

### 13.3 PROJETO EXECUTIVO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA



**PROJETO EXECUTIVO. REDE DE  
DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA.  
EMPREENDIMENTO GOLDEN GREEN, SETOR  
3, QUADRAS 20 A 23  
JARDIM BOTÂNICO/ DF**

*Descritivo Técnico, Especificações e Desenhos.*

**X.XXX.XXX-XXXX**

**VOLUME 01**

**TOMO 01/01**

Brasília  
07/10/2022 a 13/10/2022

**TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E  
CONSULTORIA AMBIENTAL.**



**PROJETO EXECUTIVO. REDE DE  
DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA.  
EMPREENDIMENTO GOLDEN GREEN, SETOR  
3, QUADRAS 20 A 23  
JARDIM BOTÂNICO/ DF**

*Descritivo Técnico, Especificações e Desenhos.*

X.XXX.XXX-XXXX

**X XXX XX**

Brasília  
07/10/2022 a 13/10/2022



**PROJETO EXECUTIVO. REDE DE DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA. EMPREENDIMENTO GOLDEN GREEN, SETOR 3, QUADRAS 20 A 23 JARDIM BOTÂNICO/ DF**

***Descritivo Técnico, Especificações e Desenhos.***

Volume 01  
Tomo 01/01  
07/10/2022 a 13/10/2022

---

**Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal**

**Responsável Técnico**

Eng. Edlamar da Silva Junior - CREA 12.683/D-GO

---

**TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL**  
**SHIS QI 09 BLOCO D SALA 107 E 108 – Lago Sul Brasília/DF CEP: 71.625-025**  
**CNPJ nº 35.425.146/0001-63**

**Responsáveis Técnicos**

Eng. Felipe Nascimento Gomes - CREA 29.388/D-DF  
Eng. Thales Thiago Sousa Silva - CREA 22.702/D-DF

**Equipe Técnica**

Eng. Yuri Stephano Pereira – CREA 28.483/D-DF  
Iago Quirino e Silva – Engenheiro Civil  
Synthya Moreira Rocha – Arquiteta e Urbanista

---

**Governador do Distrito Federal**

Ibaneis Rocha Barros Júnior

**Secretário de Estado de Obras**

Luciano Carvalho de Oliveira

**Presidente da Caesb**

Pedro Cardoso Santana Filho

**Diretoria de Engenharia**

Virgílio de Melo Peres

**Superintendência de Projetos**

Stefan Igreja Muhlhofer

**PROJETO EXECUTIVO. REDE DE DISTRIBUIÇÃO DO  
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.  
EMPREENDIMENTO GOLDEN GREEN, SETOR 3,  
QUADRAS 20 A 23  
JARDIM BOTÂNICO/ DF**

***Descritivo Técnico, Especificações e Desenhos.***

			NOME	APROV.	DATA	APROV.
00	13/10/2022	EMISSÃO	FELIPE	THALES		
Nº	DATA	DESCRIÇÃO	EMPRESA (R.T)		CAESB (Resp. pela validação técnica)	
REVISÕES						

## APRESENTAÇÃO

Este documento compõe o Projeto Executivo das Redes de Distribuição do Sistema de Abastecimento de Água do empreendimento Residencial Village Golden Green, Setor 3, Quadras 20 a 23, Jardim Botânico/ DF.

O projeto foi elaborado conforme critérios e parâmetros recomendados pela Caesb por meio do Termo de Viabilidade de Técnica (TVT) nº 053/2021 (PROCESSO nº 00092-00028194/2021-39) que foi enviado em resposta a Carta de solicitação de viabilidade da TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental. Este documento contempla as seguintes documentações:

<b>CÓDIGO NOVO</b>	<b>TÍTULO DOCUMENTO</b>
X.XXX.XXX-XXXX	Projeto Executivo. Redes de Distribuição do Sistema de Abastecimento de Água. Empreendimento Golden Green, Setor 3, Quadras 20 a 23, Jardim Botânico/ DF

A autorização para o início dos trabalhos foi dada em 07 de julho de 2021, com o envio, por parte da Caesb, do TVT acima citado.

Para elaboração do projeto em questão foram seguidas também as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), as recomendações e outras Normas pertinentes da Caesb (Codificação, Projetos, Cadastramento, Apresentação de Documentos Técnicos entre outras), especialmente a norma da Caesb ND.SEP-003, que estabelece as diretrizes para Elaboração de Projetos, além de critérios e parâmetros recomendados no TVT e boas práticas de engenharia.

Este documento constitui o único produto do Projeto Executivo das Redes de Distribuição que deverão ser aprovados pela Caesb, sendo composto por 01 (um) Volume e 01 (um) Tomo, conforme consta da discriminação abaixo:

<b>VOLUME</b>	<b>TOMO</b>	<b>CONTEÚDO</b>
01	01/01	Descritivo Técnico, Especificações e Desenhos.

## RELAÇÃO DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	12
FIGURA 2.2 - USO E OCUPAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	13
FIGURA 5.1: REDE DE ÁGUA PRÓXIMA AO EMPREENDIMENTO. ....	23

## RELAÇÃO DE TABELAS

TABELA 3.1 - POPULAÇÃO FLUTUANTE PARA AS ÁREAS PÚBLICAS .....	15
TABELA 4.1 - VALORES DE REFERÊNCIA PARA VELOCIDADE E VAZÃO DAS REDES E ADUTORAS .....	19
TABELA 4.2 - LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	20
TABELA 4.3 - TABELA RESUMO DOS PARÂMETROS DE PROJETO .....	21
TABELA 4.4 - CÁLCULO DAS DEMANDAS DE PROJETO.....	22
TABELA 5.1 - TABELA DE CLASSIFICAÇÃO DE HIDRANTES .....	24
TABELA 6.1 - TABELA DE DIMENSIONAMENTO DA DESCARGA DE FUNDO.....	29
TABELA 6.2 - TABELA RESUMO DA VÁLVULA DE MANOBRA.....	30



---

## RELAÇÃO DE DESENHOS

<i>ANEXO VI - Planta Geral Rede de Distribuição de Água.....</i>	<i>01/03</i>
<i>ANEXO VI - Planta de detalhes - Caixa de Manobra, Descarga e Hidrante .....</i>	<i>02/03</i>
<i>ANEXO VI - Planta de detalhes - Caixa do Medidor de vazão.....</i>	<i>03/03</i>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO.....</b>	<b>11</b>
2.1. CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA .....	11
<b>3. ESTUDO POPULACIONAL .....</b>	<b>13</b>
3.1. POPULAÇÃO DE PROJETO .....	14
3.1.1. População fixa de projeto .....	14
<b>4. CRITÉRIOS, PARÂMETROS DE PROJETO E ESTUDO DE DEMANDAS</b>	<b>18</b>
4.1. COEFICIENTES.....	18
4.2. VAZÕES E VELOCIDADES MÁXIMAS .....	18
4.3. PRESSÕES LIMITES.....	19
4.4. LARGURA DAS FAIXAS DE SERVIDÃO .....	19
4.5. CÁLCULO DAS DEMANDAS DE PROJETO.....	20
<b>5. CONCEPÇÃO .....</b>	<b>23</b>
5.1. MATERIAL DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO .....	24
5.2. HIDRANTE DE COLUNA .....	24
5.3. BLOCOS DE ANCORAGEM.....	25
5.4. DESCARGA DE FUNDO .....	25
5.5. LIGAÇÕES PREDIAIS .....	25
<b>6. DIMENSIONAMENTO .....</b>	<b>25</b>
6.1. FORMULÁRIO .....	25
6.1.1. Equação da Velocidade.....	25
6.1.2. Cálculo das Perdas de Carga.....	26
6.2. TUBULAÇÕES.....	27
6.3. ÓRGÃOS ACESSÓRIOS.....	27
I. Descarga de fundo .....	27
II. Válvula de manobra.....	30
<b>7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....</b>	<b>30</b>
7.1. FORNECIMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	30
7.1.1. Materiais e equipamentos fornecidos pelo contratante.....	31
7.1.2. Materiais Fornecidos pelo construtor.....	32
7.2. TUBOS, PEÇAS E CONEXÕES .....	33
7.2.1. Considerações de Operação .....	33
7.2.2. Escopo do Fornecimento.....	33

7.2.3.	Materiais/tipos de tubos/matérias-primas .....	34
7.2.4.	Projeto e dimensionamento .....	34
7.2.5.	Disposições construtivas .....	34
7.2.6.	Dimensões e tolerância .....	34
7.2.7.	Identificação/marcação das peças e dos tubos .....	34
7.2.8.	Embalagem – manuseio - transporte - carga - descarga - estocagem ..	35
7.3.	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO.....	40
7.3.1.	Serviços Topográficos .....	40
7.3.2.	Equipamentos.....	40
7.3.3.	Locação Das Obras .....	40
7.4.	SERVIÇOS PRELIMINARES .....	41
7.4.1.	Preparação Do Terreno .....	41
7.4.2.	Demolições.....	42
7.4.3.	Movimentação De Terra .....	42
7.4.4.	Escoramento.....	47
7.4.5.	Esgotamento e drenagem .....	48
7.4.6.	Fundações e estruturas .....	48
7.4.7.	Instalação de Tubos e Conexões .....	49
7.4.8.	Ensaio de pressão e vazamento.....	51
7.4.9.	Limpeza e Desinfecção de Tubos e Conexões .....	51
7.4.10.	Cadastro “as built” .....	52
<b>8.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS.....</b>	<b>53</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXO I – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART) ....</b>	<b>55</b>
<b>10.</b>	<b>ANEXO II – CARTA CONSULTA PARA OPERAÇÃO PRÓPRIA.....</b>	<b>56</b>
<b>11.</b>	<b>ANEXO III – TERMO DE VIABILIDADE DE TÉCNICO (TVT Nº 108/2021)57</b>	<b>57</b>
<b>12.</b>	<b>ANEXO IV – PLANTA GERAL DE NÓS E TRECHOS .....</b>	<b>58</b>
<b>13.</b>	<b>ANEXO V – PLANILHA DE NÓS E TRECHOS .....</b>	<b>59</b>
<b>14.</b>	<b>ANEXO VI - DESENHOS .....</b>	<b>60</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um imprescindível recurso natural, utilizado em qualquer atividade realizada pelo ser humano. Assim, sua disponibilidade influencia diretamente no uso e ocupação do solo e conseqüentemente no desenvolvimento social e econômico local, devendo existir dispositivos responsáveis pela sua captação, transporte, tratamento, reservação e distribuição aos consumidores.

O conjunto desses dispositivos forma os Sistemas de Abastecimento de Água (SAA), cujo objetivo é fornecer ao usuário água em qualidade, quantidade e pressão suficiente para realização de suas atividades.

Antes do projeto e execução desses tipos de sistemas é fundamental a realização de estudos a fim de se obter a melhor alternativa técnica, econômica e ambiental para solução do abastecimento de água.

Em áreas já urbanizadas deve-se identificar a situação do sistema de abastecimento público em operação, bem como uma caracterização da estrutura física existente na área de estudo ou próxima dela, a fim de verificar a possibilidade de atendimento de novos empreendimentos, minimizando custos com implantação e operação de novos sistemas.

No intuito de caracterizar o SAA existente no local, foram realizadas visitas técnicas na área de estudo, bem como o envio de Carta-Consulta à Companhia de Saneamento do Distrito Federal (CAESB), solicitando informações sobre a existência de interferências de redes existentes ou projetadas na área e indagando a possibilidade de atendimento do empreendimento em tela.

Em resposta, por meio do Termo de Viabilidade de Técnica - TVT nº 053/2021 (Processo nº 00092-00028194/2021-39), a CAESB informou que não há sistema de abastecimento de água implantado ou projetado para atendimento do empreendimento. O mesmo documento destaca que o atendimento do Golden Green só será viável após o início de operação do Sistema Produtor Paranoá Sul. Deste modo, ainda segundo o TVT, o empreendimento deverá implantar sistema de abastecimento independente, projetado nos padrões requeridos pela Caesb.

Contudo, sistemas de abastecimento de água projetados no padrão da Caesb, possuem um alto nível tecnológico, com unidades usuais para grandes sistemas de abastecimento, o que acaba os tornando mais onerosos, inviabilizando sua utilização para pequenos condomínios como no caso do Golden Green.

Além disso, sistemas no padrão Caesb são projetados para atendimento de grandes populações, exigem consideráveis áreas para instalação de todas suas infraestruturas, como por exemplo as Unidades de Tratamento Simplificado (UTS) que para atenderem o nível de automação requerido pela Companhia deve contemplar dispositivos que permitam a operação remota do sistema de abastecimento. Além de áreas para UTS, são necessárias ainda áreas para instalação de reservatórios, manobra e descarga de materiais, manobra de equipamentos de manutenção, instalação de caixas para macromedidores, entre outras.

Diante do exposto, o empreendimento Golden Green solicitou, por meio da Carta nº 260 (Protocolada no Processo: 00092-00043970/2022-41), autorização para implantação e operação de um sistema próprio de produção, necessitando aprovação e execução no padrão da Companhia apenas a rede de distribuição, uma vez que futuramente existirá a possibilidade de interligação com sistema público de abastecimento.

O sistema que será projetado, implantado, operado e mantido pelo empreendimento terá captação em poços tubulares profundos e apesar de não seguir a risca o Padrão Caesb, deverá atender as recomendações das Normas Brasileiras NBR's 12.212, 12.214, 12.215, 12.216, 12.217 e 12.218, normas que tratam sobre projeto de sistemas de abastecimento de água. Além disso, as características físico-químicas da água distribuída no parcelamento deverão atender as recomendações da Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, que dispõe sobre o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Nesse sentido, esse documento consiste no Projeto Executivo apenas da Rede de Distribuição do Sistema de Abastecimento de Água projetada para o Empreendimento Golden Green.

Os parâmetros a serem adotados nesse trabalho foram, em parte, recomendados pela Companhia por meio do Termo de Viabilidade de Técnica (TVT), normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e boas práticas de engenharia.

## **2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO**

### **2.1. CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA**

O sistema de abastecimento de água, objeto deste projeto, será implantado na Região Administrativa do Jardim Botânico (RA-XXVII), inserido próximo ao Condomínio Ouro Vermelho I no Distrito Federal, sendo sua principal via de acesso a Estrada do Sol, através da Via de Circulação de Vizinhança 1 prevista em sua testada frontal. Sua área equivale a cerca de 96.402,17m<sup>2</sup> ou 9,640ha.

A Figura 2.1 expõe a localização, onde também é possível visualizar a poligonal de sua gleba.

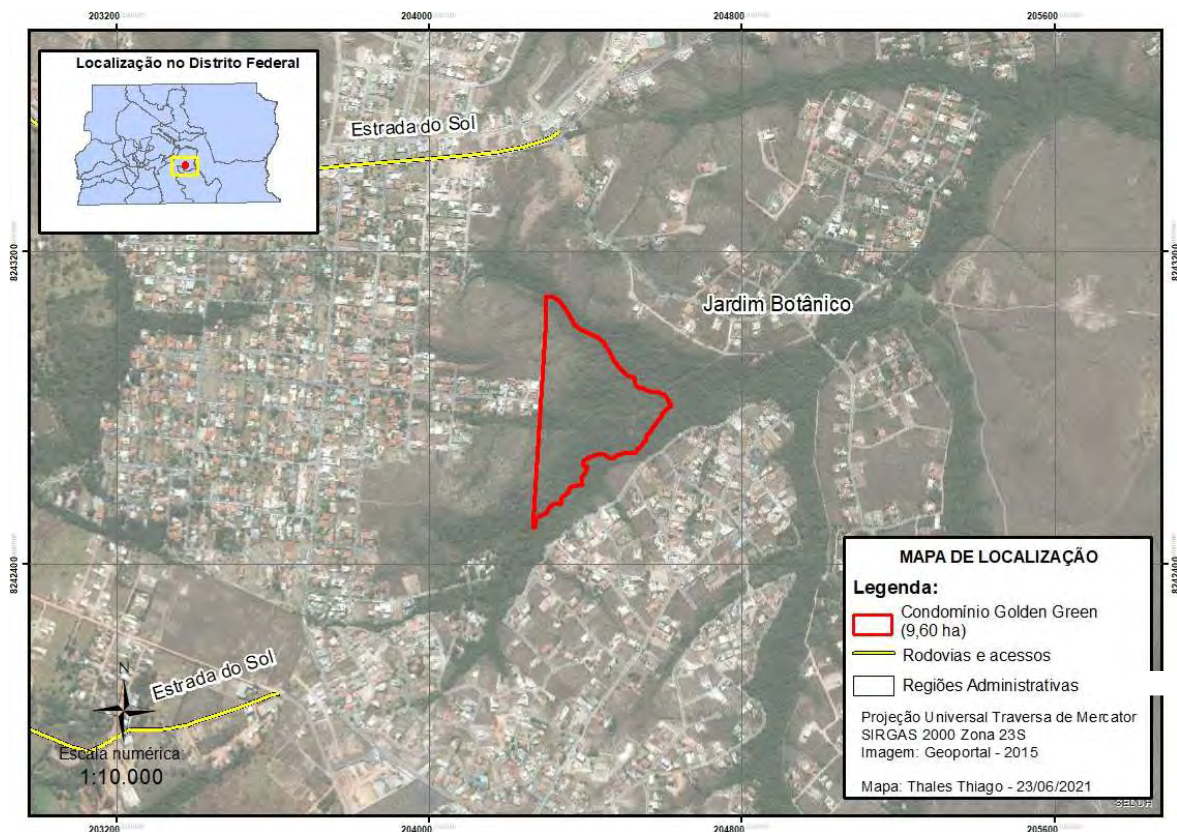


Figura 2.1 - Localização do empreendimento

Segundo Estudo Preliminar de Urbanismo, o empreendimento contemplará Espaços Livres de Uso Público (ELUP) e 67 lotes de uso residencial e 1 lote de uso misto.

Para os 67 lotes foi previsto o uso RO 1, onde é permitido exclusivamente o uso residencial na categoria habitação unifamiliar obrigatório. Os lotes residenciais possuem área variada entre 316,98m<sup>2</sup> a 712,82m<sup>2</sup>, com área total de 28.782,33m<sup>2</sup>, ocupando 57,36% da área do empreendimento.

