GRUPO AZIMUTE
www.grupoazimute.com.br

azimute ENGENHARIA

PROJETOS DE INFRAESTRUTURAS VIÁRIAS E GEOTÉCNICAS



Prefeitura de Joinville

PROJETOS EXECUTIVOS PARA OBRAS VIÁRIAS DIVERSAS RUAS DO MUNICÍPIO DE JOINVILLE

ETAPA 01 - ESTUDO PRELIMINAR – ESTUDO GEOTÉCNICO
VOLUME ÚNICO – RUA JARIVATUBA

REL-11055-E22-113-PM-02-B

Joinville, SC - Setembro de 2024.

Clicksign 38232260-8af0-4671-9679-e5c88638d15a

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

PROJETOS EXECUTIVOS PARA OBRAS VIÁRIAS DIVERSAS RUAS DO MUNICÍPIO DE JOINVILLE

Logradouro: Rua Jarivatuba

Extensão total: 983,35m

ETAPA 01 - ESTUDO PRELIMINAR – ESTUDO GEOTÉCNICO

VOLUME ÚNICO

- Elaboração: AZIMUTE Engenharia
- Contratação: Prefeitura Municipal de Joinville
- Ordem de serviço – interna Azimute: 11055
- Ordem de serviço – contratual: 0016156033
- Concorrência: Edital nº 347/2022
- Contrato: TC 379/2023 (PMJ)

B	Setembro/2024	Julia	Ajuste da extensão do projeto	Gabriel	Fátima
A	Julho/2024	Julia	Emissão inicial	Gabriel	Fátima
Rev.	Data	Elaboração	Modificação	Verificação	Coordenação

Clicksign 38232260-8af0-4671-9679-e5c88638d15a

Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 2

SUMÁRIO

1.0 - APRESENTAÇÃO 4

2.0 - IDENTIFICAÇÃO DA OBRA 5

2.1 - Mapa de Situação 5

2.2 - Planta de Localização 7

3.0 - ESTUDO GEOTÉCNICO E EXECUÇÃO DAS SONDAGENS 9

3.1 - Introdução 9

3.1.1 - Execução dos serviços 9

3.1.2 - Plano de sondagens e amostragens 10

3.1.3 - Laudos dos ensaios 29

4.0 - TERMO DE ENCERRAMENTO 49

Clicksign 38232260-8af0-4671-9679-e5c88638d15a

Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 3

1.0 - APRESENTAÇÃO

A empresa AZIMUTE Engenharia entrega nesta oportunidade o **Estudo Geotécnico e Execução de Sondagens**, integrante da Etapa 01 - Estudo Preliminar, referente aos Projetos Executivos para Obras Viárias de Diversas Ruas do Município de Joinville – Rua Jarivatuba.

O projeto de engenharia será elaborado contendo o seguinte escopo contratado:

- Etapa 01 - Estudo Preliminar:
  - Plano de Trabalho Consolidado (PTCo);
  - Estudos Topográficos;
  - Estudos Geotécnicos e Execução de Sondagens;
  - Estudos Hidrológicos;
  - Estudos de Tráfego.

- Etapa 02 - Projeto Executivo:
  - Projeto Executivo Geométrico;
  - Projeto Executivo de Terraplenagem;
  - Projeto Executivo de Drenagem Pluvial;
  - Projeto Executivo de Pavimentação;
  - Projeto Executivo de Sinalização Horizontal e Vertical;
  - Projeto Executivo de Obras Complementares;
  - Orçamentos Estimativos e Cronograma Físico-Financeiro da Obra.

Ademais, adiciona-se quando julgado pela contratada em projetos que contenham situações específicas, a entrega do relatório “Estudo de traçado”, como forma de apresentar a concepção inicial da geometria proposta para o local.

Os serviços apresentados baseiam-se nos termos contratuais firmados, cuja referência é:

- Ordem de Serviço – interna Azimute: 11055
- Ordem de Serviço – contratual: 0016156033
- Concorrência - Edital nº 347/2022
- Contrato: TC 379/2023 (PMJ)

AZIMUTE Engenharia

Setembro de 2024

Clicksign 38232260-8af0-4671-9679-e5c88638d15a

Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 4

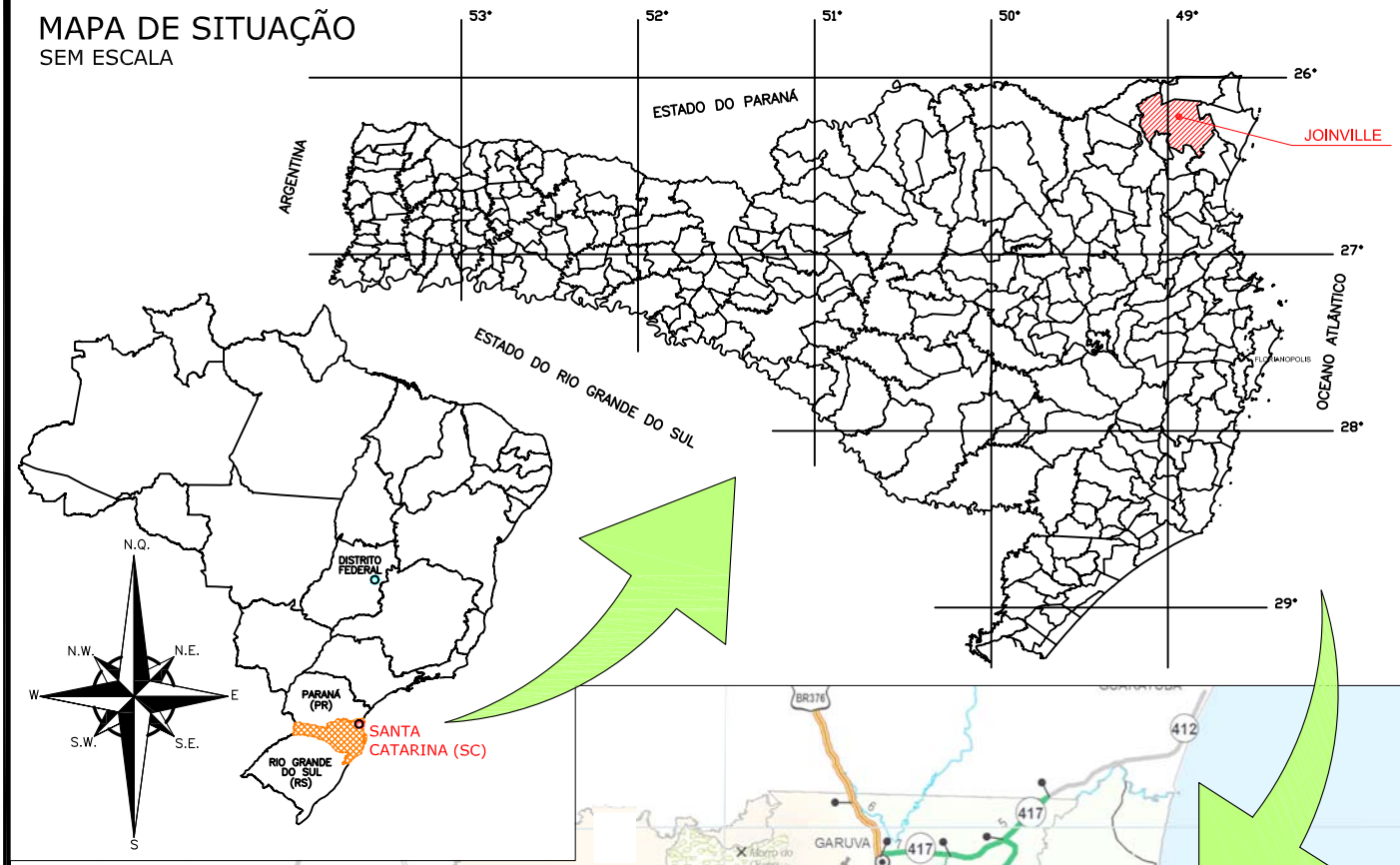
2.0 - IDENTIFICAÇÃO DA OBRA

2.1 - Mapa de Situação

Clicksign 38232260-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 5

MAPA DE SITUAÇÃO

SEM ESCALA





NOTAS:

1. ESTE DESENHO CONTÉM INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS À FINALIDADE QUE SE PROPÕE E NÃO DEVE SER UTILIZADO PARA OUTROS FINS SEM CONSULTAR O RESPONSÁVEL TÉCNICO.

REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
A	22/07/2024	JULIA	EMISSÃO INICIAL PARA COMENTÁRIOS	FÁTIMA	FÁTIMA

CONTRATANTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

REPRESENTANTE DA PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE:

OBJETO: Projetos Executivos de Obras Viárias - Via Urbana
Rua Jarivatuba

PROJETO: MAPA DE SITUAÇÃO

Empresa Contratada: azimute ENGENHARIA

TÍTULO: PROJETO EXECUTIVO

DESENHISTA:	COORD. GERAL:	RESPONSÁVEL TÉCNICO:
Julia da Silva	Engº Vander Plske CREA-SC 061487-1	Engº Antônio Carlos Ramuski CREA-SC 026930-7
PROJETO: Julia da Silva		

Nº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Nº Empresa Contratada SIT-11055-E22-113-DE-01-A	22/07/2024	SEM ESCALA	01

NOTA : Direitos autorais protegidos pela lei 5.988 de 14/12/73.
Vedada a reprodução, alteração, cópia, total ou parcial, sem autorização expressa do autor.

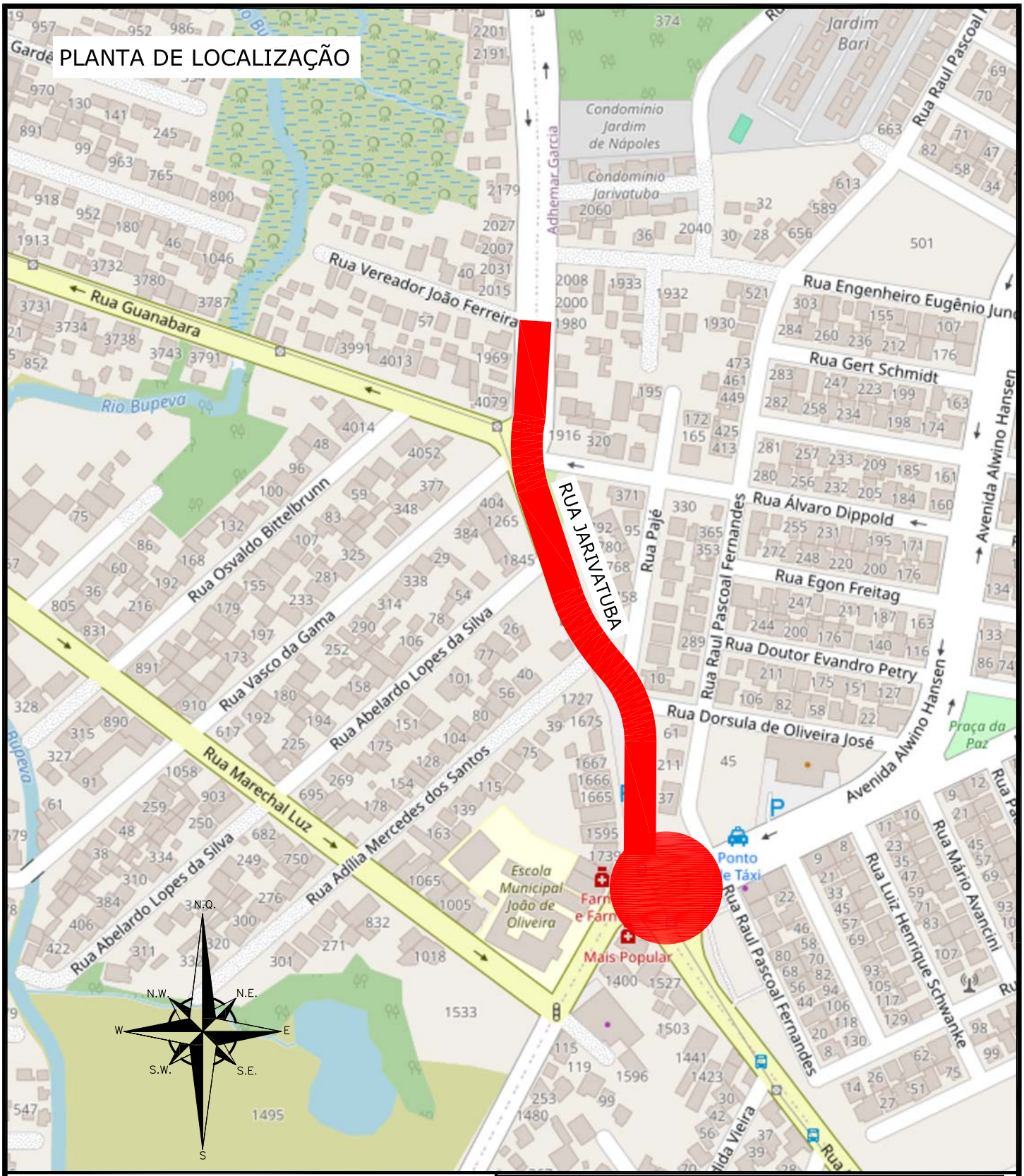
PAPEL RECICLÁVEL

Clicksign 38232260-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (3823226-0.078329-0 / pg. 6

2.2 - Planta de Localização

Clicksign 38232220-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 7

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO



NOTAS:

1. ESTE DESENHO CONTÉM INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS À FINALIDADE QUE SE PROPÕE E NÃO DEVE SER UTILIZADO PARA OUTROS FINS SEM CONSULTAR O RESPONSÁVEL TÉCNICO.

LEGENDA:

LOCAL DO PROJETO – EXTENSÃO: 983,35m

REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
B	28/08/2024	JULIA	AJUSTE DA EXTENSÃO	FÁTIMA	FÁTIMA
A	22/07/2024	JULIA	EMISSÃO INICIAL PARA COMENTÁRIOS	FÁTIMA	FÁTIMA

Prefeitura de Joinville

CONTRATANTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

REPRESENTANTE DA PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE:

OBJETO: Projetos Executivos de Obras Viárias - Via Urbana Rua Jarivatuba

PROJETO: PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

Empresa Contratada: azimute ENGENHARIA

TÍTULO: PROJETO EXECUTIVO

DESENHISTA: Julia da Silva

PROJETO: Julia da Silva

COORD. GERAL: Engº Vander Piske CREA-SC 061487-1

RESPONSÁVEL TÉCNICO: Engº Antônio Carlos Ramuski CREA-SC 026930-7

Nº PMJ

Nº Empresa Contratada: LCL-11055-E22-113-DE-01-B

DATA: 28/08/2024

ESCALA: SEM ESCALA

FOLHA: 01

NOTA: Direitos autorais protegidos pela lei 5.988 de 14/12/73.
Vedada a reprodução, alteração, cópia, total ou parcial, sem autorização expressa do autor.

PAPEL RECICLÁVEL

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a

Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (3066 / 1 / 1) - 0 - SEI 06.0.078329-0 / pg. 8

3.0 - ESTUDO GEOTÉCNICO E EXECUÇÃO DAS SONDAGENS

3.1 - Introdução

O estudo geotécnico tem por objetivo realizar o detalhamento das condições do subleito existente ao longo do projeto, determinando as características físico-mecânicas do solo, a classificação dos materiais encontrados e fornecendo de informações a respeito da presença e profundidade do lençol freático. O estudo geotécnico visa à caracterização qualitativa e quantitativa das condicionantes e problemas geotécnicos existentes e contempla as seguintes fases:

- Fase preliminar: onde se determinou a programação de investigações geotécnicas;
- Fase de campo: destinada às prospecções geotécnicas e coleta de amostras;
- Fase de laboratório: em que foram executados os ensaios;
- Fase de escritório: em que os resultados foram analisados e processados.

3.1.1 - Execução dos serviços

3.1.1.1 - Equipe técnica

Os estudos realizados foram coordenados por dois engenheiros responsáveis com auxílio de laboratorista, dois auxiliares de laboratório e auxiliares técnicos, todos com larga experiência profissional.

A equipe mencionada foi responsável pela execução dos furos de sondagem a trado, coleta de amostras, descrição expedita das amostras e execução dos ensaios de laboratório. A data de execução dos ensaios está apresentada nos boletins de sondagens e ensaios.

3.1.1.2 - Equipamentos

Na Tabela a seguir são apresentados os materiais e equipamentos utilizados para a execução das sondagens, coletas de amostras e monitoramento do nível do lençol freático.

Clicksign 38232260-8af0-4671-9679-e5c88638d15a

Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 9

Tabela 3.1 - Materiais e equipamentos utilizados.

Trado tipo cavadeira	Trado tipo helicoidal	Trena metálica
Sacos para coleta de amostras	Sacos plásticos	Etiquetas de identificação
Cilindros metálicos	Bandejas metálicas	Béquer de vidro
Soquete metálico	Lona para secagem de solos	Provetas de vidro
Régua metálica	Espátulas de lâmina flexível	Cilindros de cravação
Balança eletrônica capacidade 20kg, precisão de 0,1g	Estufa elétrica, capacidade máxima 300ºC	Cápsulas metálicas
Tanque	Relógios comparadores, curso de 0,01mm	Prensa de solos
Extrator de corpo de prova	Cápsula de porcelana	Escova de cerdas metálicas
Peneiras de 50 mm, 38 mm e 25 mm, 19 mm, 9,5mm, 4,8mm, 2,0 mm, 1,2 mm, 0,60 mm, 0,42mm, 0,25 mm, 0,15 mm e 0,075mm.	Balança eletrônica capacidade 1kg, precisão de 0,01g	Placa de vidro de superfície esmerilhada
Aparelho de Casagrande	Cinzel	Cilindro comparador

3.1.2 - Plano de sondagens e amostragens

O referido plano abrangeu os seguintes itens:

- ST - Execução de sondagens a trado;
- AM/AS - Coleta de amostras deformadas de solo para execução dos ensaios de granulometria por peneiramento, limites de liquidez e plasticidade, compactação, determinação da expansão e do Índice de Suporte Califórnia (ISC ou CBR);
- DS - Densidade “in situ”;
- PI – Poço de Inspeção.

A primeira etapa do Estudo Geotécnico contemplou a programação e realização dos furos de sondagens a trado e coleta de amostras deformadas. Os serviços de campo consistiram em levantamentos que procuraram identificar as camadas de solos encontrados (classificando-os de forma expedita) e o nível do lençol freático, quando atingido. Também foram coletadas amostras para realizar os ensaios de laboratório.

