias;

$f_{ck, est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão axial;

f_{c28} = resistência média do concreto à compressão axial, na idade de 28 dias;

s = desvio padrão dos resultados;

k = coeficiente de distribuição de Student;

n = número de exemplares.

O valor do coeficiente k é função da quantidade de exemplares do lote, sendo obtido na Tabela abaixo.

n	6	7	8	9	10	12	15	18	20	25	30	32	> 32
k	0,92 0	0,90 6	0,89 6	0,88 9	0,88 3	0,87 6	0,86 8	0,86 3	0,86 1	0,85 7	0,85 4	0,84 2	0,84 2

9.4.11.8 Aceitação Automática

O pavimento será aceito automaticamente quanto à resistência do concreto, quando se obtiver uma das seguintes condições:

$$f_{ctM, est} \geq f_{ctM,k}$$

ou

$$f_{ck, est} \geq f_{ck}$$

9.4.11.9 Verificações Suplementares

Quando não houver aceitação automática deverão ser extraídos no trecho, em pontos uniformemente espaçados, no mínimo, 6 corpos de prova cilíndricos de 15 cm de diâmetro, segundo a norma NBR 7680, ou corpos de prova prismáticos, conforme a norma ASTM-C 42, os quais serão ensaiados respectivamente à compressão axial (norma NBR 5739) e à tração na flexão (norma NBR 12142). Estes corpos de prova devem ser extraídos das placas que apresentarem as menores resistências no resultado do controle.

Com os resultados obtidos nestes corpos de prova será determinada a resistência característica pela fórmula $f_{ctM, est} = f_{ctM28} - K_s$ ou $f_{ck, est} = f_{c28} - K_s$. O trecho será aceito se for atendida a condição $f_{ctM, est} \geq f_{ctM,k}$ ou $f_{ck, est} \geq f_{ck}$. Caso esta condição não seja atendida deverá ser feita revisão do projeto, adotando para a resistência do concreto do trecho a resistência característica estimada e a espessura média determinada no controle geométrico.

Se o trecho ainda não for aceito deverá ser adotada, de acordo com o parecer da Fiscalização e sem ônus para o Contratante, uma das seguintes decisões:

- Aproveitamento do pavimento, com restrições ao carregamento ou ao uso.
- Reforço do pavimento.
- Demolição e reconstrução pavimento.

9.4.12 Controle de Trafegabilidade e Sequência Executiva

Deverá ser traçado um plano de execução entre a prefeitura e o contratante relativo as faixas de concretagem de modo a permitir o trânsito nas áreas não pavimentadas ou impedimento completo do tráfego.

A contratada é responsável pelo controle de trafegabilidade (pedestres, automóveis e outros) sobre o pavimento a ser executado e sobre o pavimento já executado.

A liberação do tráfego sobre pavimento já executado acontecerá somente quando o concreto atingir 80% da resistência de projeto. Esta informação deverá ser fornecida pela empresa contratada para fornecimento do concreto e tal informação deverá ser devidamente documentada. Este prazo não poderá ser inferior a 7 dias período no qual o concreto ainda se encontra em período de cura.

9.4.13 Limpeza e Acabamento Final

Deverá ser efetuada a completa limpeza da pista antes de sua liberação por completo ao tráfego, buscando eliminar quaisquer detritos que venham a atrapalhar sua utilização. A obra deve ser liberada apenas após a completa execução dos serviços de sinalização horizontal.

9.4.14 Aceite da Obra

A contratante através do seu corpo técnico irá analisar todos os relatórios de controle de qualidade e ensaios para aceite da obra.

A obra será considerada aceita e entregue somente após entrega do relatório final comprovando estarem cumpridos todos os requisitos do controle de qualidade baseados nos ensaios realizados.

A contratante reserva-se o direito de não aceitar a obra caso os resultados não estejam de acordo com os critérios normativos estabelecidos, bem como pode pedir a realização de novos ensaios tantos quantos forem necessários para essa avaliação. A contratante terá amplo e irrestrito acesso às informações relativas aos serviços e materiais descritos neste documento.

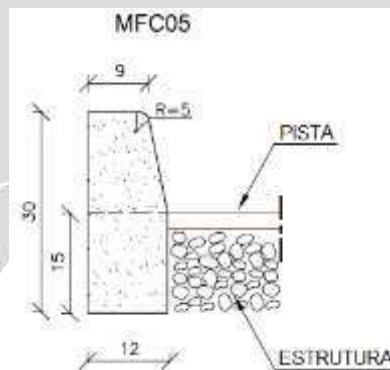
10 MEIO-FIO

Os meios-fios são dispositivos posicionados ao longo do pavimento, e mais elevado que este, com duplo objetivo: limitar a área destinada ao trânsito de veículos e

conduzir as águas precipitadas sobre o pavimento e passeios para outros dispositivos de drenagem.