Para o lote de uso misto foi previsto o uso CSIIR 1, onde é permitido o uso comercial, prestação de serviços, institucional, industrial e residencial, e para ele foi previsto até 79 unidades habitacionais (apartamentos). O lote possui área de 1.895,10m<sup>2</sup>, ocupando 3,78% da área do empreendimento.

As ELUPs e EPU compõem o projeto com área de 7.596,52m<sup>2</sup>, alcançando 15,14% da área da gleba. A EPU com área de 3.505,56m<sup>2</sup>, localizada na porção mais baixa da gleba, está prevista para a instalação da bacia de retenção. Já as ELUPs com área de 4.090,96m<sup>2</sup>, estão localizadas nas proximidades da APP sendo uma zona de amortização devido a fragilidade ambiental.

A Figura 2.2 expõe a planta urbanística.

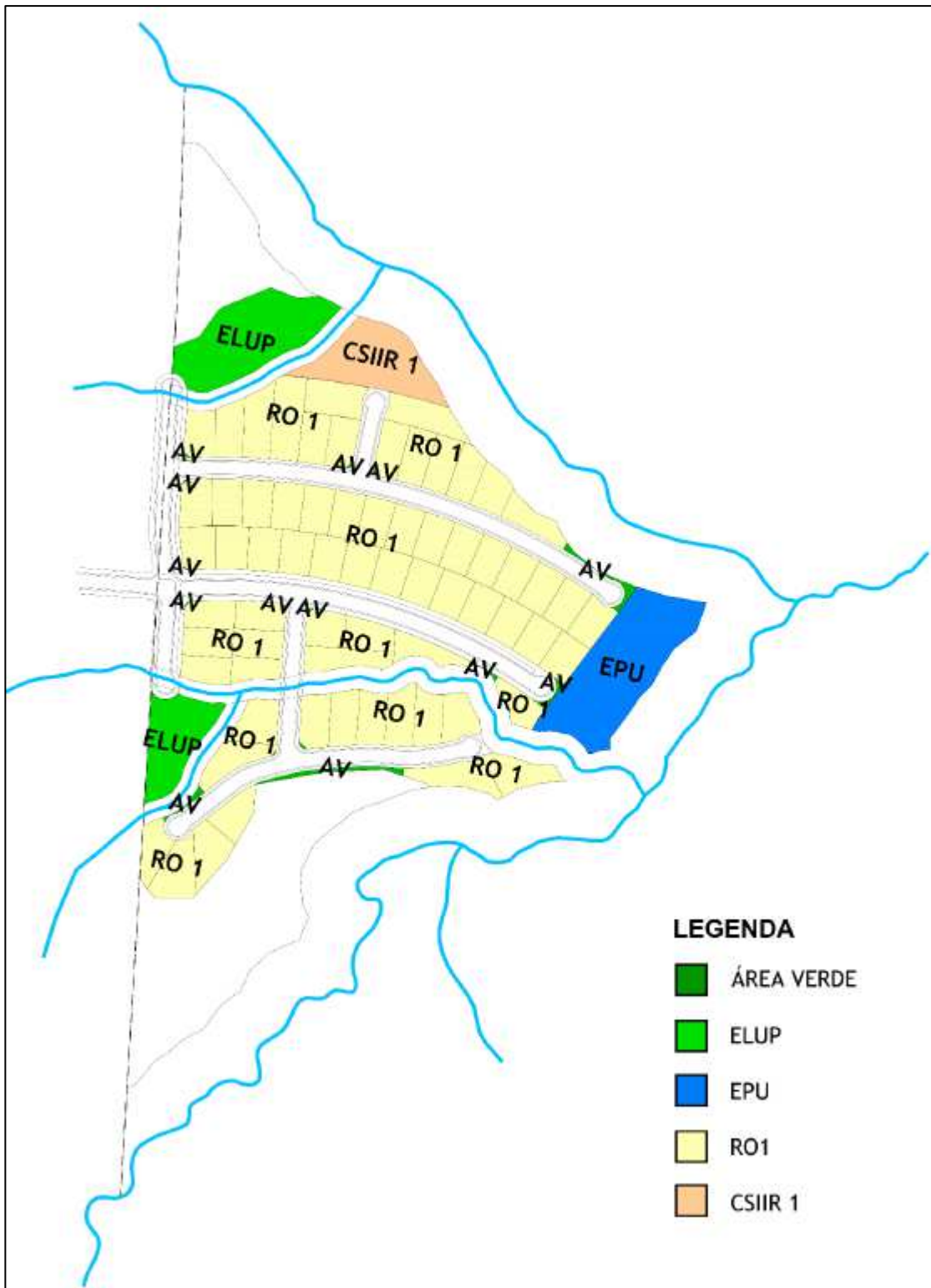


Figura 2.2 - Uso e Ocupação do Empreendimento

Fonte: Memorial Descritivo (MDE)

### 3. ESTUDO POPULACIONAL

Os dados da demanda de água são preponderantemente importantes para a concepção, projeto e gerenciamento de Sistemas de Abastecimento de Água e Sistemas de Esgotamento Sanitário.

Para o abastecimento de água, todo dimensionamento realizado depende dos consumos médios por habitante e da quantidade de habitantes fixos e flutuantes, áreas públicas, consumos especiais e outras demandas, tipos e categorias de consumo (Tsutiya, 2005).

Os consumidores/contribuintes podem ser classificados em quatro grandes categorias: domésticos, comerciais, industriais e públicos. Portanto, para dimensionamento dos sistemas é necessário possuir dados qualitativos e quantitativos dos consumidores a serem abastecidos.

Os dados populacionais que subsidiaram o dimensionamento do sistema dependem da característica urbanística do empreendimento. Tendo em vista informações obtidas pelo Memorial Descritivo (MDE), as áreas geradoras de demandas são lotes residenciais obrigatório (RO 1), e um lote de uso misto (CSIIR 1) com 79 unidades habitacionais.

O condomínio em questão será implantado em apenas uma etapa e possuirá consumo doméstico e, possivelmente, comercial. Assim, para cálculo das demandas foi realizado o levantamento populacional residente (fixa) e flutuante, onde foram consideradas todas as unidades habitacionais.

### **3.1. POPULAÇÃO DE PROJETO**

O empreendimento objeto deste estudo possuirá 01 (um) lote do tipo CSIIR 1 com 79 Unidades Habitacionais (UH), e 67 lotes RO 1 do tipo unifamiliar obrigatório, devendo todos serem atendidos pelo sistema de abastecimento de água projetado.

#### **3.1.1. População fixa de projeto**

Para cálculo da população fixa de projeto, considerou-se o número de pessoas por residência da RA do Jardim Botânico (3,3 habitantes por residência). Esse dado foi obtido pela Pesquisa Distrital de Amostragem por Domicílio - PEDAD realizado pela CODEPLAN em 2016. Essa pesquisa serve como instrumento de planejamento e tomada de decisões governamentais e utilizou amostra de 500 dos 8.172 domicílios existentes na RA em 2016, representando uma amostragem de 6,10% do total.

Considerando o número de 146 UH's e, para cada unidade uma média de 3,3 moradores, estima-se cerca de 482 habitantes fixos, ou seja, um índice de 50 habitantes por hectare.

O resumo dos resultados obtidos pode ser visto na Tabela 3..

#### **3.1.1. População flutuante de projeto**

Além da população residente, considerou-se também a população flutuante, englobando terceiros que de alguma forma possam gerar consumo de água. Os



flutuantes são formados por funcionários do condomínio e outros possíveis visitantes que gerarão consumo de água.

Para determinação da população flutuante, utilizou-se a metodologia proposta por Tsutiya (2005), em que se multiplica a área máxima edificável por um coeficiente (0,0615), obtendo-se o consumo mensal em metros cúbicos – m<sup>3</sup>. Considerando um mês regular de 30 dias, chega-se ao consumo diário. Essa mesma metodologia é recomendada pela Caesb no Anexo 01 da ND.SCO-002 para cálculo de demandas em edifícios comerciais.

Em seguida o valor do consumo diário foi dividido pelo consumo per capita de 50 l/hab.dia, resultando no número de pessoas flutuantes diariamente.

A área edificável foi determinada multiplicando a média dos coeficientes de aproveitamento básico e máximo (Zona B, DIUPE 34/2021) pela área do lote do tipo Comercial, Prestação de Serviços, Institucional e Residencial (CSIIR 01), obtendo-se a área média das possíveis futuras edificações.

Dentro do empreendimento, há 1 (um) lote de uso misto (CSIIR 1), que será considerado no cálculo das demandas de água, pois considerou-se que as ELUP's serão frequentadas pelos próprios moradores ou visitantes do Condomínio e seus consumos diários já foram considerados.

Para estimar a população flutuante nesse lote foi utilizada a mesma metodologia proposta por Tsutiya (2005) em que se estima a população em função da área edificável utilizando o coeficiente de aproveitamento médio. A população flutuante para as áreas públicas encontra-se na Tabela a seguir:

Tabela 3.1 - População Flutuante para as áreas públicas

USO / ENDEREÇO	ÁREA (M <sup>2</sup> )	COEF. MÉDIO	ÁREA MÁX. EDIFICÁVEL (M <sup>2</sup> )	POPULAÇÃO FLUTUANTE
CSIIR 1 / LOTE 3	1845,1	1,25	2.306,38	95

### 3.1.2. Resumo da População de Projeto

Dentro do empreendimento as áreas geradoras de demandas são os lotes residenciais (RO1) e de uso misto (CSIIR 1). As ELUP's não foram consideradas no levantamento da população flutuante pois considera-se que essas áreas serão visitadas pelos próprios moradores, funcionários e outros visitantes do empreendimento, e seus consumos diários já foram considerados.

No horizonte final de projeto, a população total calculada para o empreendimento é de aproximadamente 505 habitantes.

Vale destacar que, para obter esse valor, foi necessário converter a população flutuante em fixa, obtendo-se a população equivalente. Desta maneira, a população total é composta por:

- População fixa + população flutuante equivalente = 482 + 23 = 505 habitantes

O resumo dos resultados obtidos pode ser visto na **Erro! Fonte de referência não encontrada.2.**

Tabela 3.2 - Resumo População Fixa de Projeto

LOTE	TIPO/ QUANT.	ÁREA TOTAL (M <sup>2</sup> )	COEF. APROV. BÁSICO	COEF. APROV. MÁXIMO	MÉDIA COEF.	ÁREA MÁX. EDIF. (M <sup>2</sup> )	Nº UNIDADES HAB.	POPULAÇÃO FIXA	POPULAÇÃO NÃO RESIDENTE		POPULAÇÃO TOTAL
									FLUTUANTE	EQUIVALENTE	
CJ A	RO 1/ (2)	1173.31	1	1	1	1173.31	2	7	-	-	7
CJ B	RO 1/ (27)	10216.27	1	1	1	10216.27	27	89	-	-	89
CJ C	RO 1/ (3)	1170.25	1	1	1	1170.25	3	10	-	-	10
CJ D	RO 1/ (16)	5939.82	1	1	1	5939.82	16	53	-	-	53
CJ E	RO 1/ (6)	2523.3	1	1	1	2523.30	6	20	-	-	20
CJ F	RO 1/ (13)	6129.33	1	1	1	6129.33	13	43	-	-	43
LOTE 3	CSIIR 1/ (1)	1845.1	1	1.5	1.25	2306.38	79	261	95	23	283
<b>TOTAL</b>		<b>28997.38</b>				<b>24390,21</b>	<b>146</b>	<b>482</b>	<b>95</b>	<b>23</b>	<b>505</b>

## 4. CRITÉRIOS, PARÂMETROS DE PROJETO E ESTUDO DE DEMANDAS

Os parâmetros utilizados na elaboração deste estudo observaram ao que estabelece as diretrizes enviadas pela CAESB por meio do TVT nº 053/2021 e Processo Nº 0092-00028194/2021-39, datado de 07/07/2021. Além desses, outros critérios e parâmetros recomendados por normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), apresentadas a seguir, e a boas práticas de engenharia.

- NBR 12.211/1992 – Concepção de Sistemas de Abastecimento de Água;
- NBR 12215-1/2017 – Projeto de Adutora de Água para Abastecimento Público;
- NBR 12.218/2017 – Projetos de Redes de Distribuição para Abastecimento Público.
- ND. SEP – 003: Elaboração de Projetos – Considerações Gerais (Norma Interna Caesb).

### 4.1. COEFICIENTES

A seguir são apresentados os coeficientes adotados no projeto:

- Consumo de água per capita (q) <sup>2</sup>: 208 L/hab/dia;
- Perdas totais de água de 35%;
- Coeficiente do dia de maior consumo: K1 = 1,2;
- Coeficiente da hora de maior consumo: K2 = 1,5.

Para a obtenção do per capita de produção para o empreendimento, foi considerada a seguinte expressão:

$$PCP = (PCC) / (1-Ip)$$

Onde:

- PCP – per capita de produção (L/hab/dia);
- PCC – per capita de consumo (L/hab/dia);
- Ip - índice de perdas totais (equivalente a 0,35).

Assim, para o empreendimento Reserva do parque, os valores Per Capita de Produção, considerando também o índice de perdas, é de 320 L/hab/dia para a população residente.

### 4.2. VAZÕES E VELOCIDADES MÁXIMAS

As velocidades e vazões nas canalizações foram limitadas em função das pressões disponíveis. Embora a norma vigente (NBR 12.218/2017) recomende a perda de carga inferior a 10 m/Km, a CAESB considera que o dimensionamento de redes e adutoras com base apenas nas pressões disponíveis é insuficiente e adota limitações para velocidade e perda de carga em suas redes e adutoras. Dessa

forma, será adotada a perda de carga máxima de 8,0 m/km para adutoras e redes com diâmetros superiores a 100 mm. Para redes com diâmetro inferior a 100 mm, adotou-se perda de carga de até 14 m/km.

A Tabela a seguir apresenta os valores de referência utilizados de acordo com o material e diâmetro da tubulação.

Tabela 4.1 - Valores de Referência para Velocidade e Vazão das Redes e Adutoras

Material	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Vazão (L/s)
PEAD	63	0,685	1,63
PEAD	75	0,700	2,39
PEAD	90	0,720	3,53
PEAD	110	0,745	5,51
PEAD	125	0,770	7,32
PEAD	160	0,820	12,80
PEAD	200	0,870	21,17
PEAD	250	0,930	35,35
PEAD	315	1,020	61,91
PEAD	355	1,070	82,33
PVC/PBA	60	0,60 a 0,80	0,79
PVC/PBA	85	0,60 a 0,80	3,02 a 4,02
PVC/PBA ou DEFOFO	110	0,60 a 0,95	4,71 a 7,46
DEFOFO	150	0,80 a 1,20	14,14 a 21,21
DEFOFO	200	0,90 a 1,35	28,27 a 42,41
DEFOFO	250	1,00 a 1,50	49,09 a 73,63
DEFOFO	300	1,10 a 1,65	77,75 a 116,63

Fonte: CAESB – EPRC-12/081-13/11/2012

#### 4.3. PRESSÕES LIMITES

Apesar da NBR 12218/17 limitar em 10 m.c.a e 50 m.c.a as pressões mínimas e máximas, respectivamente, nesse projeto foram adotadas os valores apresentados a seguir, em acordo com as recomendações da Caesb:

- Máxima estática - 40 m.c.a. – embora a norma permita pressões até 50 mca, preferencialmente será adotada 40 mca;
- Mínima dinâmica - 10 m.c.a.- em todos os lotes, a pressão dinâmica mínima não deverá ser inferior a 10 mca.

#### 4.4. LARGURA DAS FAIXAS DE SERVIDÃO

A Tabela a seguir, apresentam as faixas de servidão e o recobrimento da rede, de acordo com o material e o diâmetro. Esses valores são recomendados pela CAESB para tubulações de Sistemas de Abastecimento de Água.

Tabela 4.2 - Largura da faixa de servidão para Sistemas de Abastecimento de Água

Diâmetro (mm)	Material	Recobrimento (m)	Afastamento a partir do eixo da rede (m)
Até 150	PEAD/PVC	0,80	1,50
	FOFO	0,60	
Acima de 150 até 200	PEAD/PVC	0,80	2,00
	FOFO	0,60	
Acima de 200 até 250	PEAD/PVC	0,80	2,00
	FOFO	0,85	
Acima de 250 até 300	Todos	1,10	2,00
Acima de 300 até 350		1,25	5,00
Acima de 350 até 400		1,50	5,00
Acima de 400 até 1500		2,00	6,00

Fonte: TVT 108/2021

#### 4.5. CÁLCULO DAS DEMANDAS DE PROJETO

Para o cálculo da demanda de água foram utilizadas as seguintes equações:

- **Vazão de captação – População fixa (Qcp):**

$$Q_{cp} = \frac{K1 \cdot P \cdot q}{(HB_{fun} \cdot 3600)} \cdot I_p$$

Onde:

- K1 = coeficiente do dia de maior consumo;
- P = população fixa de projeto;
- q = consumo por habitante por dia (208 L/hab.dia);
- Qcp = Vazão de Captação – População fixa (L/s);
- Ip = Índice de Perdas = 35% = 1/(1-0,35);
- HBfun. = Horas de funcionamento da bomba

- **Vazão de distribuição – População fixa (Qdp):**

$$Q_{dp} = \frac{K1 \cdot K2 \cdot P \cdot q}{86400} \cdot I_p$$

Onde:

- K1 = coeficiente do dia de maior consumo;
- K2 = coeficiente da hora de maior consumo;
- P = população fixa de projeto;
- q = consumo por habitante por dia (208 L/hab.dia);
- Qdp = Vazão de Distribuição – População fixa (L/s);

➤  $I_p = \text{Índice de Perdas} = 35\% = 1/(1-0,35)$ ;

• **Volume de reservação – População fixa ( $V_p$ ):**

$$V_p = \frac{\left(\frac{K_1 \cdot P \cdot q}{1000}\right) \cdot I_p}{3}$$

Onde:

- $K_1$  = coeficiente do dia de maior consumo;
- $P$  = população fixa de projeto;
- $q$  = consumo por habitante por dia (208 L/hab.dia);
- $V_p$  = Volume de Reservação – População fixa ( $m^3$ );
- $I_p$  = Índice de Perdas = 35% =  $1/(1-0,35)$ ;

O Quadro a seguir, apresenta o resumo das populações de projeto, alguns critérios e parâmetros utilizados no projeto.