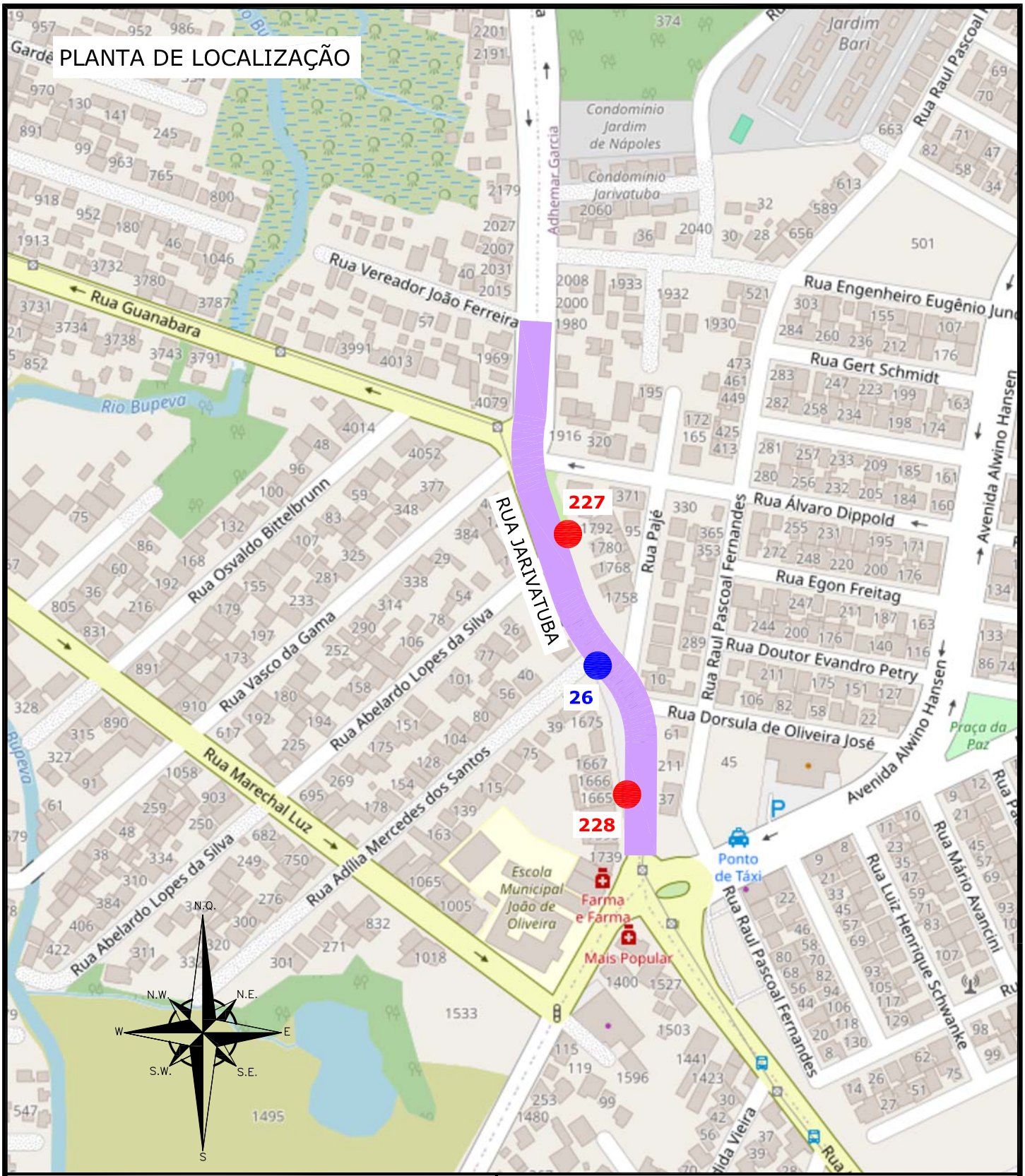
Ademais, não está sendo apresentada a caracterização do revestimento primário das vias, pois os furos de sondagens e coletas de amostras foram executados nos bordos externos as vias, e assim, evitando interferências no tráfego local e promovendo maior segurança no momento da execução.

A localização das sondagens e coletas realizadas estão apresentadas no croqui a seguir.

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a

Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 10

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO



NOTAS:

1. ESTE DESENHO CONTÉM INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS À FINALIDADE QUE SE PROPÕE E NÃO DEVE SER UTILIZADO PARA OUTROS FINS SEM CONSULTAR O RESPONSÁVEL TÉCNICO.

LEGENDA:

- LOCAL DO PROJETO
- LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE SONDAGEM A TRADO E COLETA DE AMOSTRA
- LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS DE INSPEÇÃO

REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
A	22/07/2024	JULIA	EMISSÃO INICIAL PARA COMENTÁRIOS	FÁTIMA	FÁTIMA

CONTRATANTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

REPRESENTANTE DA PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE:

OBJETO: Projetos Executivos de Obras Viárias - Via Urbana
Rua Jarivatuba

PROJETO: PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

Empresa Contratada: azimute ENGENHARIA

TÍTULO: PROJETO EXECUTIVO

DESENHISTA	COORD. GERAL	RESPONSÁVEL TÉCNICO
Julia da Silva	Engº Vander Plske CREA-SC 061487-1	Engº Antônio Carlos Ramuski CREA-SC 026930-7
PROJETO: Julia da Silva		

Nº PMJ	DATA	ESCALA	FOLHA
Nº Empresa Contratada: LCL-11055-E22-113-DE-02-A	22/07/2024	SEM ESCALA	01

NOTA: Direitos autorais protegidos pela lei 5.988 de 14/12/73.
Vedada a reprodução, alteração, cópia, total ou parcial, sem autorização expressa do autor.

PAPEL RECICLÁVEL

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (3[illegible] 0.078329.0 / pg. 11

3.1.2.1 - Poços de inspeção

São executados por meio de escavação vertical de uma seção circular ou quadrada para permitir o acesso de um observador para inspecionar as paredes e o fundo do furo e retirar amostras deformadas das camadas constituintes do pavimento. Essa técnica permite a verificação diretas da estrutura das camadas do pavimento existente.

Os resultados obtidos são expostos nos boletins de poço de inspeção, que configuram fichas contendo todas as informações pertinentes à execução das sondagens, como número de identificação do poço e local de referência. Os boletins ainda ilustram um perfil esquemático de cada poço indicando as camadas constituintes do pavimento estudado, a espessura de cada uma delas e suas respectivas profundidades de início e término. Por fim, é apresentado o registro fotográfico da execução do poço e também de todos os materiais encontrados durante a execução da mesma.



Figura 3.1 - Poço de Inspeção

3.1.2.2 - Ensaios geotécnicos

A coleta de amostras foi realizada respeitando diretrizes ditadas pela norma ABNT NBR 9604/2016.

Após a coleta, as amostras foram transportadas até o laboratório sede, em Joinville/SC e preparadas para realização dos ensaios de compactação e caracterização, conforme a norma ABNT NBR 6457/2016.

Os ensaios realizados, bem como as normas que regulamentam os procedimentos de execução de cada um, estão descritos a seguir.

- **Ensaio de compactação**

A compactação é um método de estabilização de solos que se dá por aplicação de alguma forma de energia. Seu efeito confere ao solo um aumento de seu peso específico e resistência ao cisalhamento, e uma diminuição do índice de vazios, permeabilidade e compressibilidade. Através do ensaio de compactação é possível obter a correlação entre o teor de umidade e o peso específico seco de um solo quando compactado com determinada energia. A Figura abaixo ilustra a execução do ensaio de compactação.

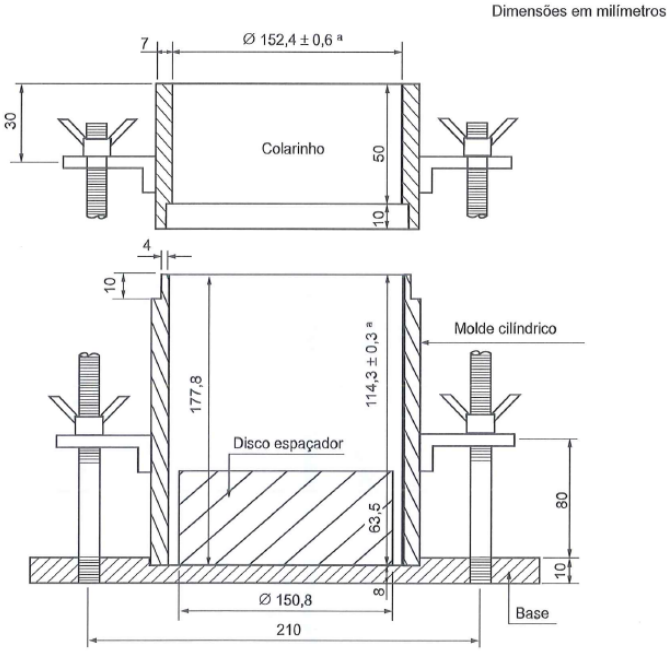
Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 12



Figura 3.2 - Ensaio de compactação

O ensaio de compactação também é conhecido como ensaio de Proctor e é regulamentado pela norma ABNT NBR 7182/2016. É executado para obtenção da curva de compactação da qual é extraída a densidade máxima e consequente umidade ótima do material.

Os principais equipamentos utilizados são: Balança, peneiras de 19 mm e 4,8mm, estufa, cápsulas, soquete e cilindros metálicos (Figura a seguir).



a Volume útil do molde cilíndrico igual a (2 085 cm^3 ± 22 cm^3).

Figura 3.3 - Cilindro grande (ISC)

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 13

O ensaio é repetido para diferentes teores de umidade, determinando-se, para cada um deles, o peso específico aparente. Com os valores obtidos, traça-se a curva massa específica aparente seca (ρd) x teor de umidade, obtendo-se o ponto correspondente a umidade ótima e a densidade máxima aparente seca (ρd, máx).

Para a determinação da massa específica aparente seca, utiliza-se a seguinte equação:

$$\rho_d = \frac{M_u \, x \, 100}{V \, (100 + w)}$$

Onde:

ρd é a massa específica aparente seca, expressa em gramas por centímetro cúbico (g/cm³);

Mu é a massa úmida do solo compactado, expressa em gramas (g);

V é o volume útil do molde cilíndrico, expresso em centímetros cúbicos (cm³);

w é o teor de umidade do solo compactado, expresso em porcentagem (%);

A massa específica aparente seca máxima é o valor correspondente à ordenada máxima da curva de compactação. A umidade ótima equivale ao valor de umidade correspondente, na curva de compactação, ao ponto de massa específica aparente seca máxima, como apresentado no exemplo a seguir.

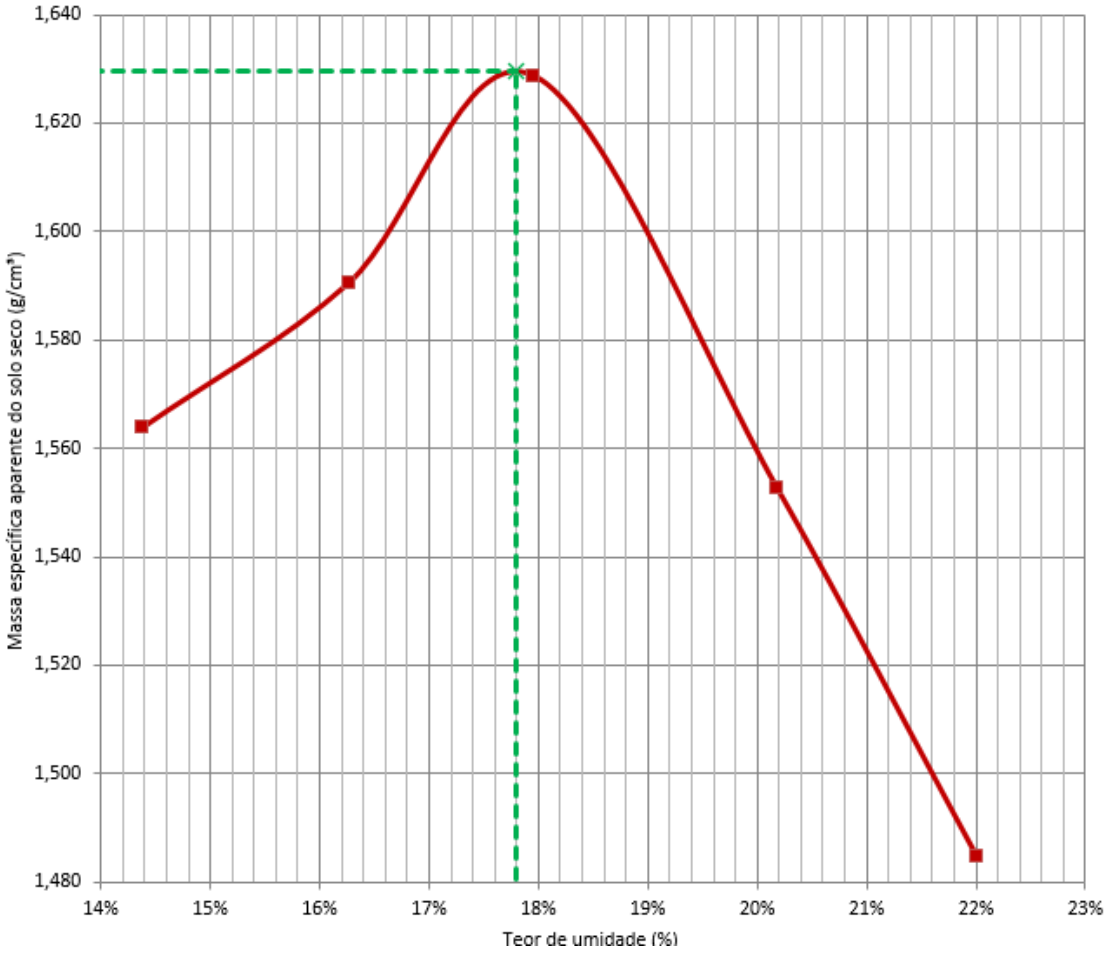


Figura 3.4 - Curva - Massa específica aparente seca máxima e umidade ótima correspondente.

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 14

- **Ensaios de Expansão e Índice de Suporte Califórnia – ISC (CBR)**

O Ensaio de CBR é determinado pela relação entre a pressão necessária para penetrar um pistão cilíndrico padronizado em um corpo de prova de um determinado solo e a pressão necessária para penetrar o mesmo pistão em uma brita graduada padrão. Assim sendo, ao se deparar com um resultado de CBR=10%, entende-se que aquele solo representa 10% da resistência à penetração da brita padronizada.

O ensaio também permite a obtenção de outro parâmetro importante relacionado com a durabilidade, que é o índice de expansibilidade do solo. Estes ensaios são regulamentados pela norma ABNT NBR 9895/2016.

Os principais equipamentos utilizados são: Balança, peneiras de 76 mm, 19 mm e 4,8mm, estufa, cápsulas, cilindro metálico, soquete, tanque, relógio comparador (deflectômetro) e prensa (Figura 3.5).

Inicialmente é realizada a compactação do corpo de prova com energia padrão (Proctor) seguindo os procedimentos apresentados no item referente ao ensaio de compactação. Após a moldagem do corpo de prova, os três pontos intermediários da curva de compactação são levados para imersão em tanque com água (Figura 3.6), em conjunto com os relógio comparadores, pelo período de 96h. Após esse período, é realizada a leitura da expansão de cada amostra.

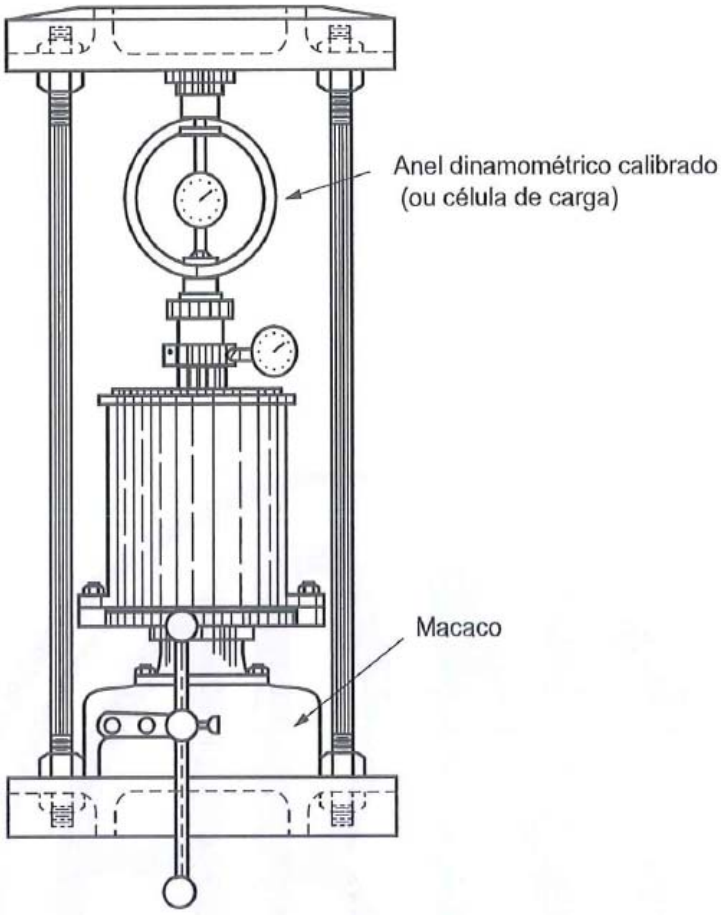


Figura 3.5 - Prensa para determinação do CBR.

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 15



Figura 3.6 - Ensaio de expansão.

Após retirado o corpo de prova da imersão, o mesmo é deixado para retirada do excesso de água por aproximadamente 15 minutos. Logo em seguida, leva-se para a prensa, onde será rompido através da penetração de um pistão cilíndrico, com uma velocidade de 1,27 mm/min. Utilizando um anel dinamômetro na prensa, registra-se os valores necessários para o cálculo das pressões de cada penetração. A Figura 4.10 ilustra a execução do rompimento da amostra para a determinação do CBR.



Figura 3.7 - Rompimento de amostra (CBR).

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a

Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 16

Para a determinação da expansão de cada corpo de prova, utiliza-se a seguinte equação:

$$\text{Expansão} = \frac{\text{leitura final} - \text{leitura inicial do relógio comparador (deflectômetro)}}{altura\ incial\ do\ corpo\ de\ prova}\ x\ 100$$

Para a determinação do CBR, é traçada a curva de pressão aplicada versus penetração do pistão. No gráfico obtido, são extraídos os valores de pressão correspondentes às penetrações de 2,54mm e 5,08mm, sendo necessária a correção da curva, caso esta apresente ponto de inflexão. O índice de suporte Califórnia é calculado utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{ISC ou CBR} = \frac{\text{pressão calculada ou pressão corrigida}}{pressão\ padrão}\ x\ 100$$

O CBR é o maior entre os valores obtidos para as penetrações de 2,54mm e 5,08mm em cada corpo de prova. As curvas traçadas podem ser observadas no exemplo a seguir.

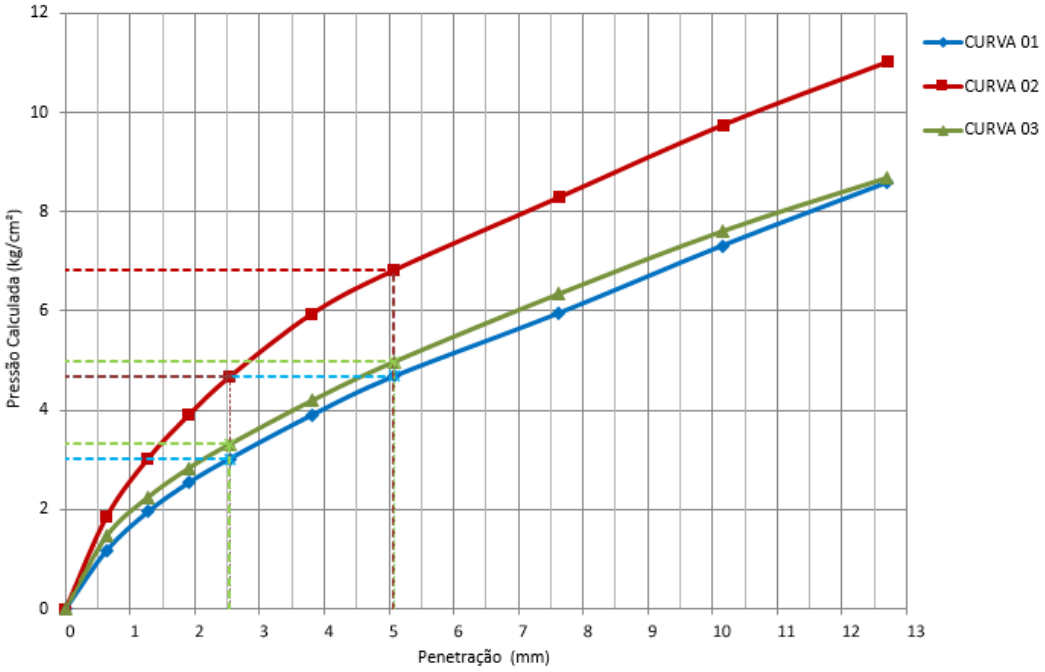


Figura 3.8 - Curva - Penetração do pistão x pressão calculada

Por fim, são elaborados gráficos de CBR versus teor de umidade e expansão versus teor de umidade, e são extraídos os valores de CBR e expansão correspondentes ao valor de umidade ótima obtido no ensaio de compactação.

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 17

- **Ensaio de granulometria**

O ensaio de granulometria é o processo utilizado para a determinação da percentagem em peso que cada faixa especificada de tamanho de partículas representa na massa total ensaiada, este ensaio é regulamentado pela norma ABNT NBR 7181/2016.

Através dos resultados obtidos desse ensaio é possível a construção da curva de distribuição granulométrica, tão importante para a determinação do tipo de material pelas classificações SUCS e HRB, bem como a estimativa de parâmetros para filtros, bases estabilizadas, permeabilidade, capilaridade etc. A determinação da granulometria de um solo pode ser feita apenas por peneiramento simples ou por peneiramento com sedimentação, se necessário.