Os meios-fios de concreto tipo 5, serão posicionados ao longo do pavimento e mais elevado que este, com duplo objetivo: limitar a área destinada ao trânsito de veículos e conduzir as águas precipitadas sobre o pavimento para outros dispositivos de drenagem. Quando a pavimentação da pista for de material intertravado, o meio-fio tipo 5 também terá o objetivo de servir de travamento para tal pavimento.

Figura 6 – Meio-fio tipo 5



Fonte: DNIT (2010).

11 SINALIZAÇÃO VIÁRIA

11.1 PINTURA DE FAIXA DE CONTRASTE

Antes da pintura das faixas de sinalização viária deverá ser realizada a pintura de contraste na cor preta com uma largura total de 20cm, sendo 10cm de cada lado da faixa de sinalização. A especificação dos materiais e execução segue as mesmas da pintura das faixas de sinalização, porém sem a aplicação da microesfera de vidro.

11.2 PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS

Na sinalização horizontal deverão ser usados os materiais (tinta e microesfera de vidro), especificadas de acordo com as Normas Técnicas.

A largura das faixas deve ser de 10 cm para o eixo e 10 cm para as bordas.

A espessura é de 0,06 mm úmida.

A tinta aplicada, após a secagem física total, deve apresentar plasticidade e características de adesividade à microesfera de vidro e ao pavimento, produzir película

seca, fosca de aspecto uniforme, sem apresentar fissuras, gretas ou descascamento durante o período de vida útil.

Os termos técnicos utilizados na Tinta de Sinalização Rodoviária estão definidos na NBR 11862.

- a) A tinta deve ser fornecida para uso em superfície betuminosa;
- b) A tinta, logo após abertura do recipiente, não deve apresentar sedimentos, natas e grumos;
- c) A tinta deve estar apta a ser aplicada nas seguintes condições: temperatura do ar entre 15 e 35 °C / temperatura do pavimento não superior a 40 °C e umidade relativa do ar até 90%;
- d) A tinta deve ter condições para ser aplicada por máquinas apropriadas e ter a consistência especificada, sem ser necessária a adição de outro aditivo qualquer. Pode ser adicionado no máximo 5% de solvente em volume de tinta, compatível com a mesma para acerto de viscosidade;
- e) A tinta, quando aplicada na quantidade especificada, deve recobrir perfeitamente o pavimento e permitir a liberação ao tráfego no período máximo de tempo de 30 minutos;
- f) A tinta deve manter integralmente a sua coesão e cor após aplicação no pavimento;
- g) A tinta, quando aplicada sobre a superfície betuminosa, não deve apresentar sangria nem exercer qualquer ação que danifique o pavimento;
- h) A tinta pode ser fornecida na cor Branca N 9,5 e/ou amarela 10 YR 7,5/14, respeitando os padrões e tolerâncias do código de cores *Munsell*.

Trombudo Central (SC), 19 de janeiro de 2026.

**JUAN PERES
DE
OLIVEIRA:04
452657958**

Assinado de forma digital por JUAN PERES DE OLIVEIRA:04452657958
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=83797191000191, ou=PRESENCIAL, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=EM BRANCO, ou=AC Instituto Fenacon RFB, cn=JUAN PERES DE OLIVEIRA:04452657958
Dados: 2026.01.28 15:38:27 -03'00'

Juan Peres de Oliveira
Eng. Civil – CREA/SC 155.753-9
Coordenador Geral de Projetos

**GABRIELA
SKOWASCH
BOSSE:0436473
0971**

Assinado de forma digital por GABRIELA SKOWASCH BOSSE:04364730971
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=1910935900120, ou=PRESENCIAL, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=EM BRANCO, ou=AC Instituto Fenacon RFB, cn=GABRIELA SKOWASCH BOSSE:04364730971
Dados: 2026.01.28 15:43:27 -03'00'

Gabriela Skowasch Bosse
Eng. Civil – CREA/SC 178.970-0
Chefe de Equipe

**SIDNEI
BOSSE:586
39195900**

Assinado de forma digital por
SIDNEI BOSSE:58639195900
DN: c=BR, o=ICP-Brasil,
ou=19109359000120,
ou=PRESENCIAL, ou=Secretaria da
Receta Federal do Brasil - RFB,
ou=RFB e-CPF A3, ou=EM BRANCO,
ou=AC Instituto Fenacon RFB,
cn=SIDNEI BOSSE:58639195900
Dados: 2026.01.28 15:43:43 -03'00'

Sidnei Bosse

Eng. Agrim. – CREA/SC 030.984-9
Membro de Equipe

**ANTONIO
CARLOS DE
OLIVEIRA:6011
6633972**

Assinado de forma digital por ANTONIO
CARLOS DE OLIVEIRA:60116633972
DN: c=BR, o=ICP-Brasil,
ou=83797191000191, ou=PRESENCIAL,
ou=Secretaria da Receita Federal do
Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=EM
BRANCO, ou=AC Instituto Fenacon RFB,
cn=ANTONIO CARLOS DE
OLIVEIRA:60116633972
Dados: 2026.01.28 15:44:09 -03'00'

Antônio Carlos de Oliveira

Eng. Agrim – CREA/SC 032.895.5
Membro de Equipe