Tabela 4.3 - Tabela Resumo dos Parâmetros de Projeto

<b>VALORES DOS PARAMETROS DE PROJETO</b>	
COEFICIENTE DE MAIOR CONSUMO DIARIO ( $K_1$ )	1,2
COEFICIENTE DE MAIOR CONSUMO HORARIO ( $K_2$ )	1,5
CONSUMO PER CAPTA POPULAÇÃO FIXA ( $q$ )	208 l/hab/dia
POPULAÇÃO FIXA ( $P$ )	482 hab.
INDICE DE PERDAS ( $I_p$ )	35 %
HORAS DE FUNCIONAMENTO DA BOMBA ( $HB_{fun.}$ )	15 H.

As demandas obtidas estão explicitadas na Tabela 4.4, onde constam a vazão de produção, a vazão de distribuição e o volume de reservação, sendo apenas a vazão de distribuição utilizada no dimensionamento da rede projetada.

Tabela 4.4 - Cálculo das demandas de Projeto

ENDEREÇO	TIPO DE LOTE	Nº UNIDADES HAB.	POP. FIXA	POP. NÃO RESIDENTE		POP. TOTAL**	VAZAO PRODUÇÃO			VAZAO DISTRIBUICAO			VOLUME ARMAZ.		
				FLUTUANTE	EQUIVALENTE*		POP. FIXA	POP. FLUTUANTE	TOTAL	POP. FIXA	POP. FLUTUANTE	TOTAL	POP. FIXA	POP. FLUTUANTE	TOTAL
CJ A	RO 1	2	7			7	0.05	0.00	0.05	0.04	0.00	0.04	0.84	0.00	0.84
CJ B	RO 1	27	89			89	0.63	0.00	0.63	0.59	0.00	0.59	11.40	0.00	11.40
CJ C	RO 1	3	10			10	0.07	0.00	0.07	0.07	0.00	0.07	1.27	0.00	1.27
CJ D	RO 1	16	53			53	0.38	0.00	0.38	0.35	0.00	0.35	6.76	0.00	6.76
CJ E	RO 1	6	20			20	0.14	0.00	0.14	0.13	0.00	0.13	2.53	0.00	2.53
CJ F	RO 1	13	43			43	0.31	0.00	0.31	0.29	0.00	0.29	5.49	0.00	5.49
LOTE 3	CSIIR 1	79	261	95	23	284	1.85	0.16	2.02	1.74	0.15	1.89	33.37	2.92	36.29
<b>TOTAL</b>		<b>146</b>	<b>482</b>	<b>95</b>	<b>23</b>	<b>505</b>	<b>3.43</b>	<b>0.16</b>	<b>3.59</b>	<b>3.21</b>	<b>0.15</b>	<b>3.36</b>	<b>61.67</b>	<b>2.92</b>	<b>64.59</b>



## 5. CONCEPÇÃO

A topografia suave do empreendimento, aliado ao alto desnível topográfico da gleba, permitiram garantir os limites mínimos e máximo de pressão com a divisão da rede de distribuição em apenas uma Zona de Pressão, que também irá compor um único Setor de Medição e Controle.

A Rede de Distribuição de Água Tratada será composta de um único módulo de distribuição (ZA-01), o qual será alimentado pelo Reservatório tipo Taça coluna seca localizado no ponto mais alto da gleba e cuja coluna possuirá altura suficiente para garantir 10 m.c.a, garantindo a pressão mínima em toda rede, independentemente do nível d'água dentro da câmara de armazenamento.

Vale destacar que foi previsto um hidrante de coluna para combate a incêndio dentro da poligonal de projeto. Desta maneira, a fim de alimentar esse dispositivo, alguns trechos da rede de distribuição deverão possuir diâmetro nominal de 90 mm. Apesar da NBR 12.218/2017 não restringir o diâmetro de tubulações que alimentam hidrantes, esse DN (ø90mm) é o mínimo recomendado pela Caesb, indicado para que não haja colapso da rede quando na utilização por parte do corpo de bombeiros.

Assim que for possível a ligação da rede projetada com a rede pública existente, um trecho da rede existente será modificado, tendo em vista que a rede pública próxima ao local é de PVC-60, é possível visualizar na figura a seguir.



Figura 5.1: Rede de água próxima ao empreendimento.

## 5.1. MATERIAL DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

O material utilizado será o Polietileno de Alta Densidade (PEAD) atendendo a orientação da CAESB.

O PEAD foi adotado no projeto da rede com o intuito de reduzir perdas na rede por vazamentos em juntas, que, neste caso, são completamente estanques por ser realizada a fusão entre as peças. Acessórios nessas tubulações, como hidrantes, registros de bloqueio e de descarga, são em ferro fundido e conectados por meio de flanges.

A escolha da Resina e da Pressão Nominal (PN) devem atender a seguinte recomendação da Caesb:

1. Para o diâmetro DE=63mm: PE80 PN10;
2. Para DE maiores que 63mm: PE100 PN10.

A opção de se utilizar o PEAD PE80 PN10 para os tubos de diâmetro DE=63mm é a maior espessura das paredes em relação aos tubos PEAD PE100 PN10, de forma a atender a recomendação de espessura mínima de 4,7mm, garantindo-se, nesses casos, maior segurança contra perfurações e consequentes vazamentos.

As conexões a serem utilizadas são de PEAD PE100 PN10, injetadas e com conexões por eletrofundição.

Os limites de pressão serão da ordem de 40 mca para a pressão estática máxima e 10 mca para a pressão dinâmica mínima, sendo indicada a utilização de tubos e conexões PN-10.

## 5.2. HIDRANTE DE COLUNA

Devido a limitação territorial do parcelamento, foi prevista a implantação de apenas um hidrante de coluna com DN de 80mm, dimensionado conforme critérios recomendados na ABNT NBR 12.218/2017.

Segundo classificação desta norma, o hidrante enquadra-se na Categoria D (Tabela a seguir), visto que a vazão é menor do que 6 L/s, devendo ter a cor azul como referência de identificação.

Tabela 5.1 - Tabela de Classificação de Hidrantes

Categoria	Vazão		DN RDA mm	Pressão Dinâmica na RDA kPa	Cor de Identificação
	L/min	L/s			
A	> 2000	> 33	>=300	>=100	Verde
B	>1000 e <2000	> 16 a 33	>150	>=100	Amarela
C	360 a 1000	> 6 a 16	<=150	>=200	Vermelha
D	< 360	<6	<=100	>=300	Azul

Fonte: NBR 12218/2017.

Os detalhes construtivos do Hidrante de Coluna, assim como os quantitativos e diâmetros das peças e tubulações são mostrados nos desenhos em anexo.

### **5.3. BLOCOS DE ANCORAGEM**

Pelo fato de as tubulações da rede serem de PEAD, não serão utilizados blocos de ancoragem, uma vez que as conexões serão “soldadas” e possuem capacidade de absorver os esforços provenientes do escoamento no interior das tubulações.

### **5.4. DESCARGA DE FUNDO**

A Rede possui somente 3 Descargas de DN 50mm, localizada nos pontos mais baixos, permitindo o esvaziamento de todas as tubulações em caso de manutenção, a água proveniente da descarga será lançada no PV da Rede de Drenagem. O dimensionamento dessa descarga é apresentado no tópico 6.3.

Os detalhes construtivos das Caixas de Descarga, assim como os quantitativos e diâmetros das peças e tubulações serão apresentados nos desenhos, em anexo.

### **5.5. LIGAÇÕES PREDIAIS**

As ligações prediais deverão ser constituídas de derivação, através de Tê de sela, em PEAD, com ramal em tubulação também de PEAD.

A hidrometração será individual, com instalação em caixa com visor de acrílico, conforme padronizado pela CAESB.

Conforme recomendação da CAESB, as conexões de derivação para a rede de distribuição, que fazem a transição de ferro fundido para PEAD, deverão ter a saída com flanges ou rosqueadas, proporcionando melhor ancoragem entre os diferentes materiais. Essa orientação é baseada em relatos de outras obras onde ligações feitas por conexões com bolsas resultaram em instáveis e sujeitas a rompimento, devido à grande flexibilidade do PEAD que permite movimentações na tubulação quando em carga.

## **6. DIMENSIONAMENTO**

### **6.1. FORMULÁRIO**

#### **6.1.1. Equação da Velocidade**

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

Onde:

- v: velocidade média na seção (m/s);
- Q: vazão (m<sup>3</sup>/s);
- D: diâmetro (m);
- π: pi (constante= 3,14).

### 6.1.2. Cálculo das Perdas de Carga

Para o cálculo das perdas de carga distribuídas, foi utilizada a fórmula universal para conduto forçado, sendo calculada por:

$$hf = f \frac{L \cdot V^2}{D \cdot 2 \cdot g}$$

Onde:

- hf = perda de carga distribuída unitária (m);
- f = fator de atrito;
- L = extensão do conduto (m);
- D = diâmetro hidráulico do conduto (m);
- V = velocidade média na seção normal da canalização (m/s);

O fator de atrito, por sua vez, foi calculado pela Equação de Coolebrok-White, sendo determinada pela expressão:

$$f = \frac{1,325}{\left(\ln\left(\frac{e}{3,7D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}}\right)\right)^2}$$

- f = fator de atrito;
- D = diâmetro hidráulico do conduto (m);
- e = coeficiente de rugosidade relativa (m). Este coeficiente foi adotado como igual a 0,06 mm para tubulações de PVC e PEAD. Para tubulações de Ferro Fundido ou Aço Galvanizado a rugosidade adotada foi de 0,15 mm (Baptista; Lara, 2010);
- Re = Número de Reynolds;

O Número de Reynolds é utilizado na determinação de vários parâmetros hidráulicos, sendo determinado pela equação a seguir:

$$Re = \frac{V \cdot D}{\mu}$$

Onde:

- D = Diâmetro da tubulação (m);
- Re = número de Reynolds;
- $\mu$  = viscosidade cinemática da água, a 20º C, igual a  $1,0 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s.

As perdas de carga localizadas foram desprezadas no dimensionamento, uma vez que se verificou que elas representam uma parcela desprezível da perda de carga total.

## 6.2. TUBULAÇÕES

O dimensionamento das tubulações da rede de distribuição foi realizado com base nos critérios de projeto anteriormente apresentados e recomendados pela CAESB, normas ABNT e boas práticas de engenharia. Esse dimensionamento, além de atender as recomendações normativas, buscou também resultar em um projeto econômico. Abaixo é apresentado o processo de dimensionamento da rede de distribuição, seguida da verificação no software EPANET:

- Lançamento das tubulações necessárias para o atendimento de 100% da área de projeto em arquivo de desenho;
- Pré-dimensionamento das tubulações necessárias para atender 100% da área de projeto;
- Lançamento das tubulações no software UFC com uso dos módulos 2 e 4;
- Exportação das tubulações para o software EPANET;
- Verificação dos diâmetros pré-dimensionados das tubulações da rede de interligação para diversas situações objetivando otimizá-las;
- Verificação do atendimento as perdas de cargas máximas, das pressões dinâmicas mínimas (10 m.c.a) e das pressões estáticas máximas (40 m.c.a). Para a pressão dinâmica mínima, considerou-se o reservatório em seu nível mínimo no horário de maior consumo, já para a pressão estática máxima foi simulada o nível máximo do reservatório no horário de menor consumo.

Os resultados do dimensionamento da rede são apresentados na Planilha de Dimensionamento da Rede de Distribuição presente nos anexos, destacando-se os seguintes itens:

- Tabela de Nós - contendo as pressões estáticas máximas e as pressões dinâmicas mínimas previstas para cada Nó, ver Planta Geral dos Nós e Trechos, em anexo.
- Tabela de Trechos – contendo o comprimento, diâmetro, as perdas de carga, vazões máximas proposto, considerando as vazões máximas horárias de projeto de final de plano. As vazões verificadas na tabela são as consideradas para final de plano, ver Planta Geral dos Nós e Trechos, em anexo.

## 6.3. ÓRGÃOS ACESSÓRIOS

### I. Descarga de fundo

Foi prevista três descargas de fundo nos pontos mais baixos da rede. A função dessas válvulas é permitir que a rede possa ser esvaziada por completo no caso de eventuais manutenções ou imprevistos.

Para o dimensionamento das descargas utiliza-se a equação seguinte:

$$\frac{D}{d} = 65 \sqrt{\frac{T\sqrt{Z_m}}{L_t}}$$

Onde:

D: diâmetro da adutora (m);

d: diâmetro da descarga (m);

T: tempo de esvaziamento do trecho atendido pela descarga (h);

Lt: (L1+L2) extensão total entre os pontos altos nos quais há admissão de ar (m).

Para o cálculo de Zm:

$$Z_m = \frac{Z_1 \times Z_2}{2}$$

Onde

Z1: carga no ponto mais alto 1 (m);

Z2: carga no ponto mais alto 1 (m);

A descarga foi dimensionada pela metodologia de Koelle (1998) *apud* Tsutya (2005), cujos critérios são a velocidade máxima, mínima e o tempo de esvaziamento.

O resultado do dimensionamento está exposto na Tabela 5.2.

Tabela 6.1 - Tabela de dimensionamento da descarga de fundo

RESUMO DE DIMENSIONAMENTO DAS DESCARGAS DE FUNDO													
Código	Diâmetro da Rede Externo (mm)	Diâmetro Interno (mm)	Trecho A (m)	Trecho B (m)	Extensão Total (m)	Cota A (m)	Cota B (m)	Descarga Cota (m)	Carga Média (m)	Diâmetro da descarga (mm)**	Velocidade Máxima (m/s)*	Velocidade Mínima (m/s)*	Tempo aproximado de Descarga (min)*
D01	63	53,60	384,21	382,79	767,00	945,42	945,42	917,86	27,56	50	11,42	5,71	2,5
D02	63	53,60	336,95	346,54	683,49	945,42	945,42	28,1	28,10	50	11,53	5,77	2,2
D03	63	53,60	316,47	320,32	636,79	945,42	945,42	29,8	29,80	50	11,88	5,94	2

\* Valores para válvulas de descarga totalmente abertas durante o esvaziamento da tubulação.

\*\* Utilizou-se DN-50 como mínimo.

## II. Válvula de manobra

O projeto prevê a instalação de uma válvula de manobra no ponto da rede mais susceptível a uma futura interligação com a rede pública, ver desenhos em anexo.

Deverá ser instalada válvula de gaveta com cunha revestida de borracha, do tipo EURO ou similar. O DN da válvula é compatível com o diâmetro da tubulação de forma que não se gerem elevadas perdas de carga. Vale destacar que, até que a rede seja interligada ao sistema público, a válvula de manobra pode funcionar como descarga de fundo (ver posição da válvula nos desenhos em anexo).

A Tabela 5.3 apresenta o código, DN da rede e da válvula de manobra que deverá ser instalada.

Tabela 6.2 - Tabela resumo da válvula de manobra

VÁLVULA DE MANOBRA		
CÓDIGO	DN REDE (mm)	DN VÁLVULA (mm)
VM01	90	80

## 7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 7.1. FORNECIMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

As presentes especificações têm por objetivo definir as características e padrões técnicos exigidos, assim como prover as instruções, recomendações e diretrizes destinados ao fornecimento dos tubos, equipamentos e acessórios necessários à implantação da rede de interligação, objeto desse projeto.

Todos os materiais e equipamentos a serem empregados nas obras deverão ser novos, e satisfazer rigorosamente às Normas Técnicas pertinentes da ABNT e a estas Especificações, salvo disposição expressa da Fiscalização.

A Contratada só poderá usar qualquer material depois de submetê-lo ao exame e aprovação da Fiscalização, a quem caberá impugnar seu emprego quando em desacordo com estas especificações.

Cada lote ou partida de material deverá - além de outras constatações - ser cadastrado com a respectiva amostra previamente aprovada.

As amostras de materiais aprovados pela Fiscalização, depois de convenientemente autenticados por esta e pela Contratada, deverão ser cuidadosamente conservadas no canteiro da obra até o fim dos trabalhos, de forma a facultar, a qualquer tempo, a verificação de sua perfeita correspondência aos materiais fornecidos ou já empregados.

Se as circunstâncias ou condições locais tornarem, porventura, aconselhável a substituição de alguns dos materiais adiante especificados, por outros equivalentes, esta substituição só poderá ser efetuada mediante expressa autorização por escrito da Fiscalização, para cada caso particular.



Obriga-se a Contratada a retirar do recinto das obras os materiais porventura impugnados pela Fiscalização, dentro de 72 h (setenta e duas horas), a contar do recebimento da ordem de serviço atinente ao assunto.

Será expressamente proibido manter no recinto das obras quaisquer materiais que não satisfaçam a estas Especificações.

Estas Especificações de Equipamentos, Tubos e Acessórios, constituindo um conjunto padronizado, contém prescrições básicas, não só para os materiais a serem empregados nas obras projetadas, como também para outros mais, cuja aplicação, embora não prevista, poderá porventura, tornar-se necessária.

Nestas Especificações deve ficar perfeitamente claro que em todos os casos de caracterização de materiais ou equipamentos por determinada marca, denominação ou fabricação - fica subentendida a alternativa "ou rigorosamente equivalente", "ou similar".

As normas técnicas específicas: NTS 060, NTS 189, NTS 190, NTS 193, NTS 194 devem ser obedecidas tanto para critérios de fornecimento quanto para instalação de PEAD.

#### **7.1.1. Materiais e equipamentos fornecidos pelo contratante**

Para os materiais fornecidos pela Contratante, deverão ser observadas as seguintes disposições.

- Inspeção:

Os materiais fornecidos pela Contratante deverão ser inspecionados pelo Construtor, quanto a seu estado, no ato de sua retirada, cabendo recusá-los no caso de avarias ou quaisquer outros defeitos que impeçam a sua utilização.

- Transporte:

Os materiais fornecidos pela Contratante serão retirados do almoxarifado e transportados ao local pelo Construtor, correndo, por conta deste, o risco e a responsabilidade por eventuais perdas e danos.