Os principais equipamentos utilizados são: Balança, peneiras de 50 mm, 38 mm e 25 mm, 19 mm, 9,5mm, 4,8mm, 2,0 mm, 1,2 mm, 0,60 mm, 0,42mm, 0,25 mm, 0,15 mm e 0,075mm, estufa e cápsulas.

O procedimento é iniciado pelo Peneiramento Grosso, em que se lava o material na peneira #10 (2,0mm) e em seguida coloca-o na estufa. Posteriormente, peneira-se o material seco nas peneiras 50 mm, 38 mm e 25 mm, 19 mm, 9,5mm, 4,8mm, 2,0 mm e pesa-se a fração retida em cada peneira precedente.

Já no Peneiramento Fino, separa-se o material passante na peneira #10 (2,0mm) e lava-se em água corrente sobre a peneira #200 (0,075mm) para remoção dos torrões de argila. O material restante é então levado a estufa, e após seco, é peneirado nas peneiras 1,2 mm, 0,60 mm, 0,42mm, 0,25 mm, 0,15 mm e 0,075mm e pesa-se a fração retida em cada peneira precedente. A Figura abaixo ilustra a execução do peneiramento para a determinação da granulometria.



Figura 3.9 - Ensaio de granulometria.

Para calcular a massa total da amostra seca, é utilizada a equação a seguir:

$$M_s = \frac{(M_T - M_g)}{(100 + W)}\ x\ 100 + M_g$$

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 18

Onde:

Ms é a massa total da amostra seca;

MT é a massa da amostra seca em temperatura ambiente;

Mg é a massa do material seco retido na peneira de 2,0 mm;

W é a umidade higroscópica do material passado na peneira de 2,0 mm;

A porcentagem do material retido nas peneiras com aberturas que variam entre 2,0 mm e 50 mm é dada pela seguinte equação:

$$Q_g = \frac{(M_s - M_r)}{M_s}\ x\ 100$$

Onde:

Qg é a porcentagem de material passado em cada peneira;

Ms é a massa total da amostra seca;

Mr é a massa do material retido acumulado em cada peneira;

A porcentagem do material retido nas peneiras com aberturas que variam entre 0,0075 mm e 2,0 mm é dada pela seguinte equação:

$$Q_f = \frac{M_u x100 - M_r(100 + W)}{M_u x100}\ x\ N$$

Onde:

Qf é a porcentagem de material passado em cada peneira;

Mu é a massa do material úmido submetido ao peneiramento fino;

W é a umidade higroscópica do material passado na peneira de 2,0 mm;

Mr é a massa do material retido acumulado em cada peneira;

N é a porcentagem de material que passa na peneira de 2,0 mm.

Os resultados obtidos a partir do ensaio de granulometria são apresentados graficamente conforme o exemplo da figura a seguir, dispondo-se na abscissa os diâmetros das partículas, em escala logarítmica, e na ordenada, as porcentagens das partículas passantes ou retidas referentes aos diâmetros considerados, em escala aritmética.

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 19

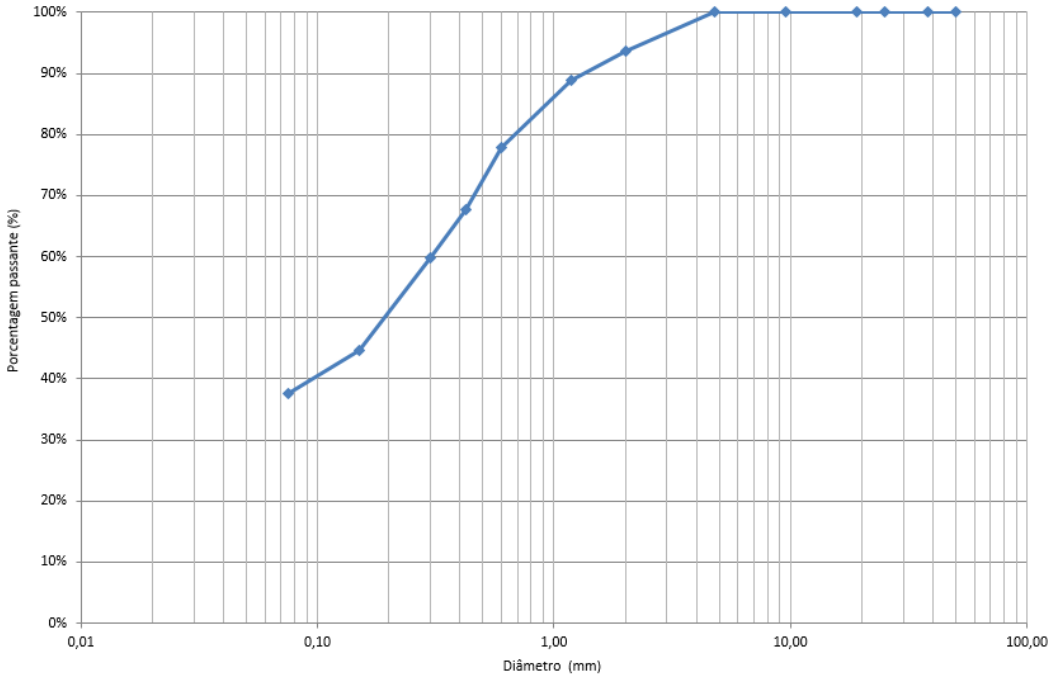


Figura 3.10 - Curva granulométrica (peneiramento).

- **Ensaio de Limite de Liquidez e Plasticidade (LL-LP)**

Conhecido também como Limites de Atterberg, estes ensaios permitem determinar os limites de consistência do solo. O termo consistência é usado para descrever um estado físico, isto é, o grau de ligação entre as partículas das substâncias. Quando aplicado aos solos finos ou coesivos, a consistência está relacionada à quantidade de água existente no solo, ou seja, ao teor de umidade. A Figura abaixo representa a execução do ensaio de limite de liquidez e plasticidade.



Figura 3.11 - Ensaio de Limites de Liquidez/Plasticidade.

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a

Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 20

O Limite de Liquidez (LL) é o teor de umidade do solo com que se unem, em um centímetro de comprimento, as bordas inferiores de uma canelura feita em uma massa de solo colocada na concha de um aparelho normalizado (Aparelho de Casagrande), sob a ação de 25 golpes da concha sobre a base desse aparelho. O Limite de Liquidez marca a transição do estado plástico ao estado líquido.

O Limite de Plasticidade (LP) é o valor de umidade na qual o solo passa do estado plástico para o estado semissólido. É o limite no qual o solo começa a se quebrar em pequenas peças, quando moldado em bastões de 3 mm de diâmetro. Ou seja, é o menor teor de umidade em que o solo se comporta plasticamente.

Os principais equipamentos utilizados nos ensaios são: Balança, estufa, placa de vidro esmerilhado, cápsula de porcelana, aparelho de Casagrande, cinzel e cilindro comparador.

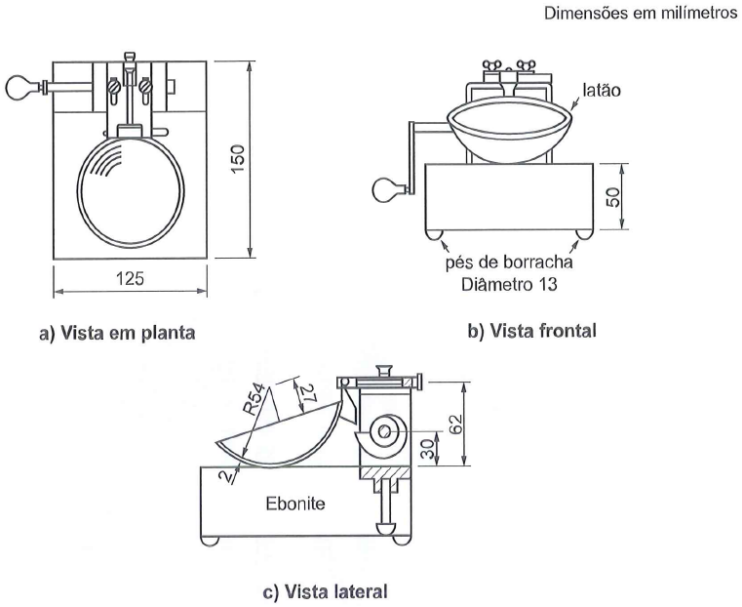


Figura 3.12 - Aparelho para determinação do limite de liquidez.

No ensaio de Limite de Liquidez, inicialmente acrescenta-se água na amostra de forma a se obter uma pasta homogênea. A mistura é então transferida para a concha, moldando-a de forma que na parte central a espessura seja da ordem de 10mm, em seguida a massa é dividida em duas partes com o auxílio do cinzel de forma a abrir uma ranhura em sua parte central.

A concha é golpeada contra a base do aparelho, deixando-a cair em queda livre e é anotado o número de golpes necessários para que as bordas inferiores da ranhura se unam ao longo de aproximadamente 13 mm de comprimento.

Por fim, é determinada a umidade da amostra e o procedimento é repetido com diferentes umidades de forma a se obter pelo menos 4 pontos de ensaio, cobrindo o intervalo de 35 a 15 golpes.

Os resultados obtidos a partir do ensaio são apresentados graficamente, como segue no exemplo da figura a seguir, dispondo-se na ordenada o número de golpes, em escala logarítmica, e na abscissa os teores de umidade correspondentes, em escala aritmética. O teor de umidade correspondente a 25 golpes será o limite de liquidez do solo.

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 21

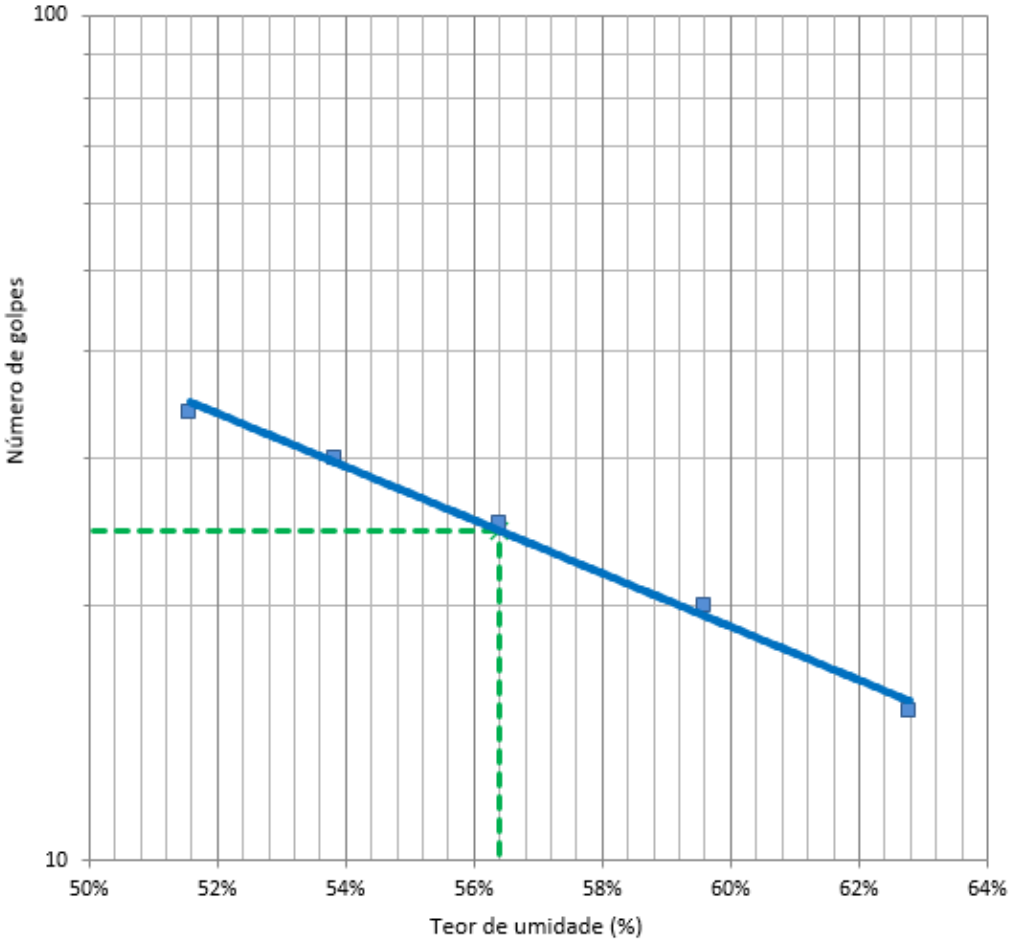


Figura 3.13 - Gráfico do limite de liquidez.

Para o ensaio do Limite de Plasticidade, a amostra é umedecida, e toma-se cerca de 10 g desta amostra formando uma pequena bola, que deve ser rolada sobre a placa de vidro com pressão suficiente para lhe dar a forma de cilindro. A amostra deverá se fragmentar com o diâmetro de 3 mm e comprimento da ordem de 100 mm e em seguida é medida a umidade do material.

O resultado final do Limite de Plasticidade é a média de pelo menos três valores de umidade considerados satisfatórios.

O Índice de Plasticidade é obtido pela seguinte equação:

$$IP = LL - LP$$

Estes ensaios são regulamentados pelas normas ABNT NBR 6459/2016 (Limite de liquidez) e ABNT NBR 7180/2016 (Limite de plasticidade).

É importante ressaltar que no caso de solos muito arenosos os limites de Atterberg podem não passíveis de determinação, neste caso o solo é classificado como NP (não plástico).

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a

Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 22

- **Ensaio de determinação da massa específica aparente “in situ”, com emprego do cilindro de cravação**

O ensaio de determinação da massa específica aparente, in situ é normatizado pela ABNT NBR 7185:2016. Determina a densidade do solo, umidade o grau da amostra in situ.

O ensaio é aplicado a solos de granulação fina, com consistência mole a média e isenta de pedregulhos, sendo realizado durante a execução de coleta das amostras ou durante a execução de camadas de pavimentação a fim de ser realizado o controle tecnológico das camadas de terraplenagem.

A figura a seguir demonstra a execução do ensaio do cilindro de cravação.

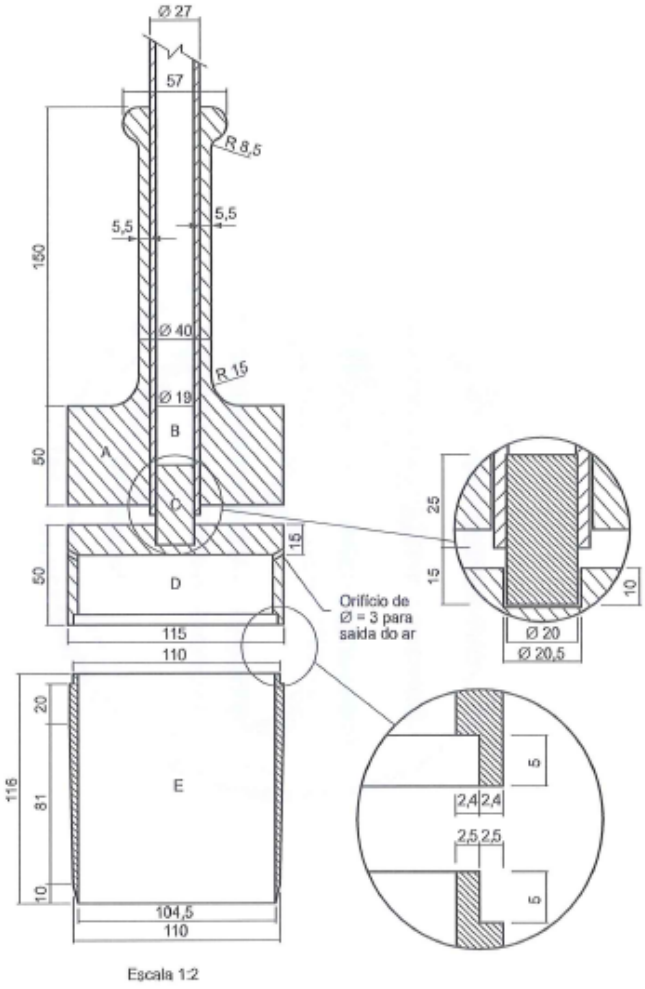


Figura 3.14 - Ensaio de densidade “in situ”.

O conjunto de cravação utilizado no ensaio está apresentado a seguir na figura abaixo.

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a

Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 23



Escala 1:2

Legenda

A	soquete de cravação em aço dotado de furo ϕ 29 mm;
B	haste-guia em tubo de aço galvanizado sem costura, reforçado, com 1,10 m de comprimento;
C	tarugo de aço inscrustrado, fixo em uma das pontas da haste, com 40 mm de comprimento;
D	colarinho em aço, dotado de quatro orifícios de 3 mm, diametralmente opostos, com rebaixo para encaixe do tarugo da haste-guia;
E	cilindro amostrador em aço, dotado de rebaixo para encaixe do colarinho.

Figura 3.15 - Equipamento de cravação (dimensões em mm).

Antes da realização do ensaio, deve ser determinada a massa e o volume interno dos cilindros de cravação, dados estes que serão utilizados para o cálculo da densidade em campo. A camada a ser ensaiada deve ser nivelada e estar isenta de partículas soltas. Inicia-se então a cravação do cilindro por meio da queda livre do soquete de cravação até o cilindro estar inteiramente cravado. Na sequência, escava-se o solo circunvizinho ao cilindro e executa-se o arrasamento a no mínimo 5cm abaixo do inferior do cilindro para não perturbar o solo dentro do mesmo. Utilizando a espátula, remove-se o excesso de solo das laterais do cilindro e com a régua biselada, são arrasadas ambas as faces do corpo de prova. Por fim, determina-se a massa do conjunto cilindro + solo e retira-se uma amostra do centro do cilindro para determinação da umidade de campo.

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 24

A massa específica aparente natural in situ é determinada utilizando a seguinte equação:

$$\rho nat = \frac{Mt - Mc}{Vc}$$

ρnat é a massa específica aparente natural do solo in situ, expressa em gramas por centímetro cúbico (g/cm³);

Mt é a massa do cilindro com a amostra úmida, expressa em gramas (g);

Mc é a massa do cilindro, expressa em gramas (g);

Vc é o volume interno do cilindro, expresso em centímetros cúbicos (cm³).

- **Classificação dos solos**

As classificações dos materiais foram realizadas com base em dois métodos: sistema rodoviário de classificação (HRB-AASHTO) e classificação pelo sistema unificado de classificação de solos (SUCS).

O sistema HRB (Highway Research Board) é empregado na análise de solos com finalidades rodoviárias. Esta classificação é baseada em análises de vários aspectos do solo, como granulometria, limite de plasticidade, limite de liquidez e índice de grupo. Os resultados gerados pelos cálculos que levam à classificação final são estimativos e arbitrários, e são otimizados para solos de climas temperados. Este resultado é indicativo da capacidade de suporte do material, e correlaciona-se com o CBR (ISC) do solo.

Um parâmetro adicionado nesta classificação é o índice de grupo (IG), que é um número inteiro variando de 0 a 20. O índice de grupo define a capacidade de suporte do terreno de fundação de um pavimento. Os valores extremos do “IG” representam solos ótimos para IG = 0 e solos péssimos para IG = 20. Portanto, este índice estabelece uma ordenação dos solos dentro de um grupo, conforme suas aptidões, sendo pior o solo que apresentar maior “IG”. A determinação do índice de grupo baseia-se nos limites de Atterberg (LL e IP) do solo e na porcentagem de material fino que passa na peneira número 200 (0,075mm).

Pelo Sistema HRB, os solos são classificados em sete grupos, de acordo com a granulometria (peneiras de nº 10, 40, 200) e de conformidade com os intervalos de variação dos limites de consistência e índice de grupo.

- Os solos grossos foram divididos em três grupos, A1, A2 e A3:

Grupo A1 - Solos granulares sem finos (pedregulho e areia grossa bem graduada, com pouca ou nenhuma plasticidade);

Grupo A2 - Solos granulares com finos (pedregulho e areia grossa bem graduados, com material cimentante de natureza friável ou plástico).

A-2-4 - finos siltosos de baixa compressibilidade;

A-2-5 - finos siltosos de alta compressibilidade;

A-2-6 - finos argilosos de média plasticidade;

A-2-7 - finos argilosos de alta plasticidade.

Grupo A3 - Areias finas.

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 25

- Os solos finos foram divididos em quatro grupos, A4, A5, A6 e A7:

Grupo A4 - Solos siltosos com pequena quantidade de material grosso e de argila (baixa compressibilidade LL < 40%);

Grupo A5 - Solos siltosos com pequena quantidade de material grosso e argila, rico em mica e diatomita (alta compressibilidade LL > 40%);

Grupo A6 - Argilas siltosas medianamente plásticas com pouco ou nenhum material grosso (baixa compressibilidade);

Grupo A7 - Argilas plásticas com presença de matéria orgânica (alta compressibilidade). A7-5, IP ≤ LL - 30% A7-6, IP > LL - 30%.

A Figura a seguir apresenta a classificação dos solos com base no sistema HRB e traz também as informações complementares necessárias para a utilização da tabela, como o cálculo do índice de grupo.

Classificação Geral	Materiais granulares (35% ou menos passando na peneira nº 200)							Materiais siltosos e argilosos (mais de 35% passando na peneira nº 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 / A-7-6
Peneiração: % que passa:											
Nº 10	50 máx.										
Nº 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.								
Nº 200 (p)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características da fração que passa nº 40											
Limite de Liquidez - LL (%)				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Indice de Plasticidade IP (%)	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Índice de Grupo	0		0	0		4 máx.		8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Materiais que predominam	Pedra Britada pedregulho e areia		Areia fina	Areia e areia silosa ou argilosa				Solos Siltosos		Solos argilosos	
Comportamento geral como subleito	Excelente a bom							Fraco a pobre			

Processo de classificação: Com os dados de laboratório, iniciar a classificação da esquerda para a direita, por eliminação. O primeiro grupo da esquerda que satisfazer os dados será o grupo procurado.

SOLOS A-7: Se IP ≤ LL -30, será A-7-5; Se IP > LL - 30, será A-7-6.

Índice de Grupo (IG): $IG = 0{,}2 \cdot a + 0{,}005 \cdot a \cdot c + 0{,}01 \cdot b \cdot d$

Onde:

p: teor de silte + argila do solo, ou seja, a porcentagem que passa na peneira nº 200.

a = p - 35 (se p > 75%, adota-se 75 e se p < 35%, adota-se 35) — a varia de 0 a 40 e $0{,}2 \cdot a$ varia de 0 a 8.

b = p - 15 (se p > 55%, adota-se 55 e se p < 15%, adota-se 15) — b varia de 0 a 40 e $0{,}01 \cdot b \cdot d$ varia de 0 a 8.

c = LL - 40 (se LL > 60%, adota-se 60 e se LL < 40%, adota-se 40) — c varia de 0 a 20 e $0{,}005 \cdot a \cdot c$ varia de 0 a 4.

d = IP - 10 (se IP > 30, adota-se 30 e se IP < 10, adota-se 10) — d varia de 0 a 20 e $0{,}01 \cdot b \cdot d$ varia de 0 a 8.

$IG_{mín.} = 0$ $IG_{máx.} = 20$

IG - o resultado final obtido deve ser um nº inteiro - aproximação para o nº inteiro acima.

Figura 3.16 - Classificação de solos – HRB. (Fonte: Manual de técnicas de pavimentação).

O sistema SUCS (ou U.S.C.) foi proposto por Arthur Casagrande no início da década de 40. Neste método a classificação de um solo é feita através de um símbolo (composto por um par de letras).

Os solos estão distribuídos em 6 grupos: pedregulhos (G), areias (S), siltes inorgânicos e areias finas (M), argilas inorgânicas (C), e siltes e argilas orgânicos (O). Cada grupo é então dividido em subgrupos de acordo com suas propriedades índices mais significativos.

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 26

As terminologias utilizadas no SUCS são:

• SOLOS GROSSOS:

G = gravel (pedregulho)

S= sand (areia)

W = well graded (bem graduado)

P = poorly graded (mal graduado)

C = clay (com argila)

M = mo (com silte)

• SOLOS FINOS:

L = low (baixa compressibilidade)

H = high (alta compressibilidade)

M = mo (silte em sueco)

O = organic (silte ou argila, orgânicos)

C = clay (argila inorgânica)

• TURFAS (Pt): Solos altamente orgânicos, geralmente fibrilares e muito compressíveis.

Neste método, primeiramente é verificada a porcentagem de finos presentes na amostra de solo, se a porcentagem passante na peneira #200 (0,075mm) for menor que 50% o solo é considerado grosso ou granular, se for mais que 50% o solo é considerado fino.

No caso dos solos grossos, a etapa seguinte leva em consideração a porcentagem passante na peneira #4 (4,75 mm), sendo menor que 50% o solo é classificado como pedregulho (G) se for maior que 50% é classificado como areia (S). A classificação ainda leva em consideração novamente a porcentagem passante na peneira #200, as curvas granulométricas e o índice de plasticidade.

Se o solo (grosso) contém 5% a 12% de finos, deverá ser representado por símbolo duplo: primeiro o do solo grosso (GW, GP, SW, SP), seguido pelo que descreve a fração fina.

Para os solos finos, é necessário avaliar o limite de liquidez, o índice de plasticidade e a presença ou não de matéria orgânica no solo de estudo.

Na Figura apresentada a seguir é exposto um fluxograma do sistema unificado de classificação de solos.

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 27

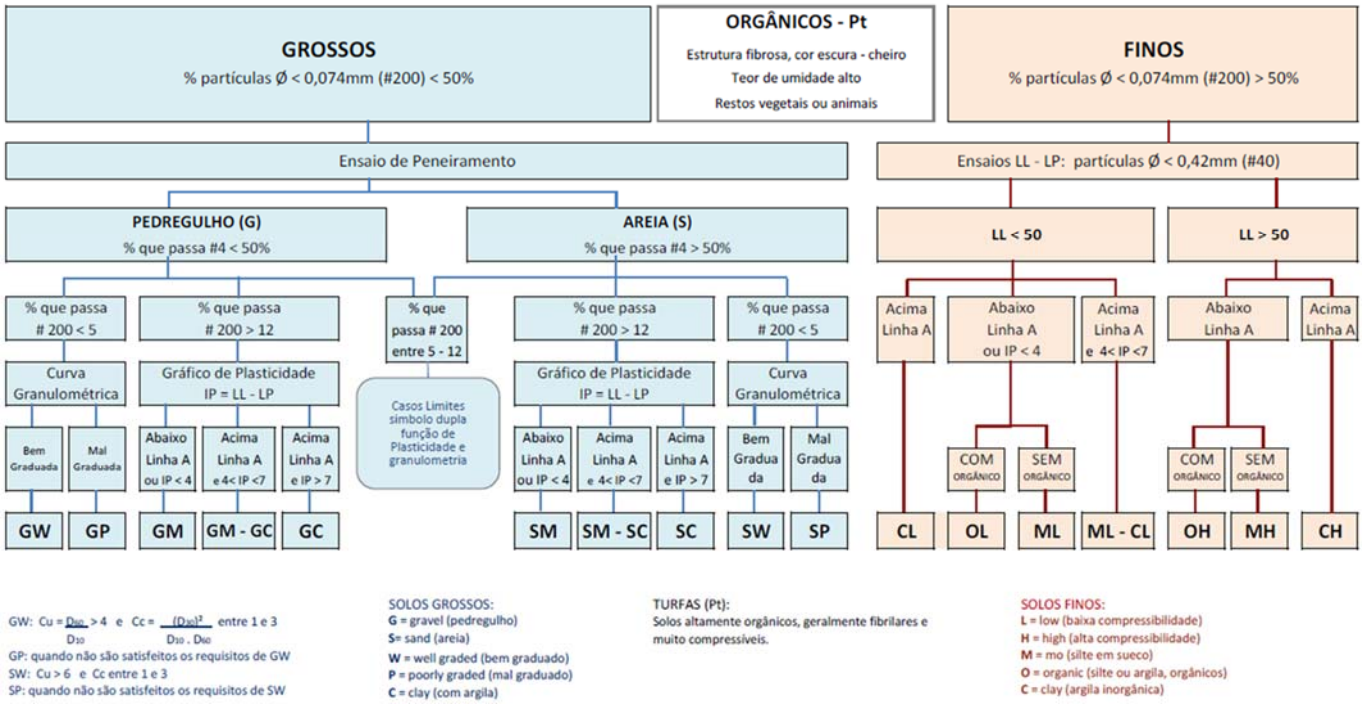


Figura 3.17 - Classificação de solos - SUCS (Fonte: Universidade do Estado de Santa Catarina, 2017).

3.1.2.3 - Resumo dos resultados

Na sequência são apresentados os resultados das amostras ensaiadas.

Amostra			AM-26	AM-227	AM-228
			Areia Marrom	Areia Marrom	Areia Marrom
Class. HRB			-	A2-4	-
Class. SUCS			SM	SW-SM	SP-SM
Granulometria	2"	50,0 mm	100,0%	100,0%	100,0%
	1"	25,4 mm	100,0%	100,0%	100,0%
	3/8"	9,5 mm	97,0%	95,9%	97,5%
	Nº 4	4,8 mm	94,1%	93,6%	96,8%
	Nº 10	2,0 mm	90,6%	90,9%	94,54%
	Nº 40	0,42 mm	48,1%	54,2%	46,3%
	Nº 200	0,07 mm	13,1%	11,6%	9,5%
LL			NL	NL	NL
LP			NP	NP	NP
IP			-	-	-
Massa Esp. Aparente Seca (g/cm³)			1,781	1,671	1,705
Umidade ótima			9,3%	10,1%	9,1%
CBR			21,7%	13,0%	23,1%
Expansão			0,09%	0,01%	0,07%
Massa Esp. Aparente Natural (g/cm³)			1,611	1,435	1,435
Grau de compactação			90,4%	85,9%	84,2%

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 28

3.1.2.4 - Cálculo do CBR de Projeto

Foi elaborado um tratamento estatístico para a determinação do CBR de projeto para fins de dimensionamento do pavimento, conforme recomendações do DNIT.

A Tabela abaixo apresenta os valores de CBR que serviram de base para a determinação do CBR de projeto. Foram considerados os valores correspondentes aos ensaios realizados com as amostras coletadas no trecho de projeto e adjacências.

Tabela 3.2 - Valores de CBR de subleito para o cálculo.

Amostra	AM-26	AM-227	AM-228
CBR	21,7%	13,0%	23,1%

O CBR de projeto será calculado para cada rua, através do tratamento estatístico recomendado pela seguinte equação:

$$X_{min} = \overline{X} - \frac{1{,}29\sigma}{\sqrt{N}} - 0{,}68\sigma$$

Tabela 3.3 - Resultado do cálculo do tratamento estatístico do CBR.

$CBR_{médio}$	Desvio padrão	N	**$CBR_{adotado}$**	Mínimo	Máximo	Menor	Maior
19,27%	5,47%	3	**10,0%**	11,47%	27,06%	13%	23,1%

3.1.2.5 - Perfis da área sondada

Os perfis longitudinais da via com as camadas atravessadas serão apresentados quando for consolidado o mesmo nas próximas etapas do projeto.

3.1.3 - Laudos dos ensaios

A seguir são apresentados detalhadamente os boletins de sondagem, apresentando o perfil individual de cada furo indicando as camadas de solo, a sua profundidade e nível do lençol freático. Também são apresentadas as fichas dos ensaios de Proctor e caracterização das amostras coletadas nas ruas de estudo.

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 29

Sondagem a Trado

Contratante:	**Prefeitura Municipal de Joinville**	Registro:	**156**
Projeto:	**Obras Viárias em Diversas Ruas do Município de Joinville/SC**	Ordem de Serviço:	**11055**
Endereço:	**Rua Jarivatuba, Fátima, Joinville/SC**	Data:	**27/06/2024**
Elaboração:	**AZIMUTE Engenheiros Consultores SC Ltda.**	Norma ABNT:	**NBR 9603:2015**

IDENTIFICAÇÃO	
Nº	ST-227
Local	Rua Jarivatuba, Nº 1792
Prof. NA (Inst.)	Seco
Condição climática	Tempo bom (Ensolarado)

Camadas e classificação dos materiais:				Espessuras:
Camada Vegetal	0,00	a	0,30	0,30 m
Material de Aterro e Entulhos	0,30	a	0,80	0,50 m
Areia Marrom (Material 01)	0,80	a	1,50	0,70 m
Impenetrável (1,50m)			Total	1,50 m

Registro Fotográfico



Execução da Sondagem



Material 01

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 30

Sondagem a Trado

Contratante:	**Prefeitura Municipal de Joinville**	Registro:	**156**
Projeto:	**Obras Viárias em Diversas Ruas do Município de Joinville/SC**	Ordem de Serviço:	**11055**
Endereço:	**Rua Jarivatuba, Fátima, Joinville/SC**	Data:	**27/06/2024**
Elaboração:	**AZIMUTE Engenheiros Consultores SC Ltda.**	Norma ABNT:	**NBR 9603:2015**

IDENTIFICAÇÃO	
Nº	ST-228
Local	Rua Jarivatuba, Nº 1665
Prof. NA (Inst.)	Seco
Condição climática	Tempo bom (Ensolarado)

Camadas e classificação dos materiais:				Espessuras:
Material de Aterro e Entulhos	0,00	a	0,40	0,40 m
Areia Marrom (Material 01)	0,40	a	1,40	1,00 m
Impenetrável (1,40m)			Total	1,40 m

Registro Fotográfico



Execução da Sondagem



Material 01

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 31

Sondagem a Trado

Contratante:	**Prefeitura Municipal de Joinville**	Registro:	**156**
Projeto:	**Obras Viárias em Diversas Ruas do Município de Joinville/SC**	Ordem de Serviço:	**11055**
Endereço:	**Rua Jarivatuba, Fátima, Joinville/SC**	Data:	**27/06/2024**
Elaboração:	**AZIMUTE Engenheiros Consultores SC Ltda.**	Norma ABNT:	**NBR 9603:2015**

IDENTIFICAÇÃO	
Nº	PI-26
Local	Rua Jarivatuba, Nº 1700

Camadas e classificação dos materiais:				Espessuras:
Revestimento: CAUQ	0,00	a	0,03	0,03 m
Base: Brita Graduada	0,03	a	0,15	0,12 m
Sub-base: Macadame Seco	0,15	a	0,65	0,50 m
Subleito: Areia Marrom			Total	0,65 m

Registro Fotográfico



Execução do Poço



Poço



Revestimento



Base



Sub-base



Subleito

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 32

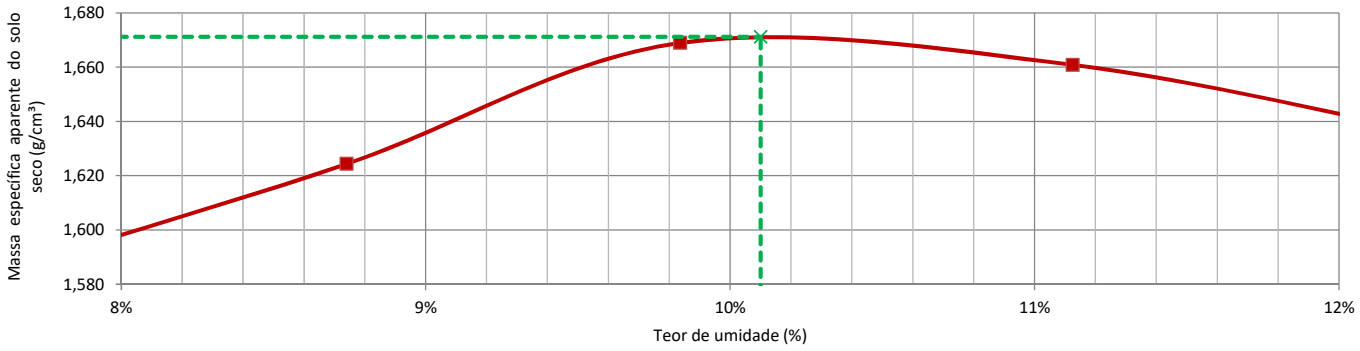
Gráficos de Compactação, ISC e Expansão

Contratante:	**Prefeitura Municipal de Joinville**	Registro:	**156**
Projeto:	**Obras Viárias em Diversas Ruas do Município de Joinville/SC**	Ordem de Serviço:	**11055**
Endereço:	**Rua Jarivatuba, Fátima, Joinville/SC**	Data da Coleta:	**27/06/2024**
Elaboração:	**AZIMUTE Engenheiros Consultores SC Ltda**	Data do Ensaio:	**08/07/2024**
Descrição:	**Areia Marrom**	Amostra:	**AM-227**
Norma:	**ABNT NBR 7182:2016; ABNT NBR 9895:2016**	Prof. Coleta:	**1,10 m**
		Energia de Compactação:	**Normal**

Resumo

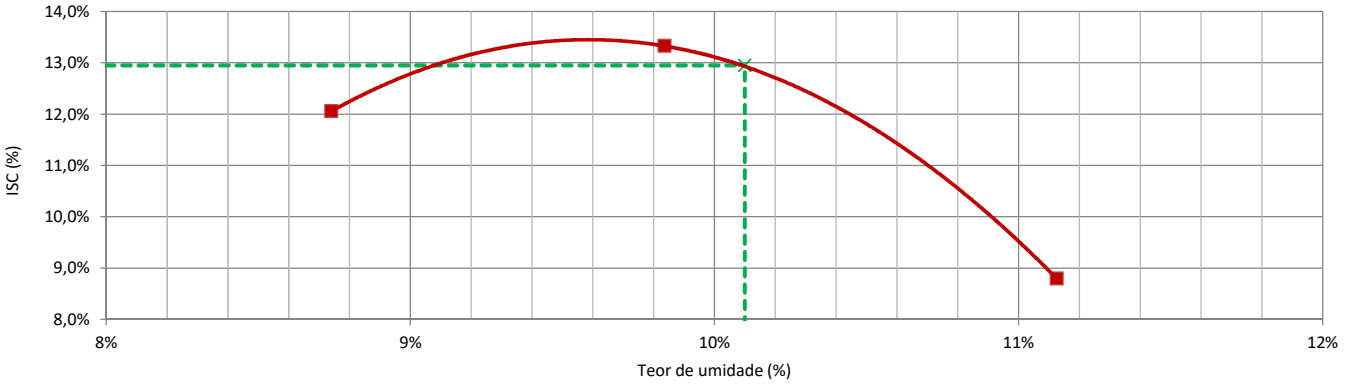
Ponto	1	2	3
ISC (%)	12,1%	13,3%	8,8%
Umidade (%)	8,74%	9,84%	11,13%
Massa esp. aparente seca (g/cm³)	1,624	1,669	1,661
Expansão (%)	0,04%	0,02%	0,00%

Compactação



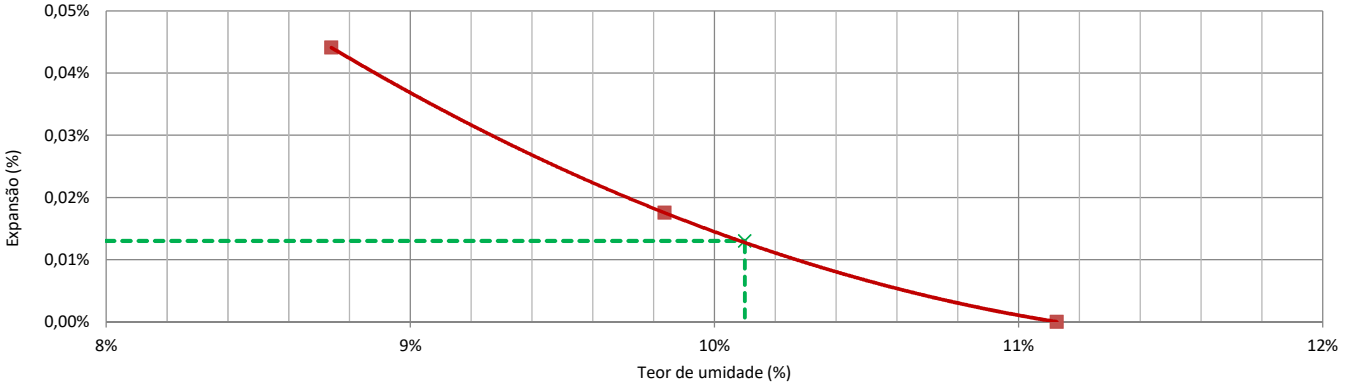
Massa específica aparente seca (máxima) (g/cm³)	**1,671**
Umidade ótima (%)	**10,1%**