Os equipamentos tais como: motores, válvulas, transformadores, cabines elétricas, quadros elétricos, etc., deverão ser manuseados por intermédio de olhais ou dispositivos próprios, evitando-se esforços em pontos sensíveis como volantes, peças móveis ou superfícies usinadas. Deve-se evitar o contato direto de cabos, cordas, garras, manilhas, ou correntes com equipamento ou material a ser transportado. Utilizar sempre pinos, flanges falsos ou faixas flexíveis para uma boa suspensão no manuseio e transporte.

- Armazenamento:

O material deverá ser armazenado em local apropriado, de acordo com a sua natureza, ficando sua guarda sob a responsabilidade do Construtor.

- Perdas:

Caberá à Contratada a obrigação de repor todo material sob sua responsabilidade que venha a ser avariado ou perdido.

### 7.1.2. Materiais Fornecidos pelo construtor

Na composição de preços, o custo dos materiais fornecidos pelo Construtor é considerado posto em obra.

Para os materiais fornecidos pelo Construtor deverão ser observadas as seguintes disposições:

- Especificações:

Todos os materiais e equipamentos a serem empregados na obra deverão satisfazer às Especificações da ABNT pertinentes e na sua ausência, às normas internacionais cabíveis; às especificações técnicas do Projeto, e ainda, serem de qualidade, modelo, marca e tipo aprovados pela Contratante.

- Marcas e Patentes:

A Contratada terá total responsabilidade pelo uso e/ou emprego de material, equipamento, dispositivo, método ou processo eventualmente patenteado a empregar-se ou incorporar-se na obra, pois deve pagar os "royalties" devidos e obter previamente as permissões ou licenças de utilização.

- Fornecedores:

Construtor deverá entregar à Fiscalização e manter, permanentemente atualizada, lista dos fornecedores de materiais e equipamentos empregados na obra.

- Inspeção:

Todos materiais estarão sujeitos a controles de qualidade por amostragem, sem ônus para a Contratante. O material ou equipamento que, por qualquer motivo, for recusado pela Fiscalização, deverá ser retirado e substituído pelo Construtor sem nenhum ônus adicional para a Contratante.

- Transporte:

O transporte de materiais e equipamentos fornecidos pelo Construtor, será de sua exclusiva responsabilidade.

- Armazenamento:

Construtor tomará as providências para o perfeito armazenamento e respectivo acondicionamento dos materiais a fim de preservar a sua natureza, evitando a mistura com elementos estranhos. No tocante ao armazenamento dos materiais necessários à confecção do concreto, o Construtor deverá obedecer rigorosamente às Normas Técnicas da ABNT, e mais as recomendações desta Especificação.

- Testes de Campo, Pré-operação e Comissionamento de Sistemas:

Construtor será responsável pela execução dos testes de campo, pré-operação e comissionamento dos sistemas implantados, devendo entregar a obra em perfeito estado e operando perfeitamente.

## 7.2. TUBOS, PEÇAS E CONEXÕES

As condições específicas e peculiares da tubulação estarão descritas nos itens seguintes que apresentam as especificações e normas técnicas que deverão reger o fornecimento.

### 7.2.1. Considerações de Operação

Os tubos e peças especificados deverão ser adequados às condições ambientais locais, que são as seguintes:

Altitude.....	1079 a 1149 m acima do nível do mar
Temperatura Ambiente.....	Máxima + 50°C e Mínima: + 10°C
Clima.....	Tropical
Umidade Relativa Média.....	~90% - Mínima: ~13%

O líquido a ser conduzido será água com temperatura média de 20°C.

Os tubos, conexões e acessórios deverão cumprir todas as exigências aqui especificadas, bem como, atender a todas as características intrínsecas e peculiares da tubulação. Deverão também estar aptas a atender às classes de pressão definidas nesta especificação e nas planilhas de quantitativos anexas.

### 7.2.2. Escopo do Fornecimento

Os tubos e as conexões deverão ser fornecidos completos, com todos os elementos necessários à sua instalação e operação: parafusos, acessórios para juntas flangeadas, anéis e lubrificantes para as juntas elásticas, material de revestimento etc.

O fornecimento abrange também os itens a seguir relacionados, sem, entretanto, se limitar a eles, bem como daqueles citados nas especificações peculiares de cada tipo de tubulação, ficando claro que a responsabilidade do Proponente/Fornecedor se estende até a entrega dos tubos, devidamente descarregados e armazenados nos locais definidos, e, recebidos e aceitos pela Fiscalização.

- Desenhos, catálogos e demais características dos tubos, conexões e peças;
- Instruções de montagem e instalação - Limites de cargas de aterro - limites para instalação aérea;
- Informações sobre peças de reposição e reparos nos tubos;
- Sistema de Garantia de Qualidade (ISO 9.000) - Certificados de Qualidade;
- Fornecimento de parafusos, porcas, anéis de vedação e lubrificantes em quantidades que superem em 1% as quantidades teóricas necessárias, por diâmetro;
- Testes de matérias-primas, materiais e das tubulações na fábrica, conforme exigido pelas especificações respectivas;
- Embalagem e proteção para embarque;
- Transporte das tubulações e peças, da fábrica até o local de entrega especificados no Edital e/ou Contrato;
- Descarga no local de entrega;
- Armazenamento no local de entrega;

- Inspeção final para verificação de danos de manuseio e transporte.

### **7.2.3. Materiais/tipos de tubos/matérias-primas**

Todos os materiais e matérias-primas empregados na fabricação deverão ser novos, testados e aceitos pela Fiscalização.

Os processos de fabricação, testes e controles deverão ser compatíveis com as características exigidas.

As especificações contidas neste documento definem as condições operacionais e características mínimas exigíveis, estando previsto o seguinte material e/ou tipo de tubulação:

- ⇒ Tubos de PEAD.

### **7.2.4. Projeto e dimensionamento**

Os tubos, conexões e acessórios são dimensionados com ampla folga em relação às condições de trabalho. Todos os tubos, conexões e acessórios deverão garantir uma vida útil de no mínimo 50 (cinquenta) anos. Estes deverão ser fornecidos em conformidade com as condições operacionais, levando em consideração os fenômenos hidráulicos transitórios.

### **7.2.5. Disposições construtivas**

Os tubos, conexões e acessórios deverão obedecer às disposições construtivas estabelecidas neste item, bem como, a toda e qualquer exigência adicional prevista nas normas técnicas específicas de cada tubo.

### **7.2.6. Dimensões e tolerância**

Deverão ser obedecidas as dimensões e tolerância indicadas nas normas específicas de cada tipo de tubo.

### **7.2.7. Identificação/marcação das peças e dos tubos**

Além das marcações e identificações normalmente exigidas pelas especificações pertinentes a cada tipo de tubo, para as necessidades desta especificação geral, as seguintes identificações são exigíveis:

- Nome do Fabricante e/ou marca comercial;
- Norma de fabricação;
- Diâmetro nominal;
- Classe de Pressão conforme norma de fabricação e testes;
- Data e série de fabricação;
- Marca de conformidade - ISO 9.000 - Garantia Assegurada;
- Classe de Pressão desta Especificação;
- Etiqueta (Tag Number) identificando o destino do material;
- Número do contrato (opcional).

### **7.2.8. Embalagem – manuseio - transporte - carga - descarga - estocagem**

As normas específicas de cada tipo de tubulação definem as características mínimas exigíveis para as condições de manuseio, carga, descarga e armazenagem, bem como a embalagem adequada.

Para os objetivos desta Especificação Geral, todos os tipos de tubos devem obedecer ao disposto a seguir:

#### **a) Embalagem:**

A embalagem e proteção dos tubos, conexões e acessórios deverá ser criteriosamente dimensionada (selecionada) e executada para fins de transporte de qualquer natureza, de forma a evitar danos durante o manuseio (operação de carga e descarga) e o transporte.

As extremidades dos tubos, conexões e peças devem ser protegidas contra danos de eventuais impactos.

Os flanges das conexões e peças especiais devem ser acompanhados de contra-flanges de madeira para garantia das superfícies usinadas. Os flanges soltos devem ser acondicionados em caixas de madeira.

As conexões, até Ø150 mm, devem ser embaladas em caixas (ou engradados) de madeira e separadas por classe de pressão.

As caixas deverão ser convenientemente identificadas pelo lado externo, e, internamente devem trazer uma etiqueta com as mesmas identificações, protegida por sacos plásticos ou similar.

O Proponente/Fornecedor assumirá o ônus decorrente da substituição de peças danificadas e/ou por todo e qualquer reparo de danos ocorridos pela não observância destes requisitos.

Anéis de vedação de borracha deverão ser embalados em caixas de madeira, separados por diâmetro e por tipo (classe de pressão, forma, etc.), e identificados conforme acima referido. Estas obrigações também se estendem para o lubrificante fornecido.

Parafusos, porcas e demais acessórios miúdos deverão ser embalados em caixas de madeira identificadas conforme acima.

As quantidades de anéis de vedação, lubrificante, parafusos e porcas, correspondente a 1% em excesso e destinadas a perdas, extravios e danos durante a montagem, deverão ser embalados em caixas de madeira, separadamente contendo a indicação de MATERIAL EXCEDENTE PARA REPOSIÇÃO.

Vale ressaltar que, caso não esteja especificado na planilha orçamentária, o fornecimento dos anéis de vedação, lubrificantes, parafusos, porcas e flanges avulsos deve ser embutido no preço unitário do tubo, não sendo em hipótese alguma pago em separado.

Todos os custos de embalagem devem estar contidos na proposta apresentada e fazem parte integrante do fornecimento. Nenhuma remuneração será feita a parte para embalagens.

**b) Manuseio (carga e descarga) e transporte seguro:**

O manuseio dos tubos, conexões e peças deve ser efetuado com equipamentos apropriados para evitar danos.

O transporte marítimo será preferencialmente efetuado com as tubulações em "contêineres", principalmente para diâmetros até 150 mm inclusive.

Conexões e peças especiais deverão necessariamente ser transportadas em "contêineres" para o caso de frete marítimo.

No transporte rodoviário, deverão ser utilizados veículos adequados e as tubulações devem ser apoiadas na carroceria em berços apropriados e convenientemente fixados e amarrados para evitar danos em função de deslocamento e atritos.

Deverão ser rigorosamente obedecidas as instruções e recomendações de transporte definidas pelo Fabricante e pelas normas específicas de cada tipo de tubulação.

O Proponente/Fornecedor assumirá todos os ônus decorrentes da substituição de peças danificadas e por todos os reparos necessários de danos ocorridos no manuseio e transporte.

O Proponente/Fornecedor deverá contratar seguros contra riscos de transporte as suas expensas. O seguro deverá cobrir todas as operações de carga, transporte, descarga e manuseio.

Deverão estar incluídos nos preços da proposta todos os custos relativos a estas atividades e informados, devidamente separados, nas planilhas de preços.

**c) Armazenamento (estocagem):**

Faz parte integrante do fornecimento, com os custos diluídos nos preços unitários e sem qualquer remuneração em separado, os serviços de descarga, conferências e armazenamento no local de entrega.

Para tanto, o Proponente/Fornecedor deverá fornecer condições para o correto armazenamento do seu produto, isto é:

- Deverá fornecer as suas expensas estrados e sarrafos de madeira, incluindo lona de proteção contra o sol se seus produtos assim exigirem;
- Deverá ter no local, equipamentos adequados a descarga e movimentação;
- Deverá ter no local, pessoal para movimentação e empilhamento dos tubos, separação e identificação das caixas;
- Deverá ter um técnico especializado para orientar todas as operações de armazenamento e ser o responsável pela conferência final de todos os materiais para fins de recebimento pela fiscalização;
- O fornecimento somente será considerado após a entrega armazenada, protegida e recebida pela fiscalização.

Para fins de armazenamento e recebimento os seguintes requisitos serão obrigatórios:

- Os anéis de borracha, lubrificantes, parafusos e porcas deverão ser armazenados em local coberto ao abrigo do sol;
- Os tubos fornecidos em materiais termoplásticos (pvc ou pead) devem ter as superfícies externas das pilhas protegidas da luz solar, isto é, devem ter cobertura de lonas plásticas ou proteção equivalente;
- Não será permitida a permanência de peças defeituosas ou materiais recusados na área destinada ao armazenamento das tubulações e peças;
- As recomendações do fabricante e as exigências das normas específicas relativas ao empilhamento e armazenamento deverão ser rigorosamente obedecidas;
- As extremidades das tubulações nas pilhas deverão estar protegidas contra eventuais danos decorrentes da movimentação de veículos no local, devendo ser previsto afastamento entre as pilhas no mínimo de 1,0 m, ou maior, a critério da fiscalização e da disponibilidade de área no local de entrega;
- Os tubos deverão ser separados e empilhados por diâmetro e por classe de pressão desta especificação geral. Quando a classe de pressão nominal dos tubos fabricados em conformidade com suas normas específicas atenderem a mais de uma classe de pressão desta especificação geral, poderão ser empilhados em conjunto, desde que convenientemente identificados, por exemplo, = classe a e b da especificação geral ou classe a, b e c da especificação geral.
- A Contratada será a única responsável pela guarda e conservação dos materiais após o recebimento.

#### **d) Inspeções e testes de recebimento:**

Os tubos, peças, conexões e acessórios especiais, devem ser submetidos aos testes previstos nas normas específicas de cada tipo de tubulação.

Assume papel fundamental o Sistema de Garantia de Qualidade ISO - 9.000 referente aos critérios de inspeção e Testes, e respectivos registros e certificados de qualidade.

Também, com o mesmo grau de confiabilidade, destaca-se o "Rastreamento" e "identificação" de cada tubo com o relatório de acompanhamento e testes.

Todos os registros dos testes de fabricação e testes finais de aceitação deverão estar em conformidade com o Plano de Garantia de Qualidade.

O Construtor se reserva o direito, se julgar necessário, de designar um representante para acompanhar os testes. Estes representantes poderão pertencer a qualquer órgão, a critério da mesma.

O Proponente/Fornecedor deverá facilitar o acesso do representante da Licitante em qualquer fase do processo de fabricação dos materiais, ceder quaisquer das peças a serem testadas e propiciar todas as facilidades necessárias à execução dos ensaios.

As despesas relativas à realização dos testes correrão por conta do Proponente/Fornecedor, sem qualquer ônus para a Licitante.

Os resultados dos testes deverão ser apresentados em certificados específicos, sendo preparado um "Data Book" relativo a todas as atividades deste fornecimento.

**e) Recebimento:**

No local de entrega o recebimento dos materiais será efetuado conjuntamente entre as partes, isto é, representantes credenciados do Proponente/Fornecedor e representantes credenciados da Fiscalização acompanharão as operações de descarga e armazenamento dos tubos, conexões e peças especiais.

Verificados defeitos em tubos e peças fornecidas, os mesmos serão separados do restante e analisados (examinados) pela Fiscalização e representantes do Proponente/Fornecedor.

Se a natureza dos defeitos não prejudicar a aplicação e não comprometer o uso (vida útil), a Fiscalização, a seu único critério, poderá decidir pela aceitação dessas peças. Neste caso emitirá um relatório de "Não conformidade" justificando a aceitação das peças.

Sempre que possível será determinada a causa e a origem de tais defeitos de forma a eliminar este tipo específico de "Não conformidade".

Se a natureza dos defeitos for tal que impeça sua aplicação e uso, a Fiscalização emitirá um relatório de "Não conformidade", rejeitando as peças defeituosas e devolvendo ao Proponente/Fornecedor que terá até 48 horas para retirar estas peças do local.

Em hipótese alguma será permitida a permanência de peças defeituosas no local destinado ao armazenamento dos materiais.

O "Relatório de não conformidade" e devolução das peças defeituosas deverá ser assinado pelo representante credenciado do Proponente/Fornecedor.

A devolução das peças defeituosas será efetuada sem quaisquer ônus para a Licitante. O Proponente/Fornecedor deverá responsabilizar-se pela reposição das peças danificadas sem quaisquer ônus a Licitante e em prazo que não prejudique o cronograma de utilização da mesma.

O material será considerado "Recebido" após corretamente armazenado e entregue os certificados de Garantia de Qualidade e de Inspeção emitidos pela Fiscalização ou por firma ou representantes por ela credenciados.

A partir deste momento, inicia-se a contagem do tempo para o Prazo de Garantia, bem como a responsabilidade pela guarda e conservação por parte da Licitante.

O Proponente/Fornecedor deverá apresentar para os produtos fornecidos e entregues, as seguintes garantias:

- Garantia de projeto e dimensionamento: O Proponente/Fornecedor deverá garantir que o projeto e dimensionamento dos produtos fornecidos atendem aos requisitos desta Especificação Geral, bem como aos requisitos mandatórios das especificações de cada tipo de tubulação. Deverá Garantir, ainda, que o projeto e dimensionamento atendem as necessidades de Pressão com segurança e tem alcance previsto para vida útil de 50 (cinquenta) anos.



- Garantia de Fabricação: O Proponente/Fornecedor deverá garantir que seus produtos fornecidos são novos e fabricados com matérias primas novas e por processos e métodos adequados que conferem ao produto as características exigidas por esta Especificação Geral, bem como, pelas especificações pertinentes a cada tipo de tubulação.
- Garantia de performance (desempenho): O Proponente/Fornecedor deverá garantir desempenho satisfatório para as condições de operação (Pressão, temperatura, natureza do fluido, regime transitório, cargas de solo e aterro, etc.) e vida útil esperada.
- Garantia de qualidade assegurada ISO 9.000: Deverá incluir o Manual do Sistema de Garantia de Qualidade e o certificado de Qualidade Assegurada.

#### **f) Tubos de PEAD:**

Os tubos de Polietileno de Alta Densidade – PEAD a serem utilizados nas obras serão para água sob pressão, PE80 PN10, para DN = 63 e PE100 PN-10 para diâmetros superiores. As tubulações devem atender a norma ISO CD 4427/96.

O fornecimento será em barras ou bobinas sempre que disponível na classe indicada.

A união entre as tubulações será por eletrofundição. No caso de tubos fornecidos em barras, a resina de solda deve ser PE100.

Todas as juntas de acoplamentos (juntas elásticas, flexíveis ou rígidas com flanges) deverão obedecer à mesma especificação e terem a mesma dimensão para cada diâmetro, sendo intercambiáveis entre si.