ISC - Índice de Suporte Califórnia



ISC (%)	**13,0%**

Expansão



Expansão (%)	**0,01%**

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 33

Ensaio de Compactação

Contratante:	**Prefeitura Municipal de Joinville**	Registro:	**156**
Projeto:	**Obras Viárias em Diversas Ruas do Município de Joinville/SC**	Ordem de Serviço:	**11055**
Endereço:	**Rua Jarivatuba, Fátima, Joinville/SC**	Data da Coleta:	**27/06/2024**
Elaboração:	**AZIMUTE Engenheiros Consultores SC Ltda**	Data do Ensaio:	**04/07/2024**
Descrição:	**Areia Marrom**	Amostra:	**AM-227**
Norma:	**ABNT NBR 7182:2016**	Prof. Coleta:	**1,10 m**
		Energia de Compactação:	**Normal**

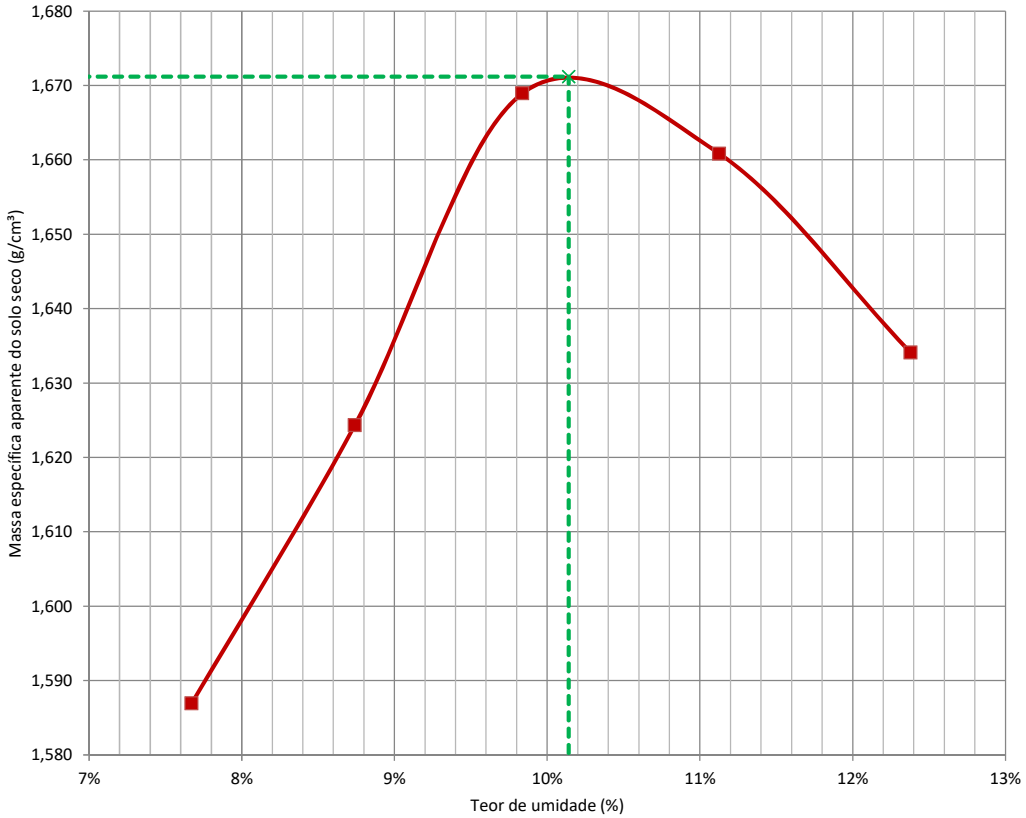
Compactação

Número do cilindro	6	34	21	23	41
Peso do cilindro (g)	**4849,0**	**4982,0**	**5469,0**	**5017,0**	**4871,0**
Volume do cilindro (cm³)	**2100,5**	**2065,9**	**2068,6**	**2056,8**	**2101,4**
Peso do cilindro + solo úmido (g)	8438,0	8631,0	9261,0	8813,0	8730,0
Peso do solo úmido (g)	**3589,0**	**3649,0**	**3792,0**	**3796,0**	**3859,0**
Massa esp. do solo úmido (g/cm³)	**1,709**	**1,766**	**1,833**	**1,846**	**1,836**

Teor de Umidade

Cápsula nº	15	58	26	43	1	28	20	53	52	51
Peso da cápsula + solo úmido (g)	86,10	95,30	122,20	97,30	98,10	92,30	105,30	99,00	91,10	97,00
Peso da cápsula + solo seco (g)	81,30	89,70	113,60	90,70	90,90	85,60	96,40	90,80	83,00	88,30
Peso da cápsula (g)	**18,31**	**17,19**	**15,93**	**14,63**	**17,55**	**17,62**	**16,17**	**17,31**	**17,28**	**18,32**
Peso da água (g)	**4,80**	**5,60**	**8,60**	**6,60**	**7,20**	**6,70**	**8,90**	**8,20**	**8,10**	**8,70**
Peso do solo úmido (g)	**67,79**	**78,11**	**106,27**	**82,67**	**80,55**	**74,68**	**89,13**	**81,69**	**73,82**	**78,68**
Peso do solo seco (g)	**62,99**	**72,51**	**97,67**	**76,07**	**73,35**	**67,98**	**80,23**	**73,49**	**65,72**	**69,98**
Umidade (%)	**7,62%**	**7,72%**	**8,81%**	**8,68%**	**9,82%**	**9,86%**	**11,09%**	**11,16%**	**12,33%**	**12,43%**
Umidade média (%)	**7,67%**		**8,74%**		**9,84%**		**11,13%**		**12,38%**	
Massa esp. do solo seco (g/cm³)	**1,587**		**1,624**		**1,669**		**1,661**		**1,634**	

Curva de Compactação



OBS: Amostra sem reuso de material e secagem prévia até a umidade higroscópica.

Resultado

Massa específica aparente seca máxima (g/cm³)	**1,671**
Umidade ótima (%)	**10,1%**

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 34

Ensaio de ISC

Contratante:	**Prefeitura Municipal de Joinville**	Registro:	**156**
Projeto:	**Obras Viárias em Diversas Ruas do Município de Joinville/SC**	Ordem de Serviço:	**11055**
Endereço:	**Rua Jarivatuba, Fátima, Joinville/SC**	Data da Coleta:	**27/06/2024**
Elaboração:	**AZIMUTE Engenheiros Consultores SC Ltda**	Data do Ensaio:	**08/07/2024**
Descrição:	**Areia Marrom**	Amostra:	**AM-227**
Norma:	**ABNT NBR 9895:2016**	Prof. Coleta:	**1,10 m**
		Energia de Compactação:	**Normal**

Constantes

Número do Anel	1	Constante do anel	0,09558

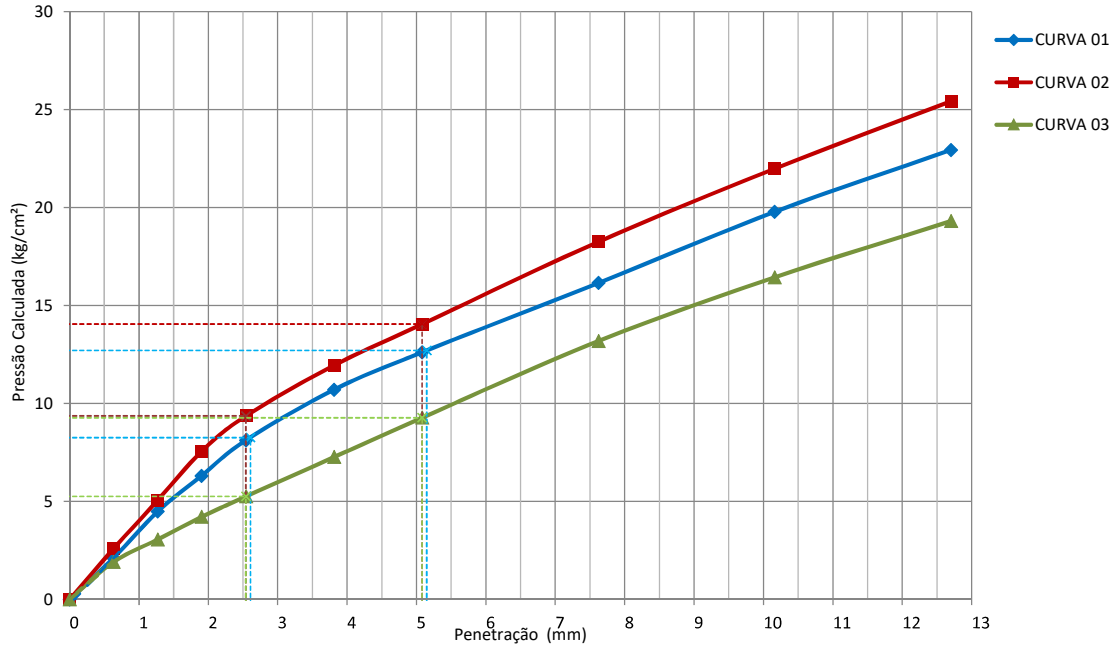
Expansão

Ponto		1				2				3			
Número do Cilindro		34	Altura inicial (mm)		113,40	21	Altura inicial (mm)		114,00	23	Altura inicial (mm)		112,90
Data	Hora	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão
		(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)	(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)	(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)
04/07/24	00h00		100,00	-			100,00	-			100,00	-	
08/07/24	96h00		105,00	**5,00**	**0,04%**		102,00	**2,00**	**0,02%**		100,00	-	**0,00%**

Penetração

Ponto			1				2				3			
Penetração	Tempo	Pressão Padrão	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC
(mm)	(min)	(kg/cm²)	(mm*10^{-3})	Calculada	Corrigida	(%)	(mm*10^{-3})	Calculada	Corrigida	(%)	(mm*10^{-3})	Calculada	Corrigida	(%)
0,00	0,00		0,0	0,00			0,0	0,00			0,0	0,00		
0,63	0,50		22,0	2,10			27,0	2,58			20,0	1,91		
1,27	1,00		47,0	4,49			53,0	5,07			32,0	3,06		
1,90	1,50		66,0	6,31			79,0	7,55			44,0	4,21		
2,54	2,00	70,30	85,0	8,12	8,26	**11,7%**	98,0	9,37	9,37	**13,3%**	55,0	5,26	5,26	**7,5%**
3,81	3,00		112,0	10,70			125,0	11,95			76,0	7,26		
5,08	4,00	105,40	132,0	12,62	12,71	**12,1%**	147,0	14,05	14,05	**13,3%**	97,0	9,27	9,27	**8,8%**
7,62	6,00		169,0	16,15			191,0	18,26			138,0	13,19		
10,16	8,00		207,0	19,79			230,0	21,98			172,0	16,44		
12,70	10,00		240,0	22,94			266,0	25,42			202,0	19,31		

Pressão X Penetração



Resumo

Ponto	1	2	3
ISC	**12,1%**	**13,3%**	**8,8%**
Umidade	**8,74%**	**9,84%**	**11,13%**
Expansão	**0,04%**	**0,02%**	**0,00%**

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 35

Análise Granulométrica por Peneiramento

Contratante:	**Prefeitura Municipal de Joinville**	Registro:	**156**
Projeto:	**Obras Viárias em Diversas Ruas do Município de Joinville/SC**	Ordem de Serviço:	**11055**
Endereço:	**Rua Jarivatuba, Fátima, Joinville/SC**	Data da Coleta:	**27/06/2024**
Elaboração:	**AZIMUTE Engenheiros Consultores SC Ltda**	Data do Ensaio:	**03/07/2024**
Descrição:	**Areia Marrom**	Amostra:	**AM-227**
Norma:	**ABNT NBR 7181:2016**	Prof. Coleta:	**1,10 m**

Massa total da amostra seca

Massa da amostra seca ao ar [Mt] (g)	1.122,60
Massa do material seco retido #10 [Mg] (g)	**97,40**
Massa total da amostra seca [Ms] (g)	**1.069,51**

Teor de umidade

Número da cápsula	21	37	44
Solo úmido + tara (g)	108,30	123,10	120,70
Solo seco + tara (g)	103,70	117,60	115,20
Tara da cápsula (g)	**17,50**	**16,04**	**17,54**
Água (g)	**4,60**	**5,50**	**5,50**
Solo seco (g)	**86,20**	**101,56**	**97,66**
Teor de umidade (%)	**5,34%**	**5,42%**	**5,63%**
Umidade média (%)		**5,46%**	

Resumo

Pedregulho (Material retido na peneira n°10)	**9,1%**
Areia grossa (Passando na nº 10 e retido na nº 40)	**36,7%**
Areia fina (Passando na nº 40 e retido na nº 200)	**42,7%**
Passando na peneira nº 200	**11,6%**
Total	**100,0%**

Peneiramento Grosso

Peneira		Peso da amostra seca (g)		% que passa
nº	mm	Retido	Passado	
2"	50,00	-	**1.069,51**	**100,0%**
1 1/2"	38,00	-	**1.069,51**	**100,0%**
1"	25,00	-	**1.069,51**	**100,0%**
3/4"	19,00	15,60	**1.053,91**	**98,5%**
3/8"	9,50	28,60	**1.025,31**	**95,9%**
4	4,75	24,50	**1.000,81**	**93,6%**
10	2,00	28,70	**972,11**	**90,9%**

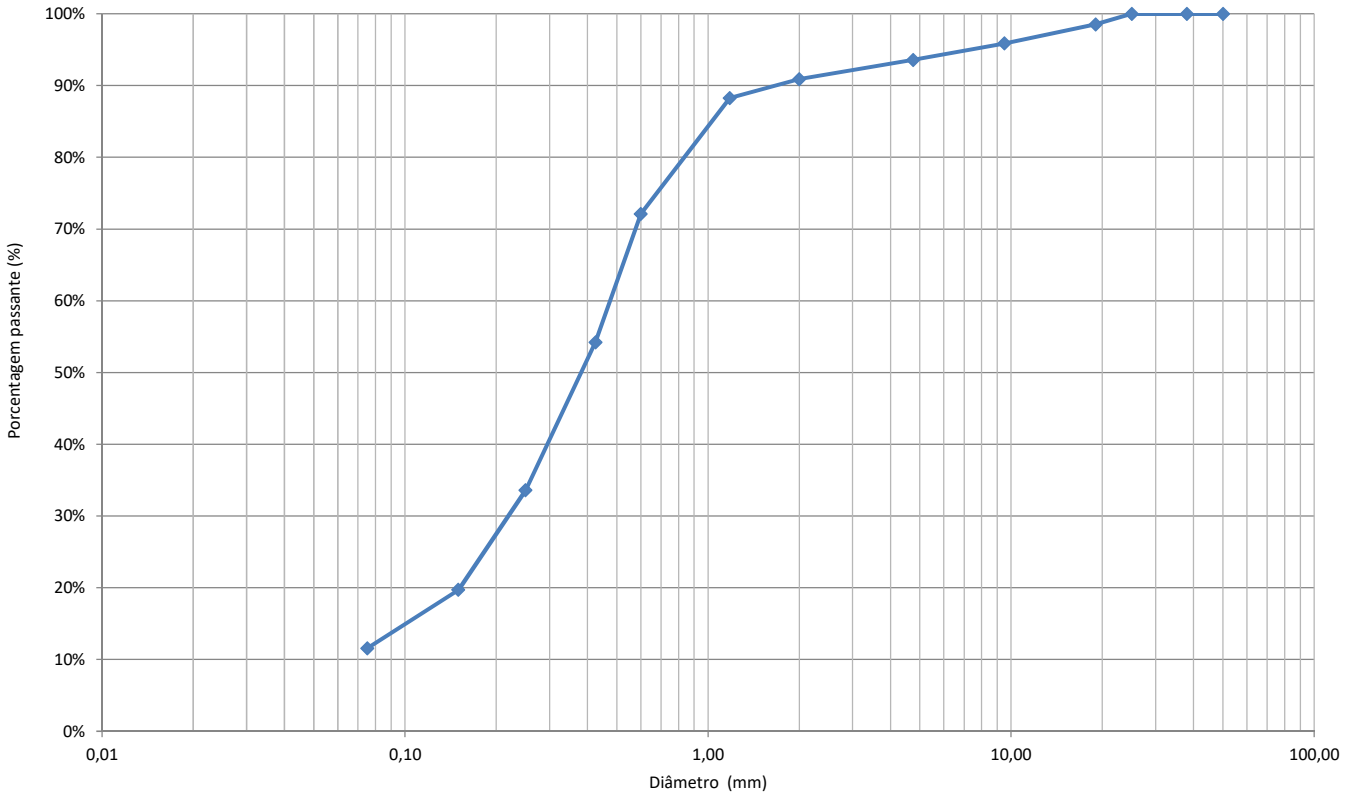
Peneiramento Fino

			Peso da amostra úmida [Mw] (g):		120,00
Peneira	Peso da amostra seca (g)			% que passa	
nº	mm	Retido	Passado	Parcial	Total
16	1,180	3,30	**110,49**	**97,1%**	**88,3%**
30	0,600	20,20	**90,29**	**79,3%**	**72,1%**
40	0,425	22,40	**67,89**	**59,7%**	**54,2%**
60	0,250	25,80	**42,09**	**37,0%**	**33,6%**
100	0,150	17,40	**24,69**	**21,7%**	**19,7%**
200	0,075	10,20	**14,49**	**12,7%**	**11,6%**

Classificação

Classificação HRB	**A2-4**
Classificação pelo Sistema Unificado	**SW-SM**

Curva Granulométrica (Peneiramento)



Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 36

Ensaios Físicos (Limite de Plasticidade e Limite de Liquidez)

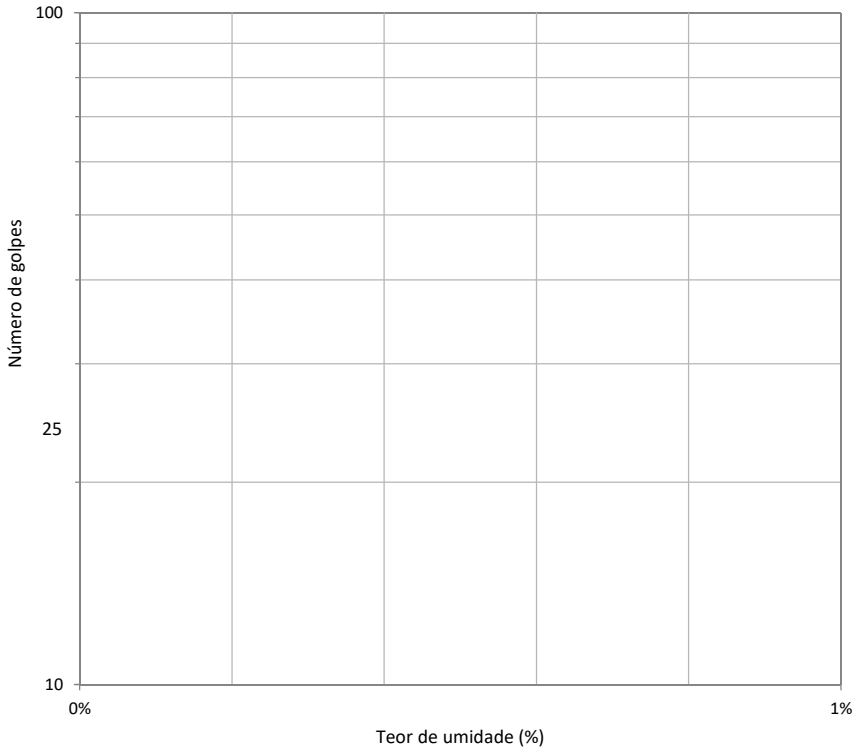
Contratante:	**Prefeitura Municipal de Joinville**	Registro:	**156**
Projeto:	**Obras Viárias em Diversas Ruas do Município de Joinville/SC**	Ordem de Serviço:	**11055**
Endereço:	**Rua Jarivatuba, Fátima, Joinville/SC**	Data da Coleta:	**27/06/2024**
Elaboração:	**AZIMUTE Engenheiros Consultores SC Ltda**	Data do Ensaio:	**03/07/2024**
Descrição:	**Areia Marrom**	Amostra:	**AM-227**
Norma:	**ABNT NBR 6459:2016; ABNT NBR 7180:2016**	Prof. Coleta:	**1,10 m**

Ensaios Físicos

	Limite de Liquidez					Limite de Plasticidade				
Número da cápsula										
Solo úmido + cápsula (g)										
Solo seco + cápsula (g)										
Peso da cápsula (g)			**NL**					**NP**		
Peso da água (g)		**Não apresenta limite de liquidez**					**Não apresenta limite de plasticidade**			
Peso do solo úmido (g)										
Peso do solo seco (g)										
Teor de umidade (%)										
Número de golpes										

Média	-
Limite inferior (95%)	-
Limite superior (105%)	-
Limite de Plasticidade	-

Gráfico do Limite de Liquidez



Resultado

Limite de Liquidez (LL)	**NL**
Limite de Plasticidade (LP)	**NP**
Índice de Plasticidade (IP)	**-**
Índice de Grupo (IG)	**-**

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 37

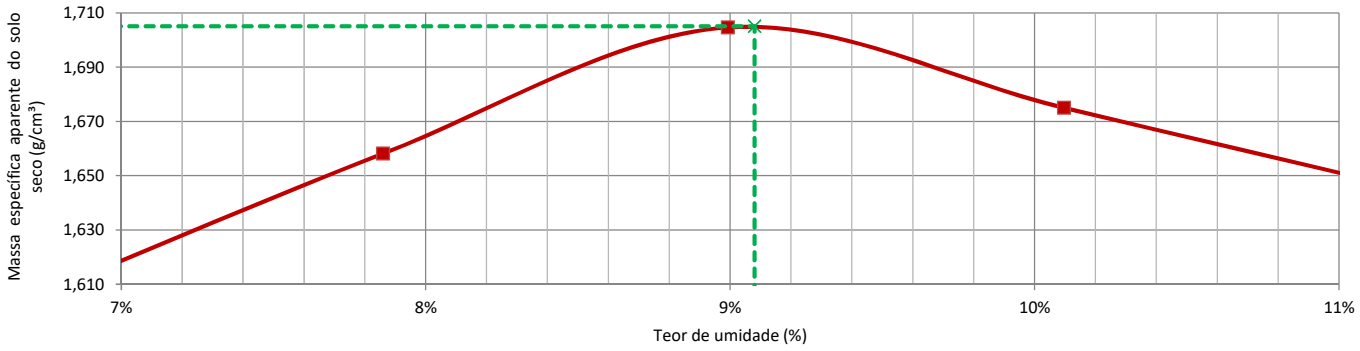
Gráficos de Compactação, ISC e Expansão

Contratante:	**Prefeitura Municipal de Joinville**	Registro:	**156**
Projeto:	**Obras Viárias em Diversas Ruas do Município de Joinville/SC**	Ordem de Serviço:	**11055**
Endereço:	**Rua Jarivatuba, Fátima, Joinville/SC**	Data da Coleta:	**27/06/2024**
Elaboração:	**AZIMUTE Engenheiros Consultores SC Ltda**	Data do Ensaio:	**08/07/2024**
Descrição:	**Areia Marrom**	Amostra:	**AM-228**
Norma:	**ABNT NBR 7182:2016; ABNT NBR 9895:2016**	Prof. Coleta:	**0,70 m**
		Energia de Compactação:	**Normal**

Resumo

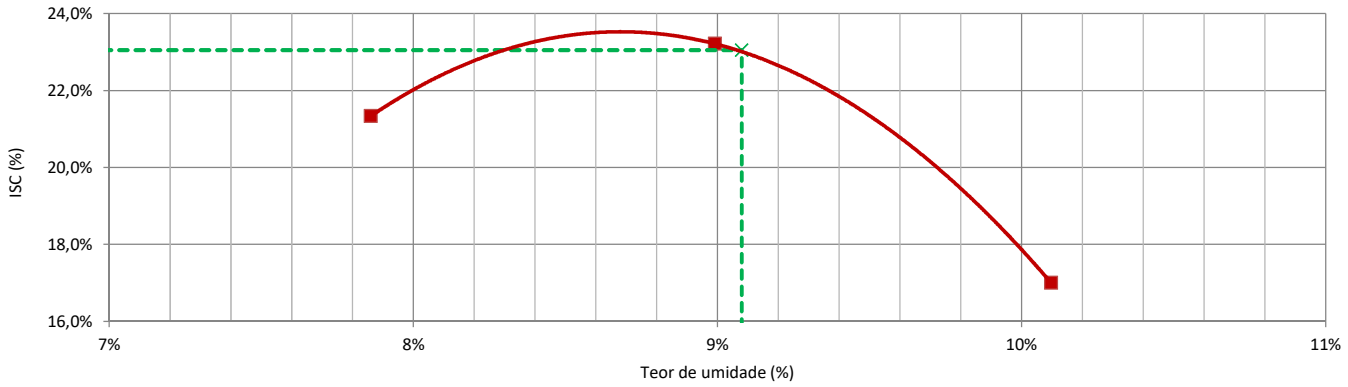
Ponto	1	2	3
ISC (%)	21,3%	23,2%	17,0%
Umidade (%)	7,86%	8,99%	10,10%
Massa esp. aparente seca (g/cm³)	1,658	1,705	1,675
Expansão (%)	0,09%	0,07%	0,03%

Compactação



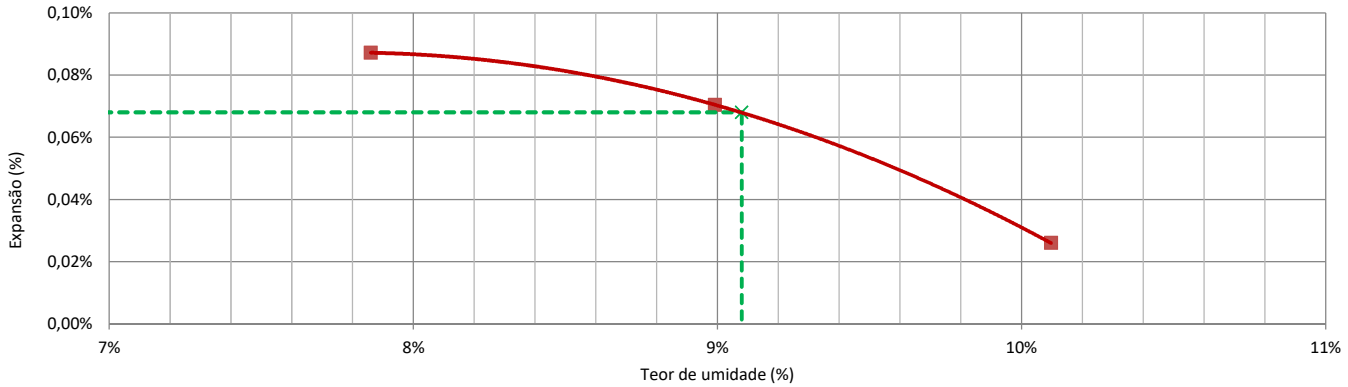
Massa específica aparente seca (máxima) (g/cm³)	**1,705**
Umidade ótima (%)	**9,1%**

ISC - Índice de Suporte Califórnia



ISC (%)	**23,1%**

Expansão



Expansão (%)	**0,07%**

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 38

Ensaio de Compactação

Contratante:	**Prefeitura Municipal de Joinville**	Registro:	**156**
Projeto:	**Obras Viárias em Diversas Ruas do Município de Joinville/SC**	Ordem de Serviço:	**11055**
Endereço:	**Rua Jarivatuba, Fátima, Joinville/SC**	Data da Coleta:	**27/06/2024**
Elaboração:	**AZIMUTE Engenheiros Consultores SC Ltda**	Data do Ensaio:	**04/07/2024**
Descrição:	**Areia Marrom**	Amostra:	**AM-228**
Norma:	**ABNT NBR 7182:2016**	Prof. Coleta:	**0,70 m**
		Energia de Compactação:	**Normal**

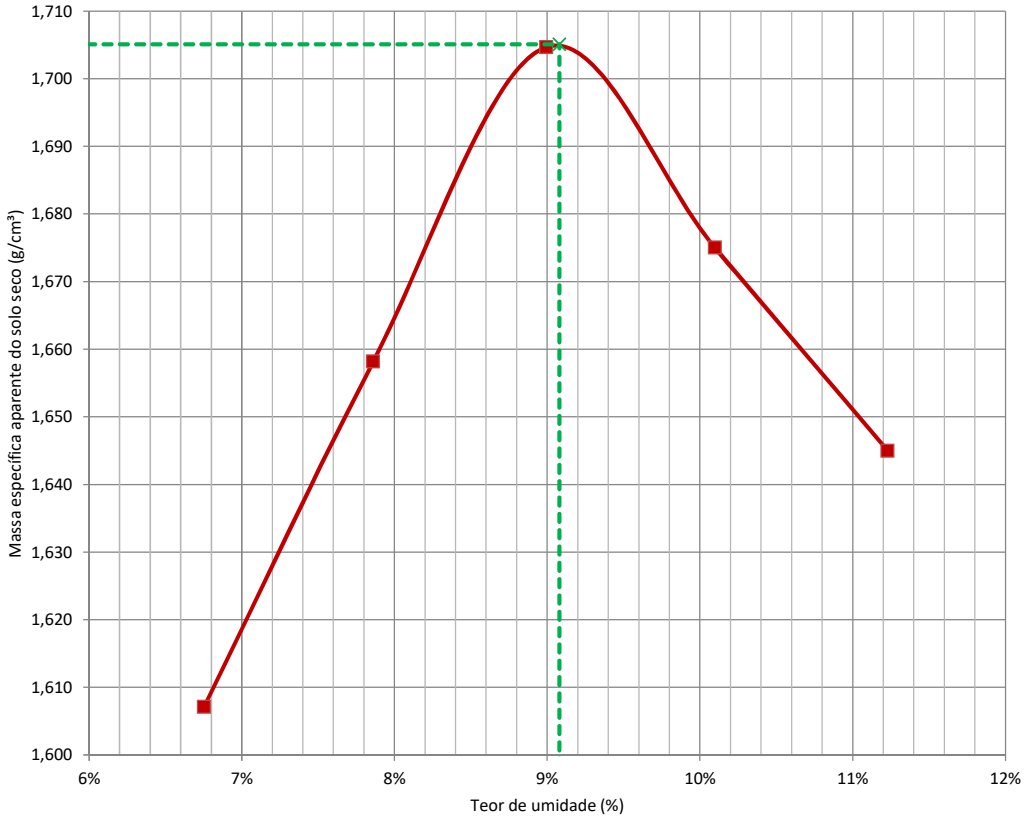
Compactação

Número do cilindro	39	46	14	28	26
Peso do cilindro (g)	**4850,0**	**5162,0**	**5426,0**	**5053,0**	**4865,0**
Volume do cilindro (cm³)	**2091,4**	**2051,4**	**2064,1**	**2093,1**	**2057,7**
Peso do cilindro + solo úmido (g)	8438,0	8831,0	9261,0	8913,0	8630,0
Peso do solo úmido (g)	**3588,0**	**3669,0**	**3835,0**	**3860,0**	**3765,0**
Massa esp. do solo úmido (g/cm³)	**1,716**	**1,789**	**1,858**	**1,844**	**1,830**

Teor de Umidade

Cápsula nº	8	10	14	9	32	46	34	59	5	31
Peso da cápsula + solo úmido (g)	99,20	105,70	103,70	117,00	106,20	101,90	109,70	107,60	124,60	124,70
Peso da cápsula + solo seco (g)	94,00	100,10	97,20	109,80	99,00	94,90	101,20	99,40	113,60	113,50
Peso da cápsula (g)	**16,23**	**17,97**	**14,98**	**17,67**	**18,12**	**17,83**	**17,76**	**17,46**	**16,16**	**13,22**
Peso da água (g)	**5,20**	**5,60**	**6,50**	**7,20**	**7,20**	**7,00**	**8,50**	**8,20**	**11,00**	**11,20**
Peso do solo úmido (g)	**82,97**	**87,73**	**88,72**	**99,33**	**88,08**	**84,07**	**91,94**	**90,14**	**108,44**	**111,48**
Peso do solo seco (g)	**77,77**	**82,13**	**82,22**	**92,13**	**80,88**	**77,07**	**83,44**	**81,94**	**97,44**	**100,28**
Umidade (%)	**6,69%**	**6,82%**	**7,91%**	**7,82%**	**8,90%**	**9,08%**	**10,19%**	**10,01%**	**11,29%**	**11,17%**
Umidade média (%)	**6,75%**		**7,86%**		**8,99%**		**10,10%**		**11,23%**	
Massa esp. do solo seco (g/cm³)	**1,607**		**1,658**		**1,705**		**1,675**		**1,645**	

Curva de Compactação



OBS: Amostra sem reuso de material e secagem prévia até a umidade higroscópica.

Resultado

Massa específica aparente seca máxima (g/cm³)	**1,705**
Umidade ótima (%)	**9,1%**

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 39

Ensaio de ISC

Contratante:	**Prefeitura Municipal de Joinville**	Registro:	**156**
Projeto:	**Obras Viárias em Diversas Ruas do Município de Joinville/SC**	Ordem de Serviço:	**11055**
Endereço:	**Rua Jarivatuba, Fátima, Joinville/SC**	Data da Coleta:	**27/06/2024**
Elaboração:	**AZIMUTE Engenheiros Consultores SC Ltda**	Data do Ensaio:	**08/07/2024**
Descrição:	**Areia Marrom**	Amostra:	**AM-228**
Norma:	**ABNT NBR 9895:2016**	Prof. Coleta:	**0,70 m**
		Energia de Compactação:	**Normal**

Constantes

Número do Anel	1	Constante do anel	0,09558

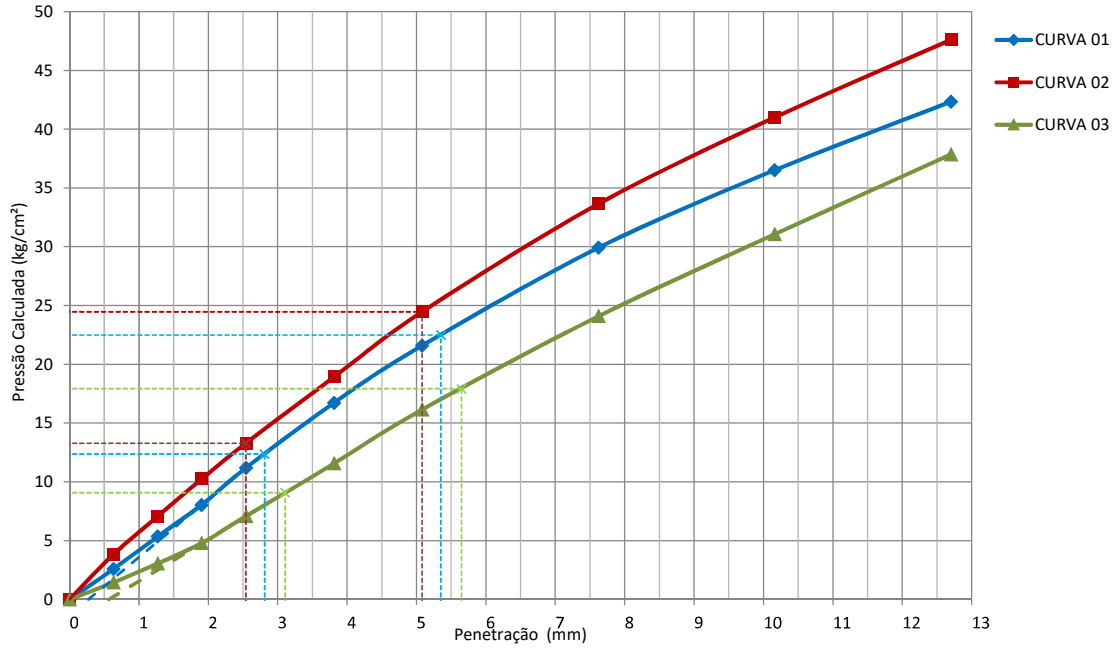
Expansão

Ponto		1				2				3			
Número do Cilindro		46	Altura inicial (mm)		114,70	14	Altura inicial (mm)		113,60	28	Altura inicial (mm)		115,50
Data	Hora	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão
		(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)	(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)	(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)
04/07/24	00h00		100,00	-			100,00	-			100,00	-	
08/07/24	96h00		110,00	**10,00**	**0,09%**		108,00	**8,00**	**0,07%**		103,00	**3,00**	**0,03%**

Penetração

Ponto			1				2				3			
Penetração	Tempo	Pressão Padrão	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC
(mm)	(min)	(kg/cm²)	(mm*10^{-3})	Calculada	Corrigida	(%)	(mm*10^{-3})	Calculada	Corrigida	(%)	(mm*10^{-3})	Calculada	Corrigida	(%)
0,00	0,00		0,0	0,00			0,0	0,00			0,0	0,00		
0,63	0,50		27,0	2,58			40,0	3,82			15,0	1,43		
1,27	1,00		56,0	5,35			74,0	7,07			32,0	3,06		
1,90	1,50		84,0	8,03			107,0	10,23			50,0	4,78		
2,54	2,00	70,30	117,0	11,18	12,37	**17,6%**	139,0	13,29	13,29	**18,9%**	74,0	7,07	9,08	**12,9%**
3,81	3,00		175,0	16,73			198,0	18,92			121,0	11,57		
5,08	4,00	105,40	226,0	21,60	22,49	**21,3%**	256,0	24,47	24,47	**23,2%**	169,0	16,15	17,92	**17,0%**
7,62	6,00		313,0	29,92			352,0	33,64			252,0	24,09		
10,16	8,00		382,0	36,51			429,0	41,00			325,0	31,06		
12,70	10,00		443,0	42,34			498,0	47,60			396,0	37,85		

Pressão X Penetração



Resumo

Ponto	1	2	3
ISC	**21,3%**	**23,2%**	**17,0%**
Umidade	**7,86%**	**8,99%**	**10,10%**
Expansão	**0,09%**	**0,07%**	**0,03%**

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 40

Análise Granulométrica por Peneiramento

Contratante:	**Prefeitura Municipal de Joinville**	Registro:	**156**
Projeto:	**Obras Viárias em Diversas Ruas do Município de Joinville/SC**	Ordem de Serviço:	**11055**
Endereço:	**Rua Jarivatuba, Fátima, Joinville/SC**	Data da Coleta:	**27/06/2024**
Elaboração:	**AZIMUTE Engenheiros Consultores SC Ltda**	Data do Ensaio:	**03/07/2024**
Descrição:	**Areia Marrom**	Amostra:	**AM-228**
Norma:	**ABNT NBR 7181:2016**	Prof. Coleta:	**0,70 m**

Massa total da amostra seca

Massa da amostra seca ao ar [Mt] (g)	1.256,10
Massa do material seco retido #10 [Mg] (g)	**63,30**
Massa total da amostra seca [Ms] (g)	**1.149,02**

Teor de umidade

Número da cápsula	16	17	23
Solo úmido + tara (g)	111,80	111,00	116,20
Solo seco + tara (g)	103,40	102,50	107,10
Tara da cápsula (g)	**17,46**	**17,07**	**14,83**
Água (g)	**8,40**	**8,50**	**9,10**
Solo seco (g)	**85,94**	**85,43**	**92,27**
Teor de umidade (%)	**9,77%**	**9,95%**	**9,86%**
Umidade média (%)		**9,86%**	

Resumo

Pedregulho (Material retido na peneira n°10)	**5,5%**
Areia grossa (Passando na nº 10 e retido na nº 40)	**48,2%**
Areia fina (Passando na nº 40 e retido na nº 200)	**36,9%**
Passando na peneira nº 200	**9,5%**
Total	**100,0%**

Peneiramento Grosso

Peneira		Peso da amostra seca (g)		% que passa
nº	mm	Retido	Passado	
2"	50,00	-	**1.149,02**	**100,0%**
1 1/2"	38,00	-	**1.149,02**	**100,0%**
1"	25,00	-	**1.149,02**	**100,0%**
3/4"	19,00	7,40	**1.141,62**	**99,4%**
3/8"	9,50	21,70	**1.119,92**	**97,5%**
4	4,75	7,80	**1.112,12**	**96,8%**
10	2,00	26,40	**1.085,72**	**94,5%**