Os flanges deverão preferencialmente obedecer às normas NBR - 7675 e NBR - 7560 da ABNT. Todavia, para a totalidade do lote serão considerados aceitáveis flanges conforme normas ANSI/AWWA ou ISO ou DIN, dimensionados para as classes de pressão da tubulação fornecida.

Outros tipos de junta ou acoplamento deverão ser submetidos à aprovação da Fiscalização.

As soldas devem ser feitas preferencialmente fora da vala. Quando, por motivo justificado, a solda deva ser feita dentro da vala, no local deve ser feita escavação adicional tanto na lateral como na profundidade (cachimbo) de tal forma que permita o manuseio do equipamento bem como da tubulação.

#### **g) Juntas Elásticas**

Deverão ser fornecidos com os tubos e conexões os respectivos anéis de borracha atendendo as Norma ISO 4633 e NBR 7674 da ABNT.

Os custos de aquisição, transporte e estocagem deste anel deve estar embutido no preço de fornecimento do tubo.

### 7.3. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO

#### 7.3.1. Serviços Topográficos

Esta especificação visa estabelecer as diretrizes para a execução de serviços topográficos necessários à implantação das obras.

Os serviços deverão atender à Norma para Execução de Levantamento Topográfico, NBR 13133 – ABNT, em sua última edição;

Durante a execução da Obra, o Construtor realizará todos os serviços topográficos relativos à locação de unidades, acompanhamento das implantações, cadastro de unidades e “as-built” da Obra.

Os serviços de locação, acompanhamento e “as-built” de qualquer alteração de Projeto ocorrida na Obra, não serão medidos, já devendo estar embutidos nas despesas indiretas da Obra, que deverá prever o dimensionamento de uma equipe, composta por topógrafos, niveladores, ajudantes, desenhistas, cadistas e outros profissionais que sejam necessários, para atender às necessidades do Projeto, do início ao fim do empreendimento.

#### 7.3.2. Equipamentos

Para a execução dos serviços, deverão ser utilizados equipamentos de precisão tais como:

- Teodolitos;
- Distanciômetros;
- GPS;
- Estações totais;
- Níveis;
- Prismas;
- Trenas de aço;
- Demais equipamentos auxiliares.

#### 7.3.3. Locação Das Obras

As obras deverão ser locadas a partir dos marcos implantados por ocasião do levantamento topográfico realizado na fase de projeto executivo, cujas localizações deverão ser fornecidas pela Fiscalização.

Caso os marcos tenham sido destruídos deve ser desenvolvida uma poligonal a partir dos pontos de apoio, para a execução dos serviços, ou a critério da Fiscalização.

Caberá ao Construtor transportar as cotas a partir de marcos topográficos existentes na região circunvizinha, para o local das obras, de forma a possibilitar a sua execução e acompanhamento.

Caberá ao Construtor locar a obras de acordo com os “lay-out” de cada Projeto. Os custos com os serviços de locação serão incluídos nas despesas indiretas da Obra.

**Unidades lineares:** Locação e Nivelamento de Redes de Distribuição de Água, Adutora e Emissários por Recalque, Com Auxílio de Equipamento Topográfico

A locação e o nivelamento objetivam determinar a posição da Obra no terreno, bem como os níveis solicitados em Projeto, em relação à Referência de Nível - RN.

Para a demarcação da linha serão utilizados equipamentos topográficos de precisão e constará da fixação de piquetes de dimensões e profundidades tais que permitam a sua posterior identificação, na linha de eixo da tubulação, com distâncias máximas entre si de 20,00m, e distanciadas 3,00m do eixo das valas. Deve-se evidenciar os pontos notáveis.

Piquetes auxiliares, afastados de ambos os lados da linha de eixo da tubulação, serão colocados para que após os serviços de escavação, com a conseqüente retirada do piqueteamento principal, seja possível determinar e verificar o posicionamento correto do eixo da tubulação.

Os pontos de deflexão serão determinados através da implantação de marcos que os caracterizem perfeitamente, assim como os pontos que mereçam especial destaque.

As cotas do fundo das valas deverão ser verificadas de 20m em 20m, antes do assentamento da tubulação.

As cotas de geratriz superior da tubulação deverão ser verificadas logo após o assentamento e antes do reaterro das valas, para correção do nivelamento.

Toda a demarcação será acompanhada pela Fiscalização, de modo a permitir que eventuais mudanças de traçado da linha sejam determinadas com suficiente antecedência.

Em casos de obstáculos não previstos, caberá a Fiscalização determinar a posição a ser obedecida, devendo, neste caso, as alterações serem indicadas em cadastro.

Será de obrigação do Construtor o preenchimento e fornecimento das cadernetas do campo, devendo o mesmo conferir as medidas e marcações no início e no transcorrer dos serviços, não sendo toleradas diferenças superiores à 2mm em relação ao determinado pelo Projeto.

## **7.4. SERVIÇOS PRELIMINARES**

### **7.4.1. Preparação Do Terreno**

Trata-se da remoção das obstruções naturais e artificiais encontradas na área destinada a execução da obra.

O serviço será executado por meios mecânicos ou manuais, com utilização de equipamentos e ferramentas para execução do mesmo. Inicialmente deverá ser feita a demarcação da área, seguida da remoção de arbustos, raízes, entulhos matacões, etc., além da camada orgânica do solo até 0,25 m de espessura. Os detritos deverão ser depositados até 10,00 m além do limite da área de limpeza, para posterior remoção.

Estão inclusos no serviço a demarcação da área, limpezas, cortes, remoções, transporte e depósito.

#### 7.4.2. Demolições

##### a) Demolição de pavimento asfáltico:

Trata-se da remoção de uma faixa de pavimento asfáltico para passagem de tubulações, consertos etc.

Deverá ser executado por meios mecânicos, com auxílio de ferramentas.

##### b) Demolição de passeio cimentado:

Trata-se da remoção de todo ou parte do passeio (piso e base), para passagem de tubulações, consertos etc.

Deverá ser executado por meios manuais com utilização de ferramentas.

#### 7.4.3. Movimentação De Terra

##### a) Escavação:

A escavação compreende a remoção de qualquer material abaixo da superfície do terreno, até as linhas e cotas especificadas no projeto, podendo ser efetuada de forma manual ou mecânica.

##### b) Classificação dos materiais:

Os materiais a serem escavados serão classificados em conformidade com as seguintes definições:

##### c) Materiais de 1ª categoria:

Compreendem solos em geral, residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,15 m, qualquer que seja o teor de umidade que apresentem.

##### d) Materiais de 2ª categoria:

Compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior à da rocha não alterada, cuja extração se processe por combinação de métodos que obriguem a utilização de equipamento de escarificação; a extração eventualmente poderá envolver o uso de explosivos ou processos manuais adequados. Estão incluídos nesta classificação os blocos de rocha, de volume inferior a 2 m<sup>3</sup> e os matacões ou pedras de diâmetro médio compreendido entre 0,15 m e 1,00 m.

##### e) Materiais de 3ª categoria:

Compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente à da rocha não alterada e blocos de rocha com diâmetro médio superior a 1,00 m ou de volume igual ou superior a 2 m<sup>3</sup>, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processem somente com o emprego contínuo de explosivos.

##### f) Escavação de solos muito pouco consistentes:

Escavações em solos muito pouco consistentes são aquelas executadas em material saturado de baixa capacidade de suporte (abaixo de um golpe para cada 30 cm do SPT) e incompatível com extração utilizando equipamentos convencionais de terraplanagem. Esse tipo de escavação requer o emprego de "draglines" ou outro equipamento similar.

### **g) Escavação de valas:**

A vala deve ser escavada de forma a resultar uma seção retangular; caso o solo não possua coesão suficiente para permitir a estabilidade das paredes, admitir-se-á taludes inclinados a partir do dorso do tubo, desde que não ultrapasse o limite de inclinação de 1:4, quando deverá ser feito o escoramento pela Contratada.

Nos casos de terreno de pouca coesão, para permitir a estabilidade das paredes, a critério da Fiscalização, admitir-se-ão taludes inclinados a partir da parte superior dos tubos.

Nos casos em que este recurso não seja aplicável pela grande profundidade das escavações, pela consistência do solo, pela proximidade de edifícios, nas escavações em vias e calçadas etc., serão aplicados escoramentos conforme especificados.

Os serviços de escavação poderão ser executados manual ou mecanicamente. A definição da forma como serão executadas as escavações ficará a critério da Fiscalização em função do volume, situação da superfície e do subsolo, posição das valas e rapidez pretendida para a execução dos serviços.

Nos serviços de escavações em rocha serão utilizados explosivos para o que a FIRMA Contratada deverá dispor de pessoal especializado.

O material retirado (exceto rocha, moledo e entulho de calçada) será aproveitado para aterro, devendo ser, portanto, depositado numa distância mínima de 0,40 m da borda da vala, de modo a evitar o seu retorno para o interior da mesma. A terra será, sempre que possível, colocada só de um dos lados da vala.

Tanto para a escavação manual como mecânica, as valas deverão ter o seu fundo regularizado manualmente, antes do assentamento da tubulação.

As valas deverão ser abertas e fechadas no mesmo dia, principalmente nos locais de grande movimento, travessias e acessos.

Para a interrupção de vias urbanas de movimento acentuado e rodovias, será solicitada, pela Contratada, autorização para a sua interrupção aos órgãos competentes.

Especial atenção deve ser dada a largura da vala, junto ao topo do tubo, pois ela é um fator determinante da carga de terra de recobrimento sobre o tubo.

Quanto à profundidade da vala, essa deverá ser tal que o recobrimento da tubulação resulte em um mínimo igual a 60 cm no caso de assentamento sob passeio e margens de estradas e caminhos e, igual a 80 cm, no caso de assentamento sob leito de ruas ou travessias das mesmas.

Em terrenos rochosos, a vala terá a sua profundidade acrescida de 0,15 m para lançamento de um colchão de areia ou terra isenta de pedras, sobre o qual será montada a tubulação.

- Escavação mecânica em áreas:

Trata-se do desmonte ou escavação de solo com trator de lâmina, de tal maneira que o material fique depositado formando volume (monte).

A escavação deverá ser executada por meios mecânicos com utilização de trator de esteira de lâmina. Após a movimentação do terreno, deve-se proceder a remoção e depósito do material em local apropriado, para posterior regularização de áreas.

Estão inclusos no serviço: deslocamento dos equipamentos, limpeza da área, corte ou escavação, deslocamento do material, depositar, amontoar, carga do caminhão e recuperação da área e eventuais perdas.

- Escavação manual de valas:

Trata-se da remoção do terreno, a qual será executada de forma manual, onde não se justifica o emprego de meios mecânicos.

Esse serviço será executado com o auxílio de ferramentas.

Inicialmente deverá ser feita a marcação do local, em seguida a escavação com deposição e arrumação do material escavado a beira da vala, de modo seguro e a não permitir deslizamento para o interior da mesma, e por fim, a regularização da vala. A profundidade será definida, medindo com trena, cada trecho escavado da vala.

Estão inclusos a marcação da boca, fundo e profundidade da vala, escavação, remoção e arrumação do material na beira da vala e regularização do fundo da vala nesse serviço.

- Escavação mecânica em valas:

Trata-se da remoção do terreno com escavadeira sobre rodas.

Esse serviço será executado por meios mecânicos, com utilização de escavadeira e ferramentas e terá início com a marcação do local onde o mesmo será executado. Posteriormente, a escavação será feita com a escavadeira, de modo que se atinja a profundidade máxima do trecho. Vale salientar que a regularização do fundo da vala e acomodação do material escavado está incluso nesse serviço. Quanto à profundidade do trecho, essa é definida com a utilização de gabaritos de madeira fixados nos seus dois pontos extremos e com cruzeta móvel.

- Extração de rocha a fogo:

Além da utilização de meios mecânicos (compressor, perfuratriz, retroescavadeira e ferramentas), serão utilizados explosivos (espoletas, dinamites e cordéis).

Inicialmente deverá ser elaborado um plano de fogo, em seguida serão feitos os furos nas rochas para colocação dos explosivos com cordel detonante e espoleta, que deverá ser acionado.

Estão inclusos nesse serviço, a escavação por desmonte, a regularização do fundo da vala e acomodação do material escavado na beira da vala ou em local adequado para posterior remoção.

A profundidade do trecho será definida conforme descrito no item anterior.

- Extração de rocha a frio:

Além da utilização de meios mecânicos (compressor, perfuratriz, retroescavadeira e ferramentas), serão utilizadas ferramentas próprias para extração de rocha a frio.

Após marcação do local, será executado o desmonte das rochas com o auxílio dos equipamentos apropriados para esse fim. A remoção do material deverá ser executada manualmente e/ou com emprego de escavadeira ou retroescavadeira. Os demais processos executivos ocorrerão conforme os dois itens anteriores.

h) Regularização de Áreas e Valas:

- Espalhamento mecânico de material escavado:

Trata-se do desmonte (espalhamento) dos materiais provenientes de escavações ou bota-fora por meios mecânicos com a utilização de trator de lâmina.

Inicialmente deverá ser executada a rampa de acesso do equipamento, em seguida o espalhamento dos materiais de tal forma que após a conclusão do serviço, o terreno apresente topografia em conformidade com o restante do local.

- Nivelamento do fundo de vala:

Nos casos em que houver necessidade deste serviço será executado por meios manuais, com a utilização de ferramentas. Consta do acerto do fundo da vala, conforme a declividade do trecho da rede, definido na Nota de Serviço.

Inicialmente deverá ser cravado o piquete de madeira, a cada 5,00 m do eixo da rede, em seguida o nivelamento com auxílio de gabaritos de madeira (tipo cavalete) e cruzeta móvel, fazendo para cada estaca, a visada por um dos cavaletes (cavaleta/cruzeta/cavalete), deslocando apenas a cruzeta com altura definida na Nota de Serviço. Os cavaletes serão fixados de 20,00 em 20,00 m para rede de água.

- Acerto e compactação mecânica do fundo de vala:

Trata-se da regularização do terreno feito manualmente, para posterior compactação com sapo mecânico ou placa vibratória, com finalidade de aumentar a resistência do terreno e evitar recalques.

O serviço será executado da seguinte forma: deverá ser feita a transferência dos pontos (piquetes) utilizados no nivelamento, para as laterais do fundo da vala, com cravação de novos piquetes com a mesma declividade definida na Nota de Serviço. Em seguida, toda área a ser reforçada será nivelada, com a retirada ou reposição de terra (solo), para finalmente ser compactado utilizando equipamento mecânico ou soquete de ferro.

i) **Aterro de valas e cavas de fundação:**

Dá-se o nome de aterro ao lançamento do material depositado na beira da vala. Os aterros deverão ser construídos com materiais provenientes de cortes ou de áreas de empréstimo e deverão ser executados de acordo com as linhas, cotas e dimensões mostradas nos desenhos, ou conforme determinado pela Fiscalização.

As cotas de coroamento do aterro nunca poderão ser inferiores às indicadas nos desenhos, exceto quando a Fiscalização introduzir modificações.

Quando necessário, a critério da Fiscalização, a Empreiteira deverá deixar excesso razoável na última camada, superior à cota indicada nos desenhos, de forma a permitir a posterior acomodação do maciço.

Na construção do aterro, o material deverá ser colocado em camadas aproximadamente horizontais, uniformes e sucessivas, as quais serão espalhadas em toda a largura e com declividade estipulada na seção transversal correspondente no projeto.

As camadas deverão manter uma superfície aproximadamente horizontal, no entanto, com declividade suficiente para que haja drenagem satisfatória durante a construção, especialmente quando se interromper o aterro. A distribuição dos materiais de cada camada deverá ser feita de modo a não produzir segregação dos materiais e a fornecer um conjunto que não apresente cavidades, "lentes", bolsões, estrias, lamelas, ou outras imperfeições.

Os materiais deverão estar isentos de pedras e torrões com diâmetros superiores a 10 cm, de raízes ou de qualquer matéria orgânica, e deverão ser aprovados pela Supervisão. Os materiais deverão ter um teor de umidade próximo à ótima ( $\pm 2\%$ ), o qual será conseguido seja por espalhamento e secagem do material, quando demasiadamente úmido, ou por umidificação quando demasiadamente seco.

Em seguida, será executado o calçamento do tubo com até 30 cm acima da sua geratriz superior e o restante do material deverá ser estendido em camadas horizontais de espessura máxima entre 15 e 30 cm, em toda a largura do aterro.

- Aterro manual de valas sem compactação:

No aterro manual sem compactação faz-se o lançamento do material para o interior da vala por meios manuais.

Deve ser feito o calçamento do tubo com materiais removidos das laterais da própria vala, em seguida faz-se o lançamento do material anteriormente escavado e depositado na beira da vala para o interior da mesma, até enchimento total dessa. O local deverá ficar com material excedente ao nível do terreno, de forma abaulada, e a vala deve estar aterrada em todo o trecho.

- Aterro mecânico de valas sem compactação:

O aterro mecânico de valas sem compactação se dá da mesma forma do item anterior, excetuando-se pelo uso de meios mecânicos de lançamento, além do auxílio manual e de ferramentas para o lançamento do material no interior da vala. Os demais procedimentos para esse tipo de aterro são idênticos aos do item anterior.

- Aterro compactado de valas e cavas de fundação, sem controle do grau de compactação:

Para execução do serviço será necessário o uso de meios mecânicos utilizando sapo mecânico ou placa vibratória, admitindo-se ainda o uso de meios manuais com utilização de soquete de ferro e ferramentas.

O calçamento do tubo será feito de forma manual compactada, com materiais removidos das paredes das valas, em seguida faz-se o lançamento mecânico ou manual do material de aterro para o interior da mesma em camadas de 20 cm, as quais serão posteriormente compactadas, até o enchimento da mesma. Diferentemente dos itens anteriores, nesse caso, o local deverá ser compactado e nivelado.



- Aterro compactado de valas e cavas de fundação, com controle do grau de compactação:

O serviço deverá ser executado da mesma forma do item anterior, acrescido, neste caso, do controle do teor de umidade com correção mediante escarificação ou irrigação.

- Aterro de valas e cavas de fundação com areia de campo:

Este serviço se dará sob os mesmos critérios dos anteriores e poderá ser executado de forma manual ou mecanizada, através do lançamento de areia de campo no interior da vala, em camadas umedecidas com água, para que as mesmas fiquem compactadas e com resistência necessária.

A utilização deste tipo de serviço se fará diante da urgência da liberação do trecho de rede e da necessidade de que o solo fique compactado.

#### **j) Carga, transporte em geral e descarga**

Trata-se do carregamento feito mecanicamente do material em geral, na carroceria no caminhão basculante sem manuseio e arrumação da carga.

Carga mecânica de material em geral, exceto rocha em caminhão basculante:

Subentende-se por este item, a carga que não exige manuseio e arrumação da carga, todo material solto de 1ª e 2ª categoria, solo com água e materiais de construção.

- Carga mecânica de rocha em caminhão basculante:

Considera-se rocha, todos os materiais com resistência a penetração mecânica igual ou superior ao granito, contínua ou materiais em blocos de volume superior a 0,50 m<sup>3</sup>.

- Transporte mecânico de material a granel em caminhão basculante:

Neste item, estão considerados todos os materiais que não exigem manuseio e arrumação de carga, todo material solto de 1ª e 2ª categoria, solo com água e materiais de construção, tais como: terra, areia, brita, cimento a granel, entulho e outros.

#### **7.4.4. Escoramento**

Este serviço só será executado quando houver riscos de acidentes nas operações de escavação de valas e assentamento de tubulação. É um trabalho que requer cuidados de profissionais habilitados. A má execução poderá levar ao desmoronamento, cujo resultado é insegurança aos trabalhadores, transeuntes e construções nas proximidades.

Todo o serviço deve ser planejado sempre quanto à segurança do trabalhador e o exame do terreno, na sua formação geológica, constitui tarefa fundamental.

Escoramento de madeira tipo pontaleamento para valas de até 5,00 m de profundidade

Entende-se por este serviço, com fornecimento dos materiais, a proteção executada para contenção do terreno das paredes das valas de uma escavação,

com estrutura construída com pranchões de madeira e estronca de eucalipto, para evitar que haja desmoronamento do terreno e provoque acidentes e/ou prejuízos dos serviços.

Os pranchões e as estroncas deverão ser colocados nas proximidades do local onde serão aplicados, em seguida a faz-se colocação dos pranchões nas duas paredes da vala no sentido longitudinal, assentados verticalmente ou inclinado, dependendo do tipo de talude da vala, com espaçamento entre os eixos de no máximo 1,50 m, de modo que os mesmos fiquem opostos de dois em dois. As estroncas serão assentadas no sentido transversal a vala e paralela ao fundo, travando e fixando os pranchões opostos nas paredes das valas. Após a conclusão dos serviços, deverá ser retirado, transportado e recuperado para nova utilização.

#### **7.4.5. Esgotamento e drenagem**

Será obrigatório o esgotamento quando a escavação atingir terrenos úmidos, lençol de água ou as cavas acumularem água de chuva, impedindo ou prejudicando o andamento dos serviços.

O esgotamento, dependendo das condições locais e do volume de água a esgotar, poderá ser feita manual ou mecanicamente, através de bombeamento, podendo-se, também, adotar outras soluções como rebaixamento do lençol com utilização de equipamento a vácuo, desvio do curso d'água ou outro processo qualquer, adequado as condições locais.

- Esgotamento de valas por bombeamento:

Trata-se da retirada de água acumulada na vala, proveniente de infiltração, nascente ou chuva, com equipamento de sucção. Caso haja continuidade de água na vala, deverá ser executado um poço no fundo da vala, localizado no ponto mais baixo do trecho, para que a água acumule nesse local e facilite o esgotamento. Esse serviço de execução do poço para coleta de água será remunerado à parte.

Para execução do serviço, faz-se necessário o uso de moto-bomba com auxílio manual e de ferramentas.

#### **7.4.6. Fundações e estruturas**

- Lastro de areia de campo com fornecimento do material, transporte e lançamento:

Trata-se da colocação ou substituição do terreno por outro tipo de material, com finalidade de melhorar a resistência do local e evitar recalques.

A execução se dará por meios manuais, com utilização de ferramentas.

O material para execução do lastro deverá ser colocado nas proximidades do serviço e o terreno deverá ser nivelado e compactado em seguida a carga, transporte, lançamento, espalhamento e regularização da areia, e finalmente a compactação ou umedecimento com água até atingir a compactação necessária. O acabamento final deverá ficar nivelado e compactado.

Lastro de pedra britada com fornecimento do material e lançamento

A finalidade deste serviço é a mesma do item anterior, no entanto o material utilizado neste caso será a pedra britada.

A execução do serviço se dará por meios mecânicos, com utilização de sapo mecânico ou placa vibratória, mas admite-se o uso de meios manuais com utilização de soquete de ferro e ferramentas.

#### **7.4.7. Instalação de Tubos e Conexões**

##### **a) Instalação de tubos e conexões de PEAD**

O transporte, a estocagem, a movimentação e o assentamento das tubulações e peças devem obedecer ao Manual Técnico do fabricante e às Normas pertinentes da ABNT, além do Caderno de Encargos da Caesb, na versão mais atualizada.

A tubulação deve ser instalada a uma distância segura de redes elétricas ou outra fonte de calor, de forma que não haja temperaturas circundantes que excedam 50°C. Quando a temperatura ambiente no momento da instalação estiver elevada, sempre que possível, deve-se assentar a tubulação de forma sinuosa para compensar a retração que ocorrerá quando da execução do aterro, devido à diminuição da temperatura.

A tubulação de polietileno PE deve estar a uma distância mínima de 30 cm de redes de água, esgoto, linhas telefônicas e elétricas (até a tensão de 1 kV) ou outros obstáculos. Em relação às linhas elétricas com tensão superior a 1 kV, a rede de polietileno PE deve estar a uma distância mínima de 50 cm. Em cruzamentos onde for difícil manter a distância de 30 cm, admite-se uma separação de até 7,5 cm desde que seja providenciada a inserção de uma folha de borracha (neoprene ou equivalente).

Sempre que houver interrupção do assentamento, as extremidades dos tubos devem ser adequadamente tamponadas, de forma a evitar entrada de animais ou sujeira.

A tubulação de polietileno deve ser soldada fora da vala antes de seu assentamento. Em casos excepcionais, e mediante a autorização prévia da fiscalização, poderá ser soldada no interior da vala.

Toda água existente na vala deve ser removida antes do assentamento da tubulação. No caso de assentamento sob lençol freático, devem ser obedecidas as definições do projetista para se evitar pressões de colapso na tubulação, em especial nos tubos de  $SDR \geq 21$ .

Para tubos de  $SDR \geq 21$ , a base, envoltória e recobrimento da tubulação deve ser feito com areia grossa lavada e isenta de corpos estranhos até 20 cm acima da geratriz superior do tubo. O restante do recobrimento pode ser feito com material oriundo da própria escavação, compactado em camadas de espessuras não superiores a 20 cm. Caso este material não atinja o grau de compactação necessário, o aterro pode ser efetuado com outro material de boa qualidade.

Para tubos de  $SDR < 21$ , o reaterro deve ser feito com areia ou material de boa qualidade isento de pedras, materiais pontiagudos e cortantes e compactado em camadas.

Deve-se assegurar que o tubo de polietileno PE e as derivações e conexões estejam completamente assentadas e apoiadas no leito de terra ou areia compactado, evitando-se momentos fletores que possam estrangular o tubo de polietileno ou romper a derivação, especialmente reduções concêntricas, derivações de ramais prediais e tês de redução. Para tanto deve-se recobrir com areia a região da derivação ou conexão, promovendo o adensamento hidráulico (molhando com água), cuidando-se para que a região sob a saída da derivação fique completamente preenchida e adensada, completando-se o aterro como descrito anteriormente.

Quando atravessar jardins e/ou canteiros, a tubulação deve ser protegida por lajotas de concreto colocadas a uma profundidade de 10 cm da superfície.

- Limite de curvatura:

O raio máximo de curvatura admitido para uma tubulação depende do tipo de pressão (PN, SDR), do módulo de elasticidade do material e da tensão admitida, que podem variar em função do tempo de aplicação da carga e da temperatura. Os tubos de SDR menor que 17 tem limite de curvatura máximo igual a  $30 \times DE$ , os tubos de SDR 21 tem limite de curvatura máximo igual a  $33 \times DE$  e tubos de SDR 26 tem raio de curvatura máxima igual a  $40 \times DE$ .

- Exame e limpeza de tubulações:

Antes da descida da tubulação para a vala ela deverá ser examinada para verificar existência de algum defeito, quando deverá ser limpa de areia, pedras, detritos e materiais. Qualquer defeito encontrado deverá ser assinalado à tinta com marcação bem visível do ponto defeituoso, e a peça defeituosa só poderá ser aproveitada se for possível o seu reparo no local. Sempre que se interromper os serviços de assentamento, as extremidades do trecho já montado deverão ser fechadas com um tampão provisório para evitar a entrada de corpos estranhos, ou pequenos animais.

- b) Alinhamento e ajustamento da tubulação:

A descida do tubo na vala será feita lentamente para facilitar o alinhamento dos tubos através de um eixo comum, segundo o greide da tubulação.

Na obra deverá ser adotado um gabarito de madeira para verificação da perfeita centragem entre dois tubos adjacentes.

Nos trabalhos de alinhamentos e ajustamentos da tubulação serão admitidas bases provisórias em madeira para calçar a tubulação através de macacos ou através de pórticos equipamentos com talhas, até a deflexão admissível aconselhada pelo fabricante dos tubos e pela da ABNT.

Uma vez alinhados e ajustados dois tubos adjacentes no interior da vala, eles deverão ser calçados com um primeiro apiloamento de terra selecionada isenta de pedras soltas ou de outros corpos.

Na confecção das juntas deverão ser obedecidas as prescrições do fabricante das tubulações, de vez que elas deverão ficar completamente estanques às pressões internas e externas, se houver estas.

Deve-se forrar com 15 cm de areia toda a vala onde a escavação apresentou rocha, e em seguida iniciar o assentamento, devendo prosseguir o reaterro com material selecionado até a pavimentação.

#### **7.4.8. Ensaios de pressão e vazamento**

Antes do completo recobrimento da tubulação, cumpre verificar se não houve falhas na montagem de juntas, conexões, etc., ou se não foram instalados tubos avariados no transporte, manejo, etc. Para isso, recobrem-se as partes centrais dos tubos, deixando as juntas e ligações a descobertas, e procede-se aos ensaios da linha.

Estes serão realizados em trechos de 500 m de seu comprimento. O teste é feito através de compressor ligado à canalização, enchendo antes com água, lentamente, colocando-se ventosa para expelir o ar existente no seio do líquido e na tubulação.

Durante esse período, todos os tubos, peças, acessórios, válvulas, juntas e acoplamentos expostos, deverão ser examinados quanto a vazamentos. Se encontrados defeitos, trincas ou rupturas, a linha deverá ser esvaziada e os tubos ou peças defeituosas retirados e repostos pela Contratada, às suas expensas, por materiais sem defeito.

Eliminados todos os vazamentos e executado o recobrimento total das valas, a linha deverá receber água sob a pressão de teste.

A pressão de teste em adutoras deve obedecer à NBR 9.650:

- 1,5 vez a pressão de serviço máxima do trecho, quando esta não for superior a 1,0 MPa, não devendo nunca ser inferior a 0,4 MPa;
- a pressão máxima de serviço do trecho acrescida de 0,5 MPa, quando esta for superior a 1,0 MPa.

Os órgãos acessórios devem ser inspecionados; qualquer defeito deverá ser reparado. Todos os materiais e equipamentos (ex.: transporte de água, tamponamento, etc.) serão de exclusiva responsabilidade da Contratada.

Neste período, será verificada a ocorrência de vazamento, que deverá ser menor ou igual ao volume máximo permitido, expresso em litros/hora:

- $L = N \cdot D \cdot P / 3292$ ;
- L: vazamento em litros/hora;
- N: número de juntas na tubulação ensaiada;
- D: diâmetro nominal da canalização, em milímetros;
- P: pressão média de ensaio, em kg/cm<sup>2</sup>.

#### **7.4.9. Limpeza e Desinfecção de Tubos e Conexões**

A tubulação e seus acessórios deverão ser lavados completamente, com água limpa, aduzida em um extremo e drenada pelo outro.

Concluídos os trabalhos, e antes de entrarem em serviço, as tubulações destinadas à distribuição de água devem ser desinfectadas com uma solução que apresente, no mínimo 1 mg/L de cloro e que atue no interior dos tubos durante 200 minutos no

mínimo. A desinfecção deverá ser repetida sempre que o exame bacteriológico assim o indicar.

Após o tempo de contato recomendado, a água super clorada deverá ser removida das tubulações mediante registros de descarga.

Concluída a lavagem e antes das tubulações serem colocadas em carga, deverão ser coletadas amostras da água em pontos distintos destas. Estas amostras deverão ser submetidas a análises bacteriológicas, que deverão indicar ausência de coliformes fecais. Caso as análises indiquem presença de coliformes, todo o processo de desinfecção deverá ser repetido, até que se obtenham resultados satisfatórios.

Novas peças ou conexões deverão ser previamente tratadas com solução de cloro quando inseridas na tubulação já desinfetada.

#### **7.4.10. Cadastro “as built”**

O cadastro da adutora de água e dos acessórios deve ser um registro conforme execução, de maneira a facilitar o controle e manutenção.

O cadastro dos projetos executados é o levantamento feito em campo, com todas as informações detalhadas dos materiais assentados, durante e após a conclusão da obra em pranchas e/ou croquis e CD. Inicialmente deverá ser feito o levantamento das informações de Cadastro, logo após a conclusão de cada etapa do serviço, mas caso não seja possível, ao executar o aterro, os pontos onde existirem peças, conexões, aparelhos, bloco de ancoragem, etc., não deverão ser aterradas, enquanto não concluir o levantamento de todos os detalhes como: comprimento, diâmetro, tipo da tubulação, peças especiais, aparelhos, profundidade, bloco de ancoragem e declividade.

Foram consideradas nesta especificação, a execução de serviços de cadastramento de unidades lineares a serem implantadas:

##### **a) Unidades Lineares**

Os elementos a seguir relacionados, quando disponíveis, representam o conjunto aceitável de informações básicas para o início dos trabalhos de cadastramento:

- Referência de nível da área de interesse;
- Plantas topográficas da área de interesse, onde conste o arruamento existente devidamente identificado. Nos casos de regiões não urbanizadas, devem constar nas plantas outras ocorrências da área, tais como cursos d'água, estradas, cercas, taludes, etc.;
- Plantas com apoio geodésico e referências em coordenadas UTM;
- Representações gráficas (plantas e croquis), as mais atualizadas possíveis, das unidades a serem cadastradas;
- Demais informações disponíveis sobre materiais e equipamentos instalados.

Os produtos a seguir relacionados constituem o conjunto básico aceitável de dados e informações do cadastramento das unidades lineares:

- ##### **b) Planta Cadastral e Perfil:** Para adutoras e subadutoras, deverão ser elaboradas plantas cadastrais que incluam os respectivos perfis da linha, compreendendo o seguinte:

- Planta da faixa da linha na escala 1:2000 ou 1:1000, a critério da Fiscalização, contendo, no mínimo:
- Malha de coordenadas;
- Curvas de nível;
- Arruamento existente, devidamente identificado, e componentes físicos existentes na área, tais como cercas, muros, portões, guaritas, postes, caixas, cursos de água, bueiros, entre outros;
- Posicionamento das canalizações, dispositivos e peças especiais em relação ao alinhamento predial ou a outros componentes físicos, no caso de área não urbanizada;
- Identificação do proprietário e limites dos terrenos por onde se desenvolve a linha, no caso de zonas rurais;
- Amarração de pontos notáveis;
- Dimensões, cotas e tipos de materiais dos órgãos acessórios;
- Limite da faixa “non æ difficandi” da linha;
- Estaqueamento da linha;
- Espécie dos dispositivos e peças especiais e respectivos estaqueamento e coordenadas;
- Identificação das interferências e travessias (rodovias, ferrovias, cursos d’água, entre outras);
- Outras informações relevantes obtidas no levantamento de campo.
- Perfil da linha, nas escalas 1:2000 ou 1:1000 na horizontal e 1:200 ou 1:100 na vertical, a critério da Fiscalização, contendo no mínimo:
- Perfil do terreno, correspondente ao eixo da linha;
- Estaqueamento da linha;
- Estaqueamento dos dispositivos e peças especiais;
- Informações básicas dos trechos da linha (forma geométrica da seção transversal, dimensões, tipo de material) e declividades;
- Informações básicas dos dispositivos e peças especiais (espécie, dimensões básicas, cota do terreno, cota da geratriz superior externa do tubo);
- Identificação das interferências e travessias (rodovias, ferrovias, cursos de água, entre outras);

As plantas devem ser apresentadas em meio magnético (CAD) e uma cópia plotada em papel opaco, em formato a ser definido pela Fiscalização.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13133: Execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro. 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12266: Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana. Rio de Janeiro. 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12211: Concepção de sistemas de abastecimento de água. Rio de Janeiro. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12215: Projeto de adutora de água para abastecimento público. Rio de Janeiro. 2017.

COMASTRI, J.A.; TULER, J.C. Topografia – Altimetria. Editora UFV, 3. ed., Viçosa, 2011.

Hong, H. P. e N. C. Lind (1996) Estimating Design Quantiles from Scarce Data. Canadian Journal of Civil Engineering, v. 23, n. 5, p. 1025–1029.

Johnson, L. W. (1990) Discrete Choice Analysis with Ordered Alternatives. In: Fischer, M.M.; P. Nijkamp e Y.Y. Papageorgiou (eds.) Spatial Choices and Processes. Amsterdam, Netherland.

MCCORMAC, Jack. Topografia. 5.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

PORTO, RODRIGO DE MELO. Hidráulica Básica. São Carlos, SP: EESC/USP, 1998 540 p.

Rey, L. (1991) Planejar e Redigir Trabalhos Científicos (2a ed.). Edgard Blucher, São Paulo.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Abastecimento de água. 2. ed. São Paulo: USP, 2005.

TOMAZ, Plínio. Previsão de consumo de água. 1. ed. São Paulo, 1999.