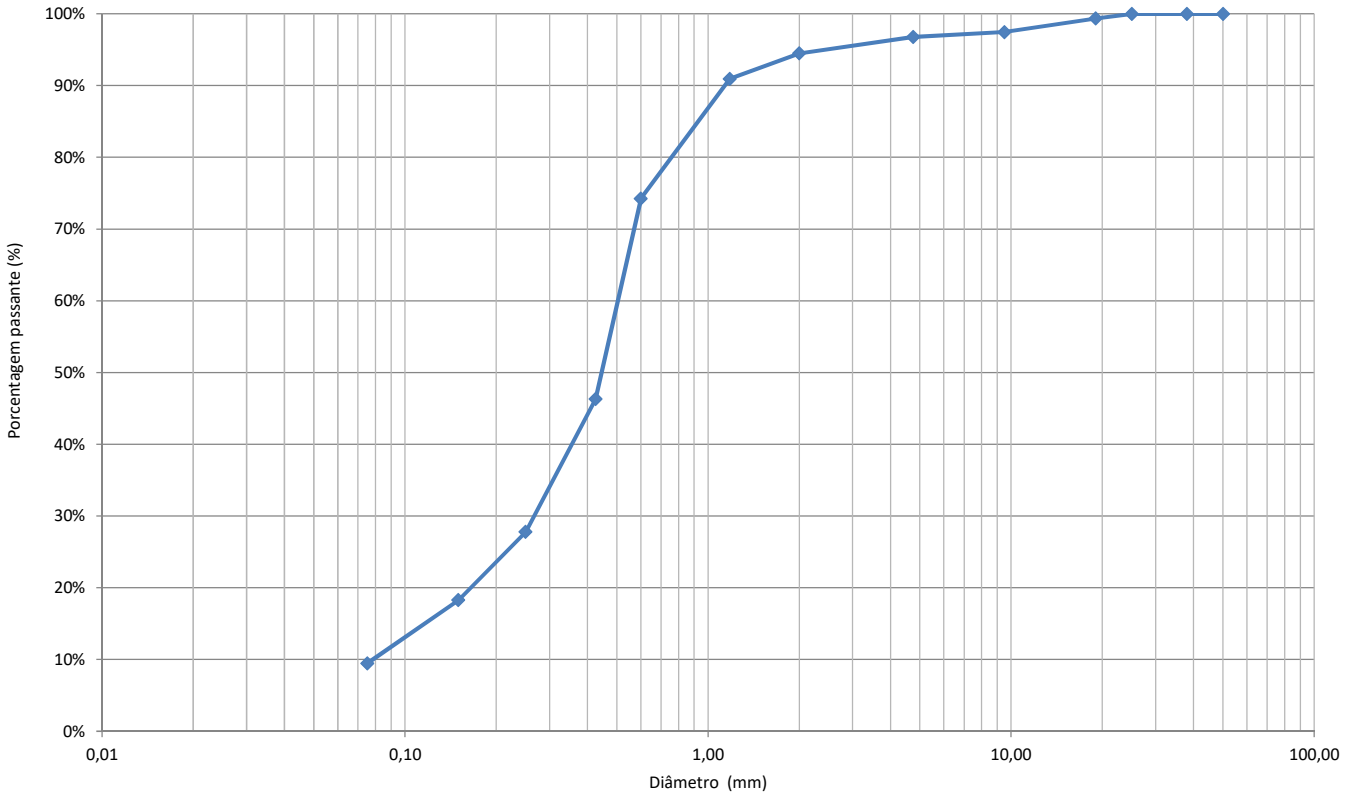
Peneiramento Fino

Peso da amostra úmida [Mw] (g):					120,00
Peneira	Peso da amostra seca (g)			% que passa	
nº	mm	Retido	Passado	Parcial	Total
16	1,180	4,10	**105,13**	**96,2%**	**90,9%**
30	0,600	19,30	**85,83**	**78,6%**	**74,2%**
40	0,425	32,30	**53,53**	**49,0%**	**46,3%**
60	0,250	21,40	**32,13**	**29,4%**	**27,8%**
100	0,150	11,00	**21,13**	**19,3%**	**18,3%**
200	0,075	10,20	**10,93**	**10,0%**	**9,5%**

Classificação

Classificação HRB	**-**
Classificação pelo Sistema Unificado	**SP-SM**

Curva Granulométrica (Peneiramento)



Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 41

Ensaios Físicos (Limite de Plasticidade e Limite de Liquidez)

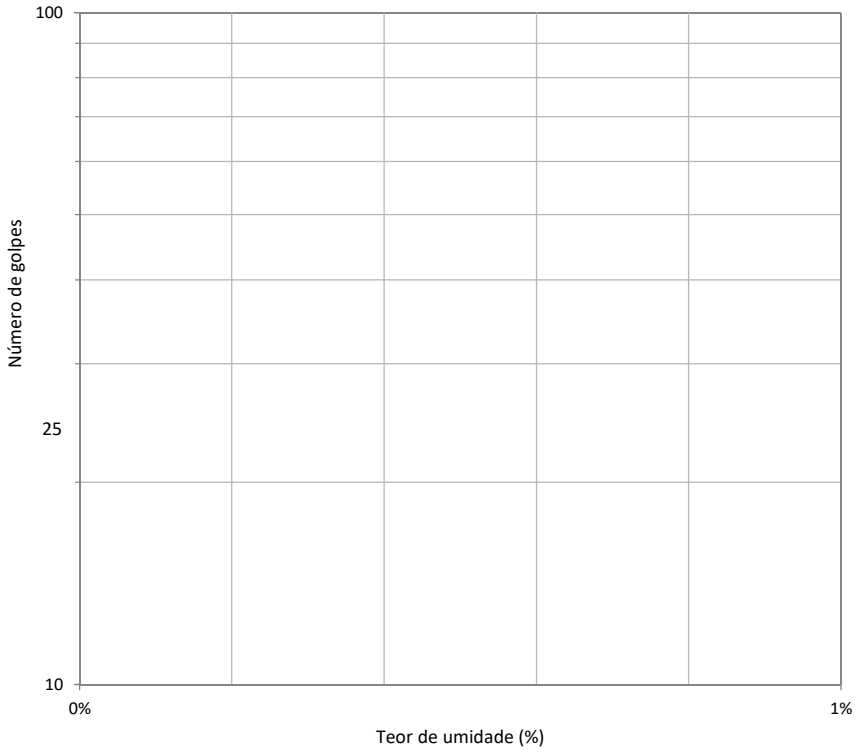
Contratante:	**Prefeitura Municipal de Joinville**	Registro:	**156**
Projeto:	**Obras Viárias em Diversas Ruas do Município de Joinville/SC**	Ordem de Serviço:	**11055**
Endereço:	**Rua Jarivatuba, Fátima, Joinville/SC**	Data da Coleta:	**27/06/2024**
Elaboração:	**AZIMUTE Engenheiros Consultores SC Ltda**	Data do Ensaio:	**03/07/2024**
Descrição:	**Areia Marrom**	Amostra:	**AM-228**
Norma:	**ABNT NBR 6459:2016; ABNT NBR 7180:2016**	Prof. Coleta:	**0,70 m**

Ensaios Físicos

	Limite de Liquidez					Limite de Plasticidade				
Número da cápsula										
Solo úmido + cápsula (g)										
Solo seco + cápsula (g)										
Peso da cápsula (g)			**NL**					**NP**		
Peso da água (g)		**Não apresenta limite de liquidez**					**Não apresenta limite de plasticidade**			
Peso do solo úmido (g)										
Peso do solo seco (g)										
Teor de umidade (%)										
Número de golpes										

Média	-
Limite inferior (95%)	-
Limite superior (105%)	-
Limite de Plasticidade	-

Gráfico do Limite de Liquidez



Resultado

Limite de Liquidez (LL)	**NL**
Limite de Plasticidade (LP)	**NP**
Índice de Plasticidade (IP)	-
Índice de Grupo (IG)	-

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 42

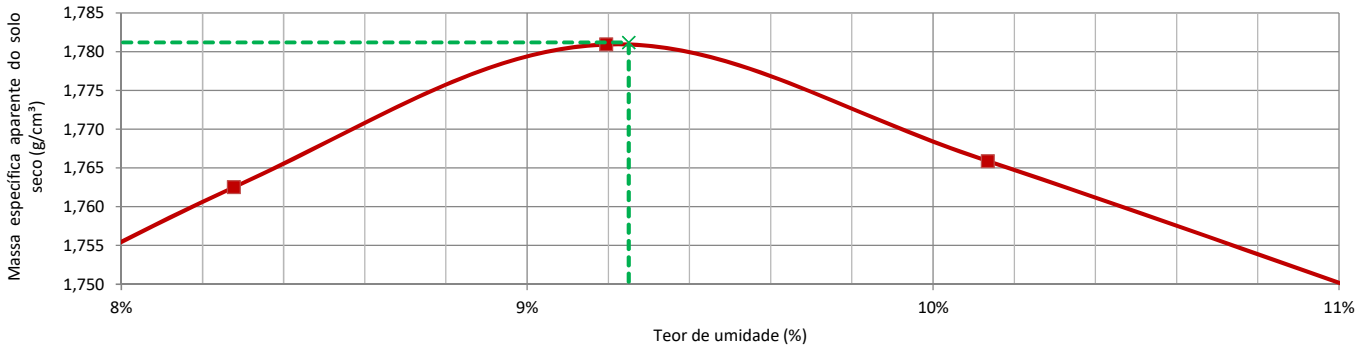
Gráficos de Compactação, ISC e Expansão

Contratante:	**Prefeitura Municipal de Joinville**	Registro:	**156**
Projeto:	**Obras Viárias em Diversas Ruas do Município de Joinville/SC**	Ordem de Serviço:	**11055**
Endereço:	**Rua Jarivatuba, Fátima, Joinville/SC**	Data da Coleta:	**27/06/2024**
Elaboração:	**AZIMUTE Engenheiros Consultores SC Ltda**	Data do Ensaio:	**08/07/2024**
Descrição:	**Areia Marrom**	Amostra:	**AS-26**
Norma:	**ABNT NBR 7182:2016; ABNT NBR 9895:2016**	Prof. Coleta:	**0,90 m**
		Energia de Compactação:	**Normal**

Resumo

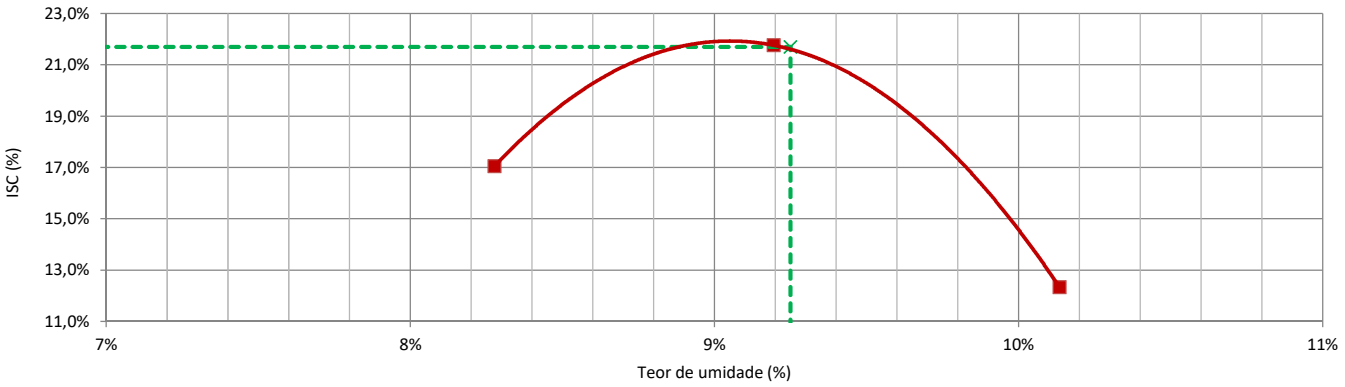
Ponto	1	2	3
ISC (%)	17,0%	21,8%	12,3%
Umidade (%)	8,28%	9,20%	10,14%
Massa esp. aparente seca (g/cm³)	1,763	1,781	1,766
Expansão (%)	0,15%	0,10%	0,03%

Compactação



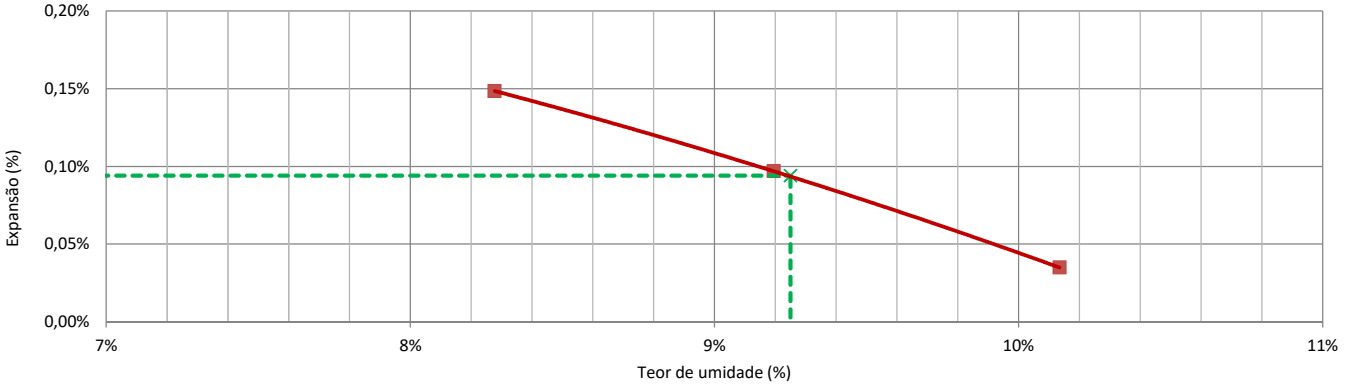
Massa específica aparente seca (máxima) (g/cm³)	**1,781**
Umidade ótima (%)	**9,3%**

ISC - Índice de Suporte Califórnia



ISC (%)	**21,7%**

Expansão



Expansão (%)	**0,09%**

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 43

Ensaio de Compactação

Contratante:	**Prefeitura Municipal de Joinville**	Registro:	**156**
Projeto:	**Obras Viárias em Diversas Ruas do Município de Joinville/SC**	Ordem de Serviço:	**11055**
Endereço:	**Rua Jarivatuba, Fátima, Joinville/SC**	Data da Coleta:	**27/06/2024**
Elaboração:	**AZIMUTE Engenheiros Consultores SC Ltda**	Data do Ensaio:	**04/07/2024**
Descrição:	**Areia Marrom**	Amostra:	**AS-26**
Norma:	**ABNT NBR 7182:2016**	Prof. Coleta:	**0,90 m**
		Energia de Compactação:	**Normal**

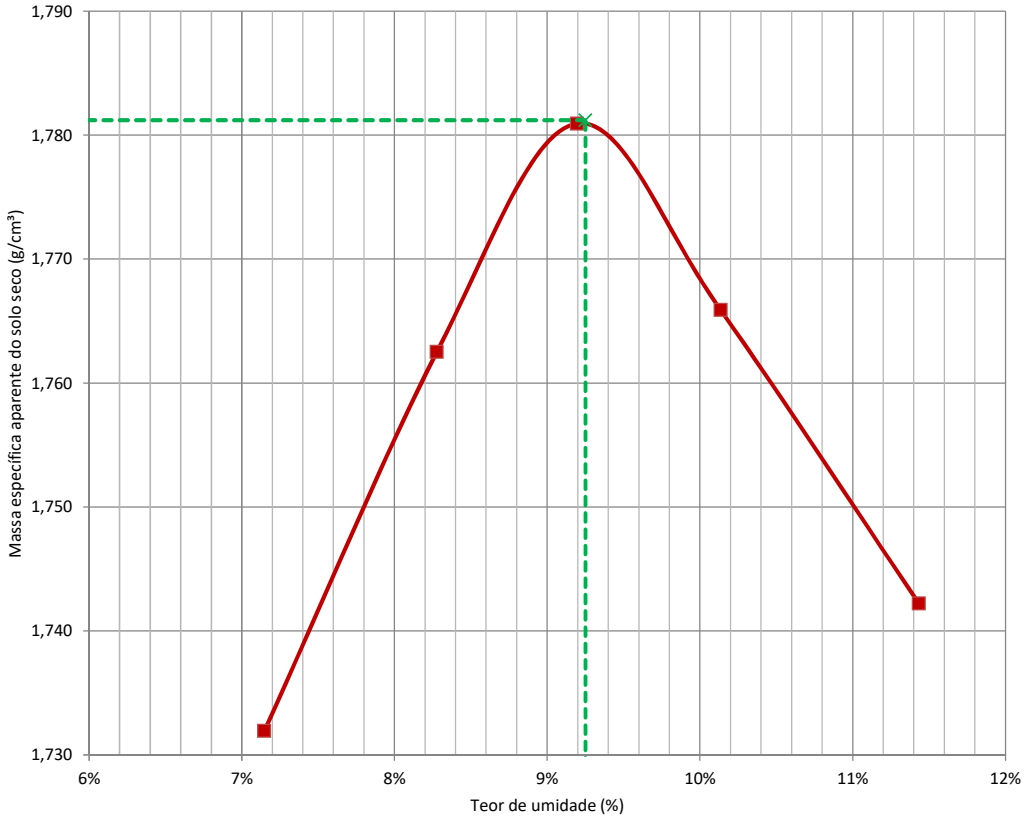
Compactação

Número do cilindro	7	8	25	20	10
Peso do cilindro (g)	**4871,0**	**4860,0**	**5054,0**	**5482,0**	**5082,0**
Volume do cilindro (cm³)	**2079,5**	**2088,6**	**2064,1**	**2085,0**	**2095,9**
Peso do cilindro + solo úmido (g)	8730,0	8846,0	9068,0	9537,0	9151,0
Peso do solo úmido (g)	**3859,0**	**3986,0**	**4014,0**	**4055,0**	**4069,0**
Massa esp. do solo úmido (g/cm³)	**1,856**	**1,908**	**1,945**	**1,945**	**1,941**

Teor de Umidade

Cápsula nº	22	49	27	53	21	34	13	52	25	41
Peso da cápsula + solo úmido (g)	110,10	112,10	103,50	95,70	112,50	109,20	119,90	125,70	109,10	117,60
Peso da cápsula + solo seco (g)	103,80	105,80	97,00	89,70	104,50	101,50	110,30	115,70	99,80	107,00
Peso da cápsula (g)	**15,92**	**17,39**	**18,37**	**17,31**	**17,50**	**17,76**	**15,34**	**17,28**	**18,00**	**14,81**
Peso da água (g)	**6,30**	**6,30**	**6,50**	**6,00**	**8,00**	**7,70**	**9,60**	**10,00**	**9,30**	**10,60**
Peso do solo úmido (g)	**94,18**	**94,71**	**85,13**	**78,39**	**95,00**	**91,44**	**104,56**	**108,42**	**91,10**	**102,79**
Peso do solo seco (g)	**87,88**	**88,41**	**78,63**	**72,39**	**87,00**	**83,74**	**94,96**	**98,42**	**81,80**	**92,19**
Umidade (%)	**7,17%**	**7,13%**	**8,27%**	**8,29%**	**9,20%**	**9,20%**	**10,11%**	**10,16%**	**11,37%**	**11,50%**
Umidade média (%)	**7,15%**		**8,28%**		**9,20%**		**10,14%**		**11,43%**	
Massa esp. do solo seco (g/cm³)	**1,732**		**1,763**		**1,781**		**1,766**		**1,742**	

Curva de Compactação



OBS: Amostra sem reuso de material e secagem prévia até a umidade higroscópica.