BARBOZA, M. R; BASTOS, P. L. Traços de concreto para obras de pequeno porte. UNESP, 2008.



---

## 9. ANEXO I – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)

---

## **10. ANEXO II – CARTA CONSULTA PARA OPERAÇÃO PRÓPRIA**

---

**11. ANEXO III – TERMO DE VIABILIDADE DE  
TÉCNICO (TVT Nº 108/2021)**

---

## **12. ANEXO IV – PLANTA GERAL DE NÓS E TRECHOS**

---

## **13. ANEXO V – PLANILHA DE NÓS E TRECHOS**

---

## 14. ANEXO VI - DESENHOS



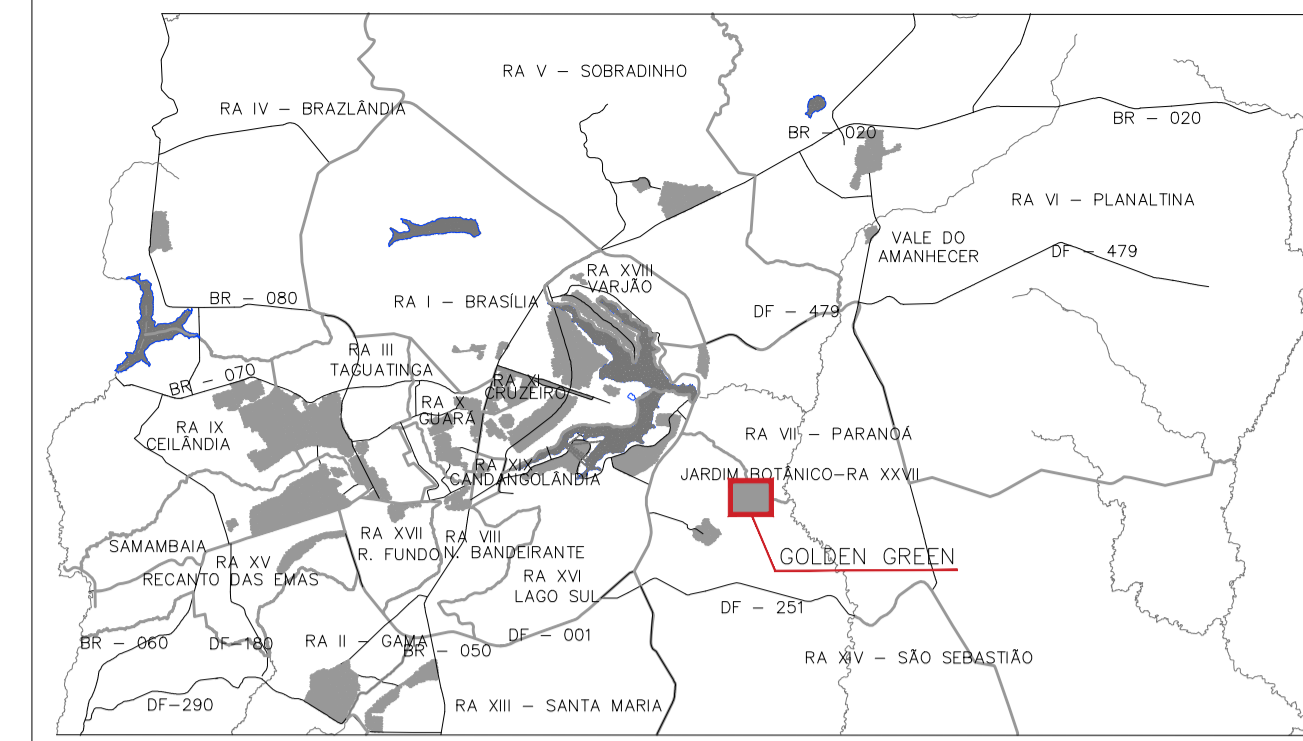




QUADRO DE DETALHE DAS CONEXÕES DOS NÓS

01   1 1 FLANGE SOLTO AÇO SAE 1020 Ø90 PN10 1 COLARINHO PEAD Ø90 ELET. PE100 PN10 1 LUVA PEAD Ø90 ELET. PE100 PN10	02   1 1 C 90° PEAD Ø90 ELET. PN10	03   2 1 TE PEAD Ø90 ELET. PE100 PN10 1 LUVA PEAD Ø90 ELET. PE100 PN10 1 RD PEAD Ø90x63 ELET. PN10	04   1 2 TE PEAD Ø90 ELET. PE100 PN10 1 LUVA PEAD Ø90 ELET. PE100 PN10 1 RD PEAD Ø90x63 ELET. PN10	05   1 2 TE PEAD Ø90 ELET. PE100 PN10 1 LUVA PEAD Ø90 ELET. PE100 PN10 1 FST AÇO SAE 1020 Ø90 PN10 1 CL PEAD Ø90 ELET. PE100 PN10 1 HCCOM Ø80 PN10 - VER DETALHES PRANCHA 02/02 2 RD PEAD Ø90x63 ELET. PN10	06   1 1 CAP PEAD ø63 ELET. PE100 PN10	07   3 1 C 45° PEAD Ø63 ELET. PN10	08   7 1 TE PEAD Ø63 ELET. PE100 PN10 1 LUVA PEAD ø63 ELET. PE100 PN10	09   3 1 C 90° PEAD Ø63 ELET. PN10
1 ARRUELA BORRACHA P/FLANGE DN80 4 CONJ. PARAFUSO M16 X 110mm								

ABREVIÇÕES: CL - Colarinho FST - Flange Solto TE - Tê LV - LUVA C - CURVA RG - Registro  
HCCOM - Hidrante de Coluna Completo ELETRO - Solda por Eletrofulção RD - REDUÇÃO



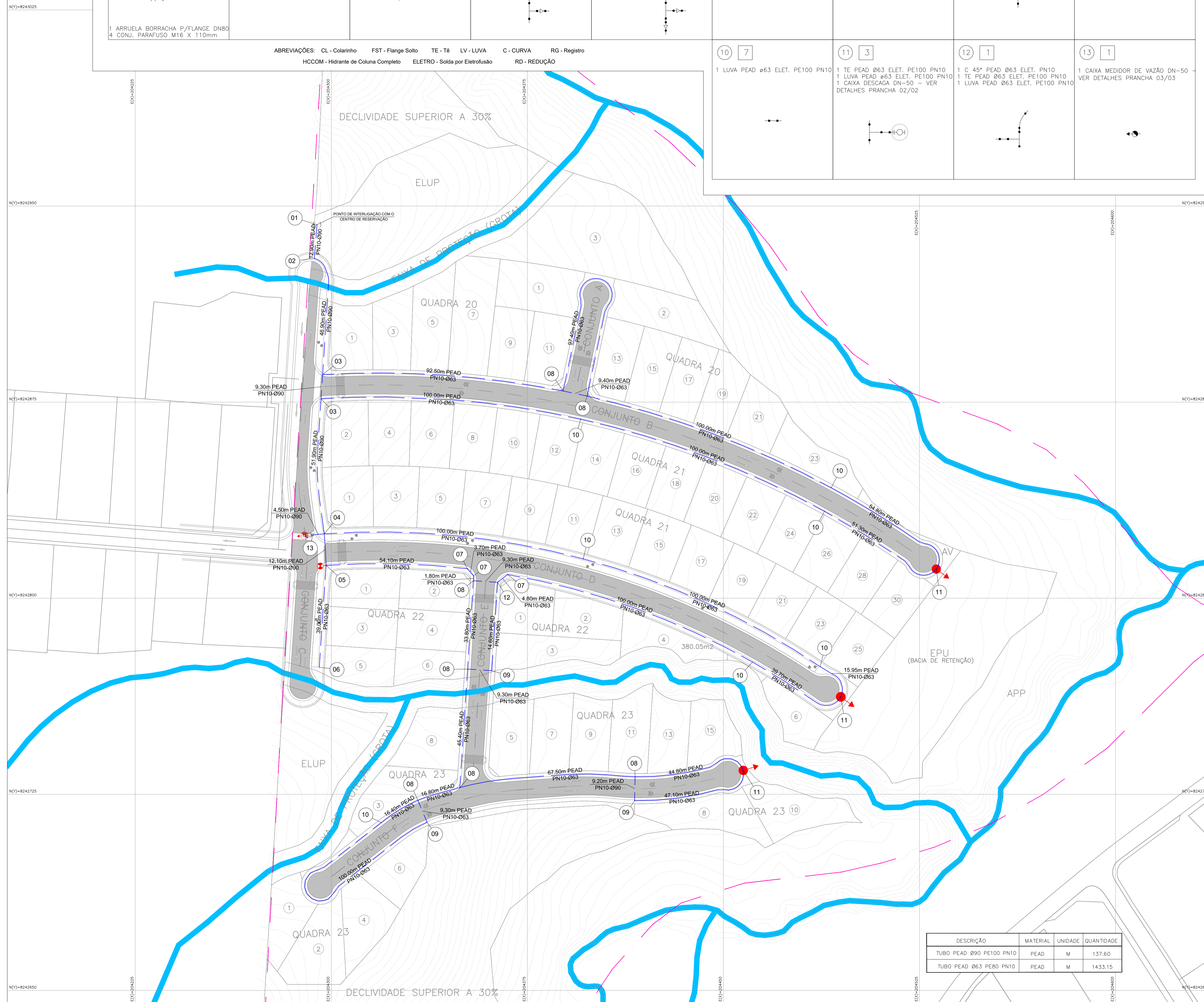
LOCALIZAÇÃO DISTRITO FEDERAL

Comprimento do trecho  
15,00m PEAD - Material  
Pressão Nominal PN-10 Ø63mm  
Diâmetro Nominal (DN)

LEGENDA:

- Poligonal do Empreendimento
- Rede Projetada
- Nó
- Descarga
- Hidrante
- Ligação futura com a rede pública
- Curva de nível - Mestra
- Curva de nível - Intermediária

- Todas as medidas estão em metros, exceto quando indicado;
- Os tubos de PEAD com diâmetro de ø63mm deverão ser fabricados com resina PE-80 e pertencer a Classe de Pressão indicada no Projeto;
- Os tubos de PEAD com diâmetros superiores a ø63mm deverão ser fabricados com resina PE-100 e pertencer a Classe de Pressão indicada no Projeto;
- As tubulações de PEAD devem ser fabricadas conforme recomendações da Norma Brasileira NBR 15561 e normas complementares;
- A implantação das redes de PEAD devem seguir as recomendações das Normas Brasileiras, especialmente a NBR 15550 e do Caderno de Encargos da Caesb (versão mais atualizada);
- As tubulações da rede devem possuir cobertura mínima de 0,80 metros em relação a geratriz superior, exceto em caso de interferências;
- As tubulações secundárias devem ser posicionadas nas calçadas, a 1,20 metros da frente dos lotes, exceto quando indicado no projeto;
- As tubulações em PEAD fazem curvas com raios superiores a 20 vezes o DN do tubo sem que haja danos em sua estrutura;
- Alguns fabricantes fornecem tubos de até 110mm em bobinas de 50 e 100m. Caso essas tubulações sejam compradas em bobinas de 50m a quantidade de juntas deve ser recalculada antes da efetivação dos pedidos;
- A posição das ligações prediais devem ser definidas durante a execução da rede levando em consideração o possível ponto de entrada dos lotes;
- As conexões flangeadas devem seguir o padrão Deutsches Institut für Normung (DIN) e NBR 7675/88 nas pressões nominais PN10/16;
- As descargas de fundo serão conectadas à rede de drenagem;
- Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), Zona 23 Sul.



01	Emissão	01/11/2022
REVISÃO	DESCRIÇÃO	APROVAÇÃO DATA



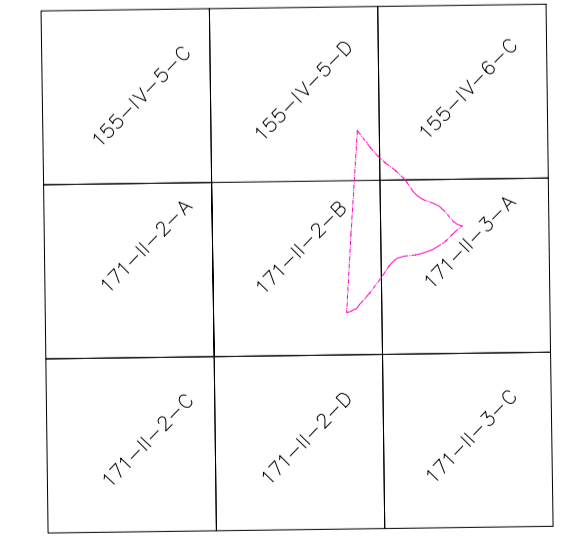
COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL  
**PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EMPREENDIMENTO GOLDEN GREEN JARDIM BOTÂNICO/ DF (RA-XVII)**  
 PLANTA GERAL E QUADRO DE PEÇAS  
 ESCALA: 1:750  
 N° DO DESENHO: X.XXX.XXX.XXX.XXX.XXX.XXX.XXX.XXX  
 PRANCHA: 01/03

PROJETA: Felipe Nascimento Gomes  
 CREA: 29.388-D/DF

PROJETO EXECUTIVO

EXECUTOR: <b>TT</b> Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental	
PERÍODO DE PRODUÇÃO: 07/10/2022 a 01/11/2022	N° DO PROCESSO: 00092-00028194/2021-39
RESPONSÁVEL TÉCNICO: Thales Thiago	CREA: 22.706-D/DF
RESPONSÁVEL TÉCNICO: Felipe Nascimento Gomes	CREA: 29.388-D/DF
DESENHISTA: Synthya Moreira Rocha	

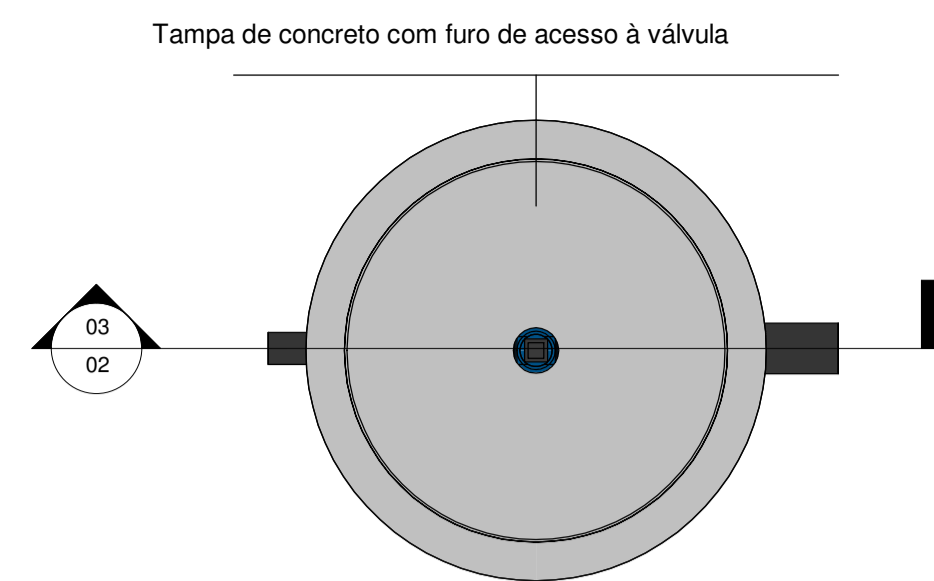
ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



DESCRIÇÃO	MATERIAL	UNIDADE	QUANTIDADE
TUBO PEAD Ø90 PE100 PN10	PEAD	M	137,60
TUBO PEAD Ø63 PE80 PN10	PEAD	M	1433,15

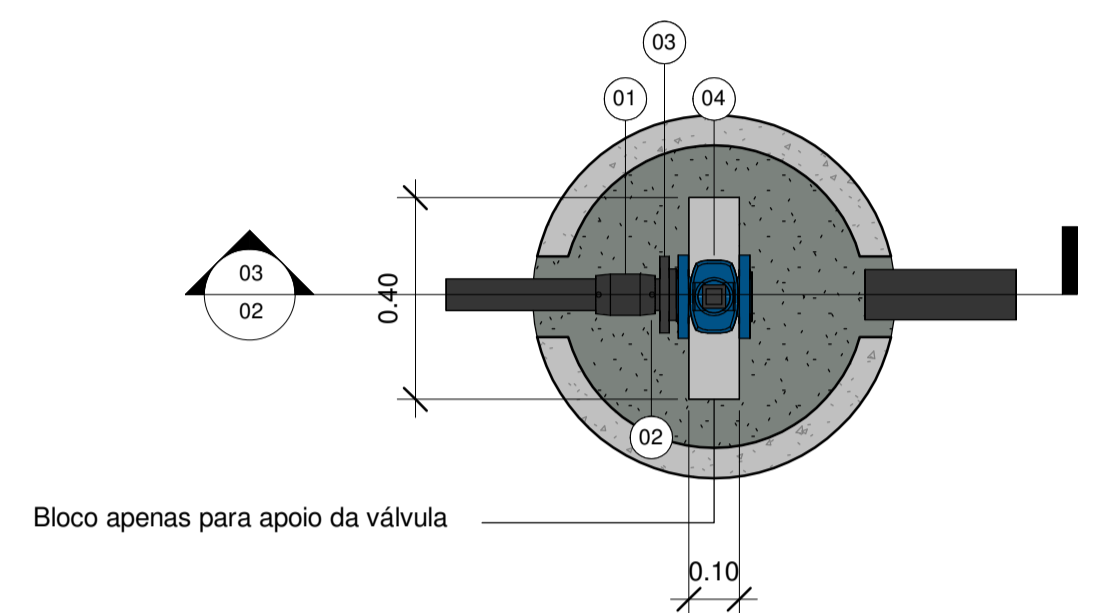
EXECUTADO CONFORME ART N° 0720210060188	EXECUTADO CONFORME CONTRATO N°
R.T.: THALES THIAGO SOUSA SILVA	R.T.:

Responsável pela Validação Técnica - PROJETO LIBERADO  
 CAESB - COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL  
 DE SUPERVISÃO DE ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE  
 DE SUPERVISÃO DE PROJETOS