Resultado

Massa específica aparente seca máxima (g/cm³)	**1,781**
Umidade ótima (%)	**9,3%**

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a

Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 44

Ensaio de ISC

Contratante:	**Prefeitura Municipal de Joinville**	Registro:	**156**
Projeto:	**Obras Viárias em Diversas Ruas do Município de Joinville/SC**	Ordem de Serviço:	**11055**
Endereço:	**Rua Jarivatuba, Fátima, Joinville/SC**	Data da Coleta:	**27/06/2024**
Elaboração:	**AZIMUTE Engenheiros Consultores SC Ltda**	Data do Ensaio:	**08/07/2024**
Descrição:	**Areia Marrom**	Amostra:	**AS-26**
Norma:	**ABNT NBR 9895:2016**	Prof. Coleta:	**0,90 m**
		Energia de Compactação:	**Normal**

Constantes

Número do Anel	1	Constante do anel	0,09558

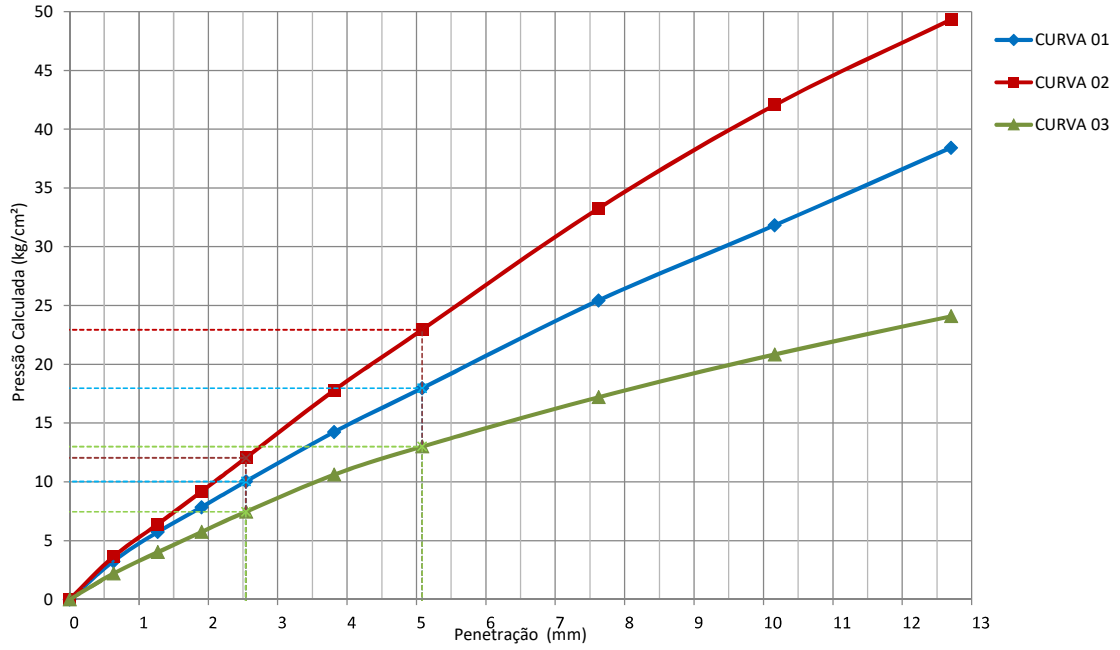
Expansão

Ponto		1				2				3			
Número do Cilindro		8	Altura inicial (mm)		114,50	25	Altura inicial (mm)		113,60	20	Altura inicial (mm)		114,60
Data	Hora	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão	Tempo	Leitura	Dif. Leitura	Expansão
		(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)	(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)	(min)	x 0,01mm	x 0,01mm	(%)
04/07/24	00h00		100,00	-			100,00	-			100,00	-	
08/07/24	96h00		117,00	**17,00**	**0,15%**		111,00	**11,00**	**0,10%**		104,00	**4,00**	**0,03%**

Penetração

Ponto			1				2				3			
Penetração	Tempo	Pressão Padrão	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC	Leitura Anel	Pressão (kg/cm²)		ISC
(mm)	(min)	(kg/cm²)	(mm*10^{-3})	Calculada	Corrigida	(%)	(mm*10^{-3})	Calculada	Corrigida	(%)	(mm*10^{-3})	Calculada	Corrigida	(%)
0,00	0,00		0,0	0,00			0,0	0,00			0,0	0,00		
0,63	0,50		34,0	3,25			38,0	3,63			23,0	2,20		
1,27	1,00		60,0	5,73			67,0	6,40			42,0	4,01		
1,90	1,50		82,0	7,84			96,0	9,18			60,0	5,73		
2,54	2,00	70,30	105,0	10,04	10,04	**14,3%**	126,0	12,04	12,04	**17,1%**	78,0	7,46	7,46	**10,6%**
3,81	3,00		149,0	14,24			186,0	17,78			111,0	10,61		
5,08	4,00	105,40	188,0	17,97	17,97	**17,0%**	240,0	22,94	22,94	**21,8%**	136,0	13,00	13,00	**12,3%**
7,62	6,00		266,0	25,42			348,0	33,26			180,0	17,20		
10,16	8,00		333,0	31,83			440,0	42,06			218,0	20,84		
12,70	10,00		402,0	38,42			516,0	49,32			252,0	24,09		

Pressão X Penetração



Resumo

Ponto	1	2	3
ISC	**17,0%**	**21,8%**	**12,3%**
Umidade	**8,28%**	**9,20%**	**10,14%**
Expansão	**0,15%**	**0,10%**	**0,03%**

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 45

Análise Granulométrica por Peneiramento

Contratante:	**Prefeitura Municipal de Joinville**	Registro:	**156**
Projeto:	**Obras Viárias em Diversas Ruas do Município de Joinville/SC**	Ordem de Serviço:	**11055**
Endereço:	**Rua Jarivatuba, Fátima, Joinville/SC**	Data da Coleta:	**27/06/2024**
Elaboração:	**AZIMUTE Engenheiros Consultores SC Ltda**	Data do Ensaio:	**03/07/2024**
Descrição:	**Areia Marrom**	Amostra:	**AS-26**
Norma:	**ABNT NBR 7181:2016**	Prof. Coleta:	**0,90 m**

Massa total da amostra seca

Massa da amostra seca ao ar [Mt] (g)	1.168,30
Massa do material seco retido #10 [Mg] (g)	**105,10**
Massa total da amostra seca [Ms] (g)	**1.114,27**

Teor de umidade

Número da cápsula	19	40	45
Solo úmido + tara (g)	102,90	100,40	107,10
Solo seco + tara (g)	98,70	96,20	102,30
Tara da cápsula (g)	**17,72**	**17,46**	**15,69**
Água (g)	**4,20**	**4,20**	**4,80**
Solo seco (g)	**80,98**	**78,74**	**86,61**
Teor de umidade (%)	**5,19%**	**5,33%**	**5,54%**
Umidade média (%)		**5,35%**	

Resumo

Pedregulho (Material retido na peneira n°10)	**9,4%**
Areia grossa (Passando na nº 10 e retido na nº 40)	**42,5%**
Areia fina (Passando na nº 40 e retido na nº 200)	**35,0%**
Passando na peneira nº 200	**13,1%**
Total	**100,0%**

Peneiramento Grosso

Peneira		Peso da amostra seca (g)		% que passa
nº	mm	Retido	Passado	
2"	50,00	-	**1.114,27**	**100,0%**
1 1/2"	38,00	-	**1.114,27**	**100,0%**
1"	25,00	-	**1.114,27**	**100,0%**
3/4"	19,00	12,50	**1.101,77**	**98,9%**
3/8"	9,50	20,70	**1.081,07**	**97,0%**
4	4,75	32,40	**1.048,67**	**94,1%**
10	2,00	39,50	**1.009,17**	**90,6%**

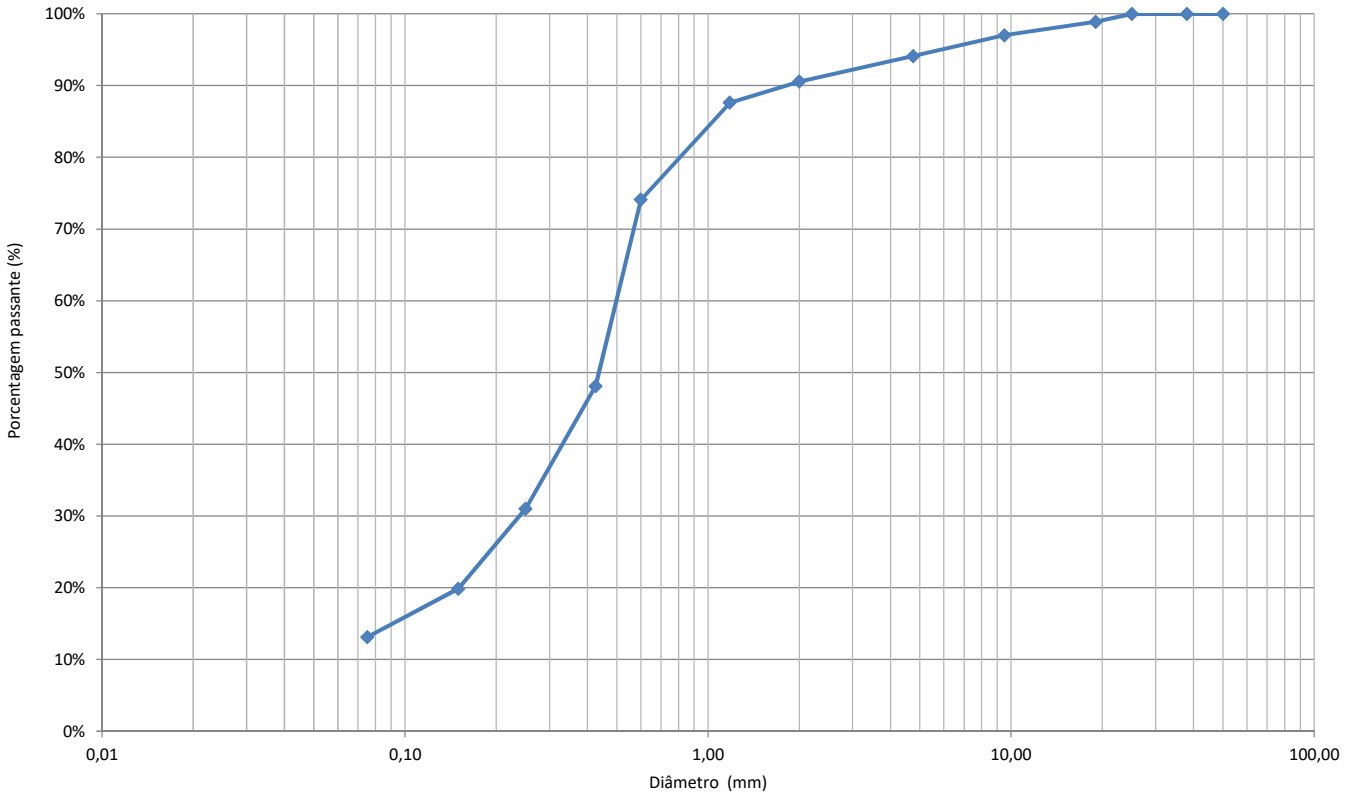
Peneiramento Fino

			Peso da amostra úmida [Mw] (g):		120,00
Peneira	Peso da amostra seca (g)			% que passa	
nº	mm	Retido	Passado	Parcial	Total
16	1,180	3,70	**110,20**	**96,8%**	**87,6%**
30	0,600	17,00	**93,20**	**81,8%**	**74,1%**
40	0,425	32,70	**60,50**	**53,1%**	**48,1%**
60	0,250	21,50	**39,00**	**34,2%**	**31,0%**
100	0,150	14,00	**25,00**	**22,0%**	**19,9%**
200	0,075	8,50	**16,50**	**14,5%**	**13,1%**

Classificação

Classificação HRB	-
Classificação pelo Sistema Unificado	**SM**

Curva Granulométrica (Peneiramento)



Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 46

Ensaios Físicos (Limite de Plasticidade e Limite de Liquidez)

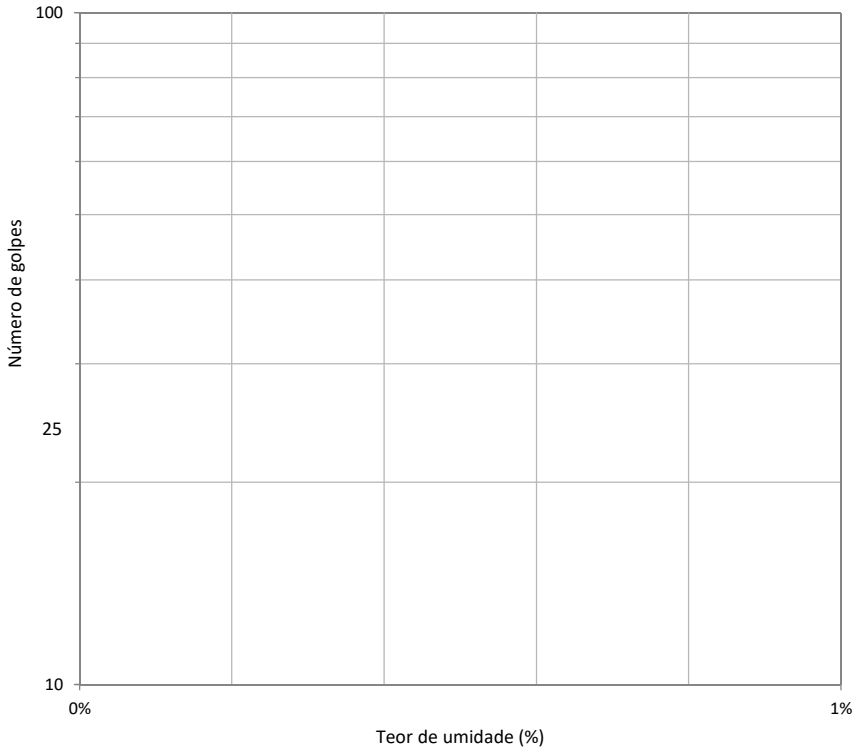
Contratante:	**Prefeitura Municipal de Joinville**	Registro:	**156**
Projeto:	**Obras Viárias em Diversas Ruas do Município de Joinville/SC**	Ordem de Serviço:	**11055**
Endereço:	**Rua Jarivatuba, Fátima, Joinville/SC**	Data da Coleta:	**27/06/2024**
Elaboração:	**AZIMUTE Engenheiros Consultores SC Ltda**	Data do Ensaio:	**03/07/2024**
Descrição:	**Areia Marrom**	Amostra:	**AS-26**
Norma:	**ABNT NBR 6459:2016; ABNT NBR 7180:2016**	Prof. Coleta:	**0,90 m**

Ensaios Físicos

	Limite de Liquidez					Limite de Plasticidade				
Número da cápsula										
Solo úmido + cápsula (g)										
Solo seco + cápsula (g)										
Peso da cápsula (g)			**NL**					**NP**		
Peso da água (g)		**Não apresenta limite de liquidez**					**Não apresenta limite de plasticidade**			
Peso do solo úmido (g)										
Peso do solo seco (g)										
Teor de umidade (%)										
Número de golpes										

Média	-
Limite inferior (95%)	-
Limite superior (105%)	-
Limite de Plasticidade	-

Gráfico do Limite de Liquidez



Resultado

Limite de Liquidez (LL)	**NL**
Limite de Plasticidade (LP)	**NP**
Índice de Plasticidade (IP)	**-**
Índice de Grupo (IG)	**-**

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 47

Ensaio para Determinação da Massa Específica Aparente "In Situ" - Cilindro de Cravação (Hilf)

Contratante:	**Prefeitura Municipal de Joinville**	Registro:	**156**
Projeto:	**Obras Viárias em Diversas Ruas do Município de Joinville/SC**	Ordem de Serviço:	**11055**
Endereço:	**Rua Jarivatuba, Fátima, Joinville/SC**	Camada:	**Subleito**
Supervisão:	**AZIMUTE Engenheiros Consultores SC Ltda.**	Norma ABNT:	**NBR 9813:2016**

Dados de Campo

Número do ensaio	1	2	3		
Data	27/06/2024	27/06/2024	27/06/2024		
Endereço	Rua Jarivatuba, Nº 1792	Rua Jarivatuba, Nº 1700	Rua Jarivatuba, Nº 1665		
Registro do ensaio	EGT-11055-113-AM-227-A	EGT-11055-113-AS-26-A	EGT-11055-113-AM-228-A		
Profundidade do ensaio (m)	1,10	0,90	0,70		

Determinação da Densidade

Cilindro nº	3	2	1		
1 - Peso (cilindro + solo úmido) (g)	2573,6	2792,9	2615,3		
2 - Peso do cilindro (g)	**956,6**	**991,9**	**953,0**		
3 - Peso do solo úmido (g)	**1617,0**	**1801,0**	**1662,3**		
4 - Volume do cilindro (cm³)	**948,7**	**972,2**	**982,5**		
5 - Dens. Aparente úmida (g/cm³)	**1,704**	**1,853**	**1,692**		

Determinação da Umidade

Cápsula nº	92	115	113	104	96	112				
6 - Peso (cápsula + solo úmido) (g)	133,30	144,80	139,80	141,20	154,60	150,90				
7 - Peso (cápsula + solo seco) (g)	117,20	127,60	126,10	127,00	136,00	133,50				
8 - Peso da cápsula (g)	**31,65**	**35,54**	**35,50**	**31,75**	**31,80**	**36,66**				
9 - Peso da água (g)	**16,10**	**17,20**	**13,70**	**14,20**	**18,60**	**17,40**				
10 - Peso do solo úmido (g)	**101,65**	**109,26**	**104,30**	**109,45**	**122,80**	**114,24**				
11 - Peso do solo seco (g)	**85,55**	**92,06**	**90,60**	**95,25**	**104,20**	**96,84**				
12 - Umidade (%)	**18,8%**	**18,7%**	**15,1%**	**14,9%**	**17,9%**	**18,0%**				
13 - Umidade média (%)	**18,8%**		**15,0%**		**17,9%**					

Resultados

14 - Dens. Aparente seca (g/cm³)	**1,435**	**1,611**	**1,435**		
15 - Dens. máx. de laboratório (g/cm³)	1,671	1,781	1,705		
16 - Grau de compactação (%)	**85,9%**	**90,4%**	**84,2%**		
17 - Umidade ótima (%)	10,10%	9,30%	9,10%		

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a
Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 48

4.0 - TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente documento referente ao **Estudo Geotécnico e Execução de Sondagens**, integrante da Etapa 01 - Estudo Preliminar, referente aos Projetos Executivos para Obras Viárias de Diversas Ruas do Município de Joinville, contém um total de 49 páginas numeradas em ordem crescente.

AZIMUTE Engenharia

Setembro de 2024

Clicksign 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a Projeto Estudo Preliminar - Estudo Geotécnico (30687110) SEI 26.0.078329-0 / pg. 49

REL-11055-E22-113-PM-02-B.pdf

Documento número #382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a

Hash do documento original (SHA256): b27a2dafef3cd4b98e72ae7c25e91ee56b555adf3a8529671b1fd796b2440e6a

Assinaturas

ANTONIO CARLOS RAMUSKI

CPF: 421.947.099-91

Assinou como responsável legal em 28 out 2025 às 19:22:46

Log

28 out 2025, 19:15:32	Operador com email juridico@grupoazimute.com.br na Conta cfee0e8c-03af-4bc9-8b22-e5828ae9f7b4 criou este documento número 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a. Data limite para assinatura do documento: 03 de novembro de 2025 (08:50). Finalização automática após a última assinatura: habilitada. Idioma: Português brasileiro.
28 out 2025, 19:15:54	Operador com email juridico@grupoazimute.com.br na Conta cfee0e8c-03af-4bc9-8b22-e5828ae9f7b4 adicionou à Lista de Assinatura: juridico@grupoazimute.com.br para assinar como responsável legal, via E-mail. Pontos de autenticação: Token via E-mail; Nome Completo; CPF; endereço de IP. Dados informados pelo Operador para validação do signatário: nome completo ANTONIO CARLOS RAMUSKI e CPF 421.947.099-91.
28 out 2025, 19:22:46	ANTONIO CARLOS RAMUSKI assinou como responsável legal. Pontos de autenticação: Token via E-mail juridico@grupoazimute.com.br. CPF informado: 421.947.099-91. IP: 179.190.110.93. Localização compartilhada pelo dispositivo eletrônico: latitude -26.2594198064837 e longitude -48.88362315095672. URL para abrir a localização no mapa: https://app.clicksign.com/location. Componente de assinatura versão 1.1331.0 disponibilizado em https://app.clicksign.com.
28 out 2025, 19:22:49	Processo de assinatura finalizado automaticamente. Motivo: finalização automática após a última assinatura habilitada. Processo de assinatura concluído para o documento número 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a.

ICP Brasil

Documento assinado com validade jurídica.

Para conferir a validade, acesse https://www.clicksign.com/validador e utilize a senha gerada pelos signatários ou envie este arquivo em PDF.

As assinaturas digitais e eletrônicas têm validade jurídica prevista na Medida Provisória nº. 2200-2 / 2001

Este Log é exclusivo e deve ser considerado parte do documento nº 382322f0-8af0-4671-9679-e5c88638d15a, com os efeitos prescritos nos Termos de Uso da Clicksign, disponível em www.clicksign.com.