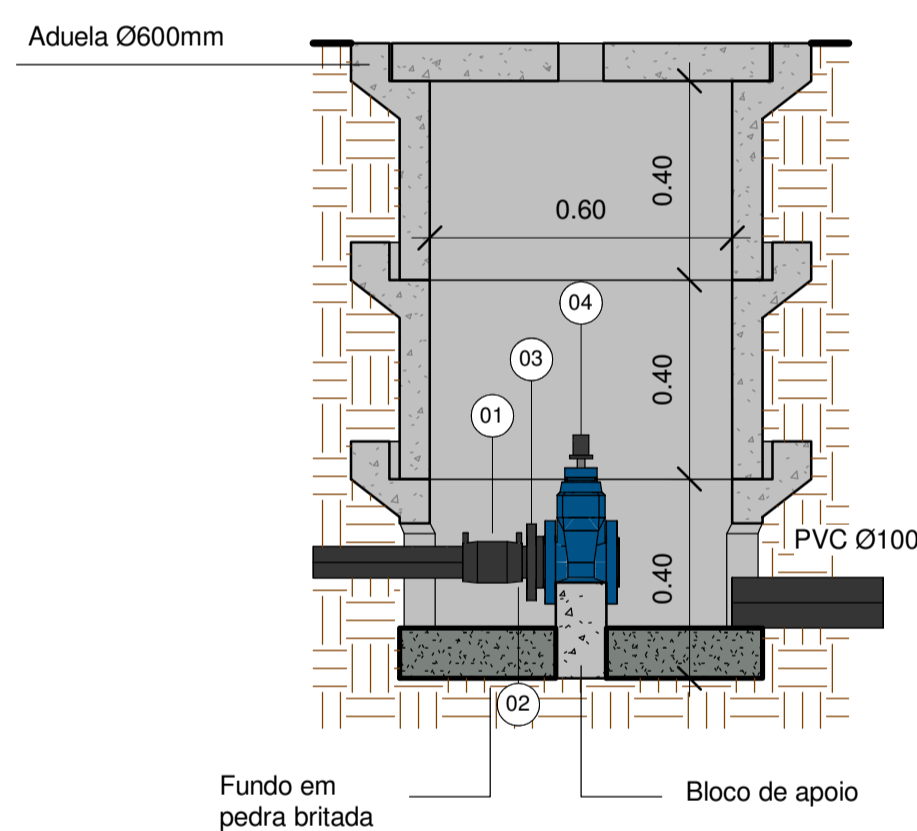
01 Planta Baixa Externa DN-50 - Caixa descarga

1 : 15



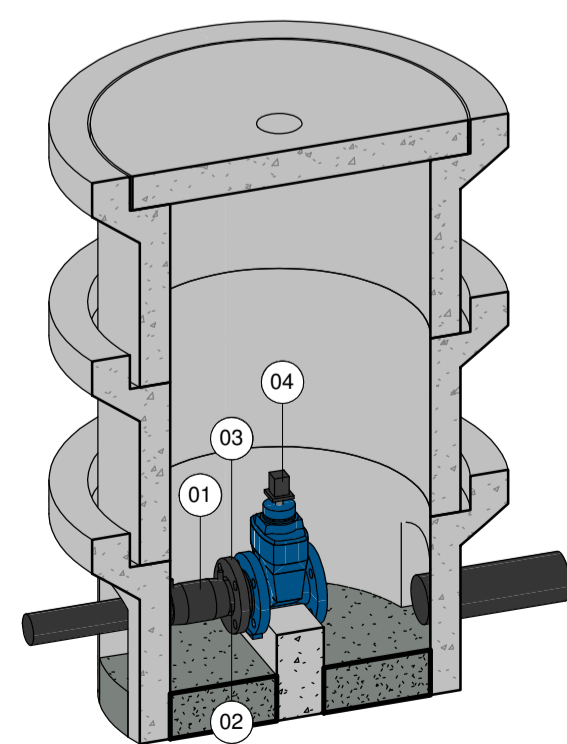
02 Planta Baixa Interna DN-50 - Caixa descarga

1 : 15



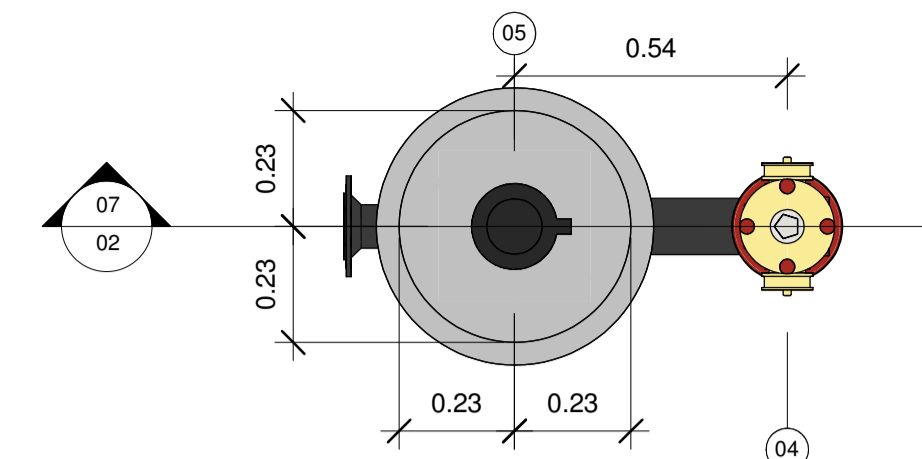
03 CORTE DN-50 - Caixa descarga

1 : 15



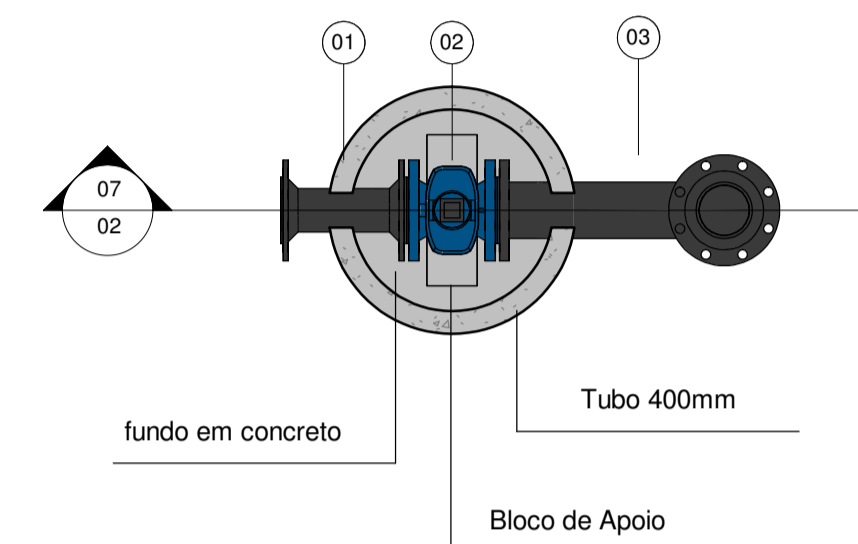
04 3D DN-50 - Caixa descarga

1 : 15



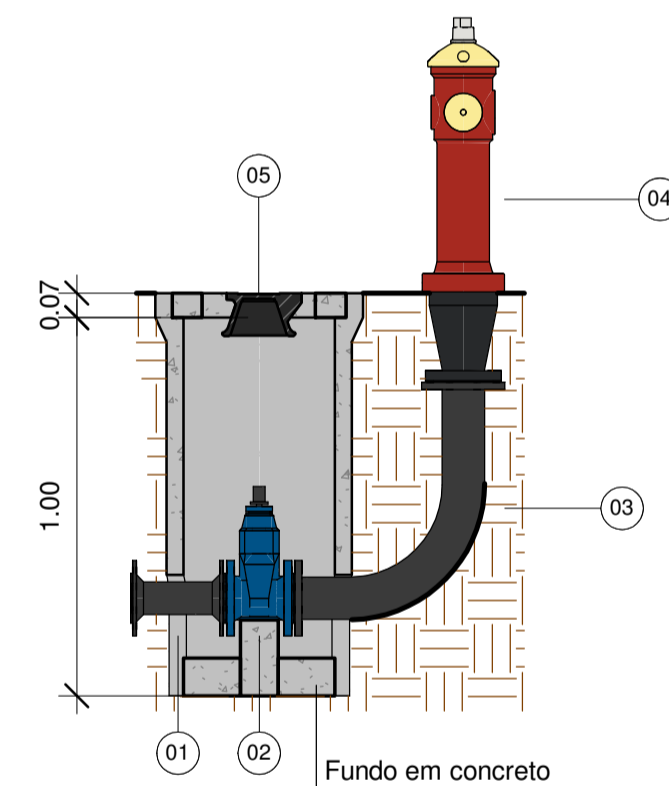
05 Planta Baixa Externa DN-80 - Hidrante

1 : 15



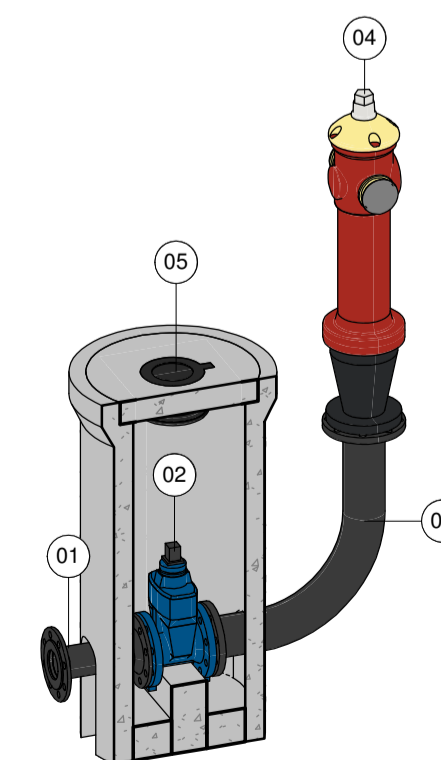
06 Planta Baixa Interna DN-80 - Caixa Hidrante

1 : 15



07 Corte DN-80 - Hidrante

1 : 20



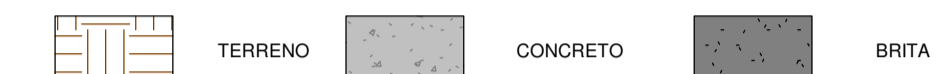
08 3D DN-80 - Caixa hidrante

1 : 20

TABELA PEÇAS CAIXA VÁLVULA DE DESCARGA DN 50						
ITEM	DESCRIÇÃO	L (M)	CL. PRESSÃO	MATERIAL	UND	OTD
01	LUVA PEAD Ø63 PE-100 PN10 ELETROFUSÃO	-	PN 10	PEAD	PC	01
02	COLARINHO PEAD Ø63 PE-100 PN10	-	PN 10	PEAD	PC	01
03	FLANGE SOLTO AÇO CARBONO DN53 PN10	-	PN 10	PEAD	PC	01
04	VÁLVULA DE GAVETA FcFo DN50 PN10	-	PN 10	FERRO FUNDIDO	PC	01
05	CONJUNTO DE PARAFUSOS M16	0.11	-	AÇO CARBONO	KIT	04
06	ARRUELA BORRACHA P/FLANGE DN50	-	-	BORRACHA	PC	01

TABELA PEÇAS CAIXA HIDRANTE DN 80						
ITEM	DESCRIÇÃO	L (M)	CL. PRESSÃO	MATERIAL	UND	OTD
01	TOCO FLANGE/FLANGE FcFo DN80 PN10	0.50	PN 10	FERRO FUNDIDO	M	0.25
02	VÁLVULA DE GAVETA FcFo DN-80 CORPO CURTO PN10	-	PN 10	FERRO FUNDIDO	PC	01
03	CURVA DISSIMÉTRICA FcFo COM FLANGES DE 90 DS 100	-	PN 10	FERRO FUNDIDO	PC	01
04	HIDRANTE DE COLUNA FcFo DN100 PN10	-	-	FERRO FUNDIDO	PC	01
05	TAMPÃO FcFo T-9	-	-	FERRO FUNDIDO	PC	01
06	CONJUNTO DE PARAFUSOS M16	0.11	-	AÇO CARBONO	KIT	24
07	ARRUELA BORRACHA P/FLANGE DN80	-	-	BORRACHA	PC	02
08	ARRUELA BORRACHA P/FLANGE DN100	-	-	BORRACHA	PC	01

Legenda:



NOTAS:

- Todas as medidas estão em metros, exceto quando indicado;
- Caso seja utilizado componentes diferentes do indicado em projeto, deve-se submeter a aprovação prévia da CAESB;
- Todo o concreto utilizado na caixa deve ser fabricado com o traço 1:1,5:2 (Concreto; Cal; Areia);
- As aduelas utilizadas devem seguir a norma ABNT NBR 15396/2018;
- A estrutura da caixa deve ser formada por tubos e aduelas de concreto armado fabricadas conforme norma NBR 8890/2020;
- As tubulações extravasoras das caixas de descarga devem ser conectadas ao sistema de drenagem pluvial;
- Os hidrantes devem ser pintados de acordo com a tabela classificação dos hidrantes (Memorial descritivo);
- De acordo com o o artigo 25 do Decreto nº 5.555 (de 31 de outubro de 1990), os hidrantes utilizados no DF devem ser do tipo "coluna";
- A tampa de concreto da caixa do hidrante deverá ser chumbada no tubo com argamassa ou graute;
- As conexões flangeadas devem seguir o padrão Deutsches Institut für Normung (DIN) e NBR 7675:1988 nas pressões nominais PN10/16;
- As tampas de concreto/tampão devem ser niveladas com o piso do passeio/calçada.

REVISÃO	DESCRIÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
01	Emissão		11/10/2022

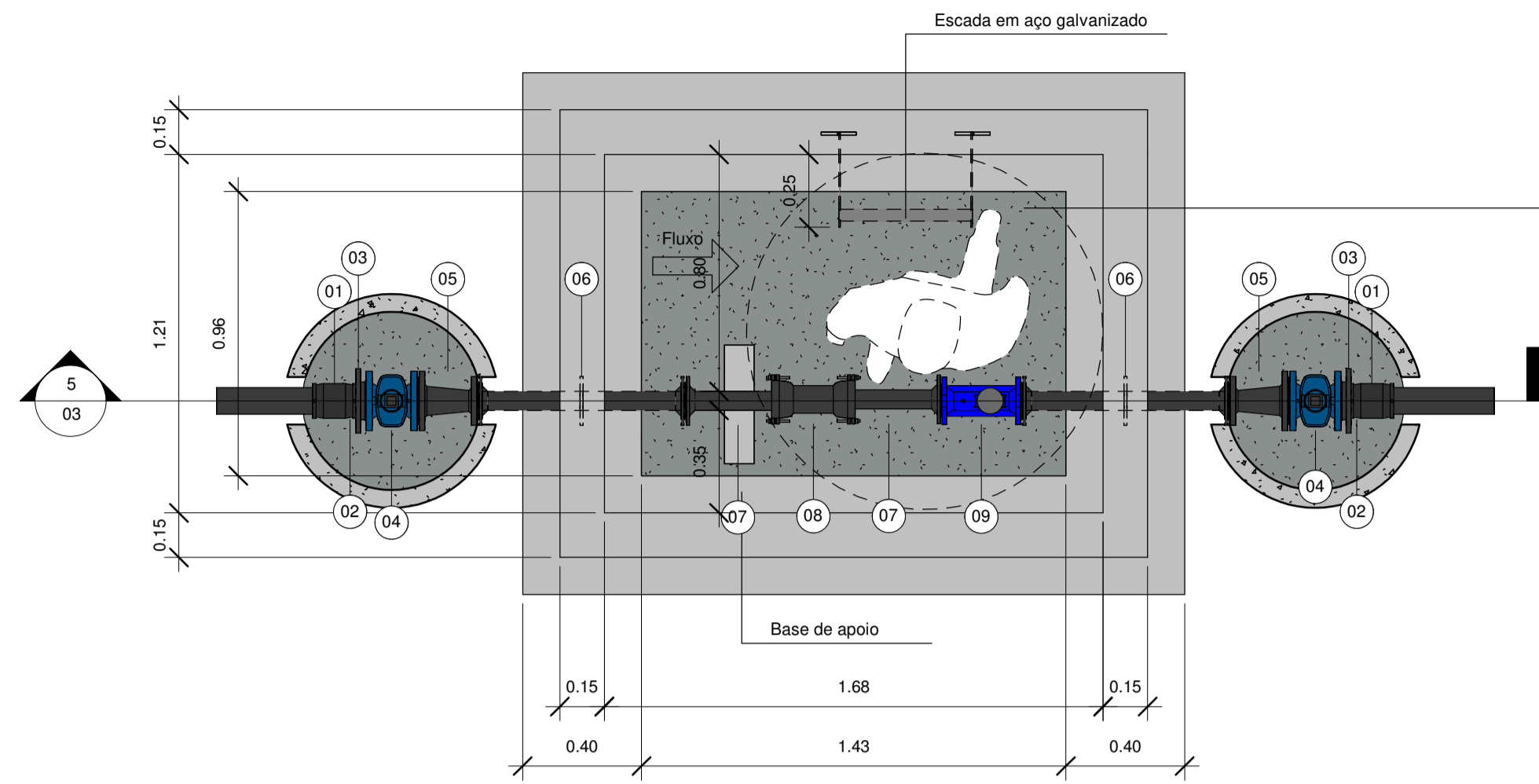
	COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EMPREENDIMENTO GOLDEN GREEN JARDIM BOTÂNICO/ DF (RAXVII)	ESCALA: INDICADA Nº DO DESENHO: X.XXXX.XXXX.XXXX.XXXX.XXXX.XXXX.XXXX
	DETALHES DA CAIXA DE MANOBRA, DESCARGA E HIDRANTE	PRANCHA: 02/03
PROJETISTA: Felipe Nascimento Gomes		CREA: 29.388-D/DF

EXECUTOR:		TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental
PERÍODO DE PRODUÇÃO:	Nº DO PROCESSO	
07/10/2022 ao 11/10/2022	00092-00029493/2021-43	
RESPONSÁVEL TÉCNICO:	CREA:	
Thales Thiago	22.706-D/DF	
RESPONSÁVEL TÉCNICO:	CREA:	
Felipe Nascimento Gomes	29.388-D/DF	
DESENHISTA:		
Synthya Moreira Rocha		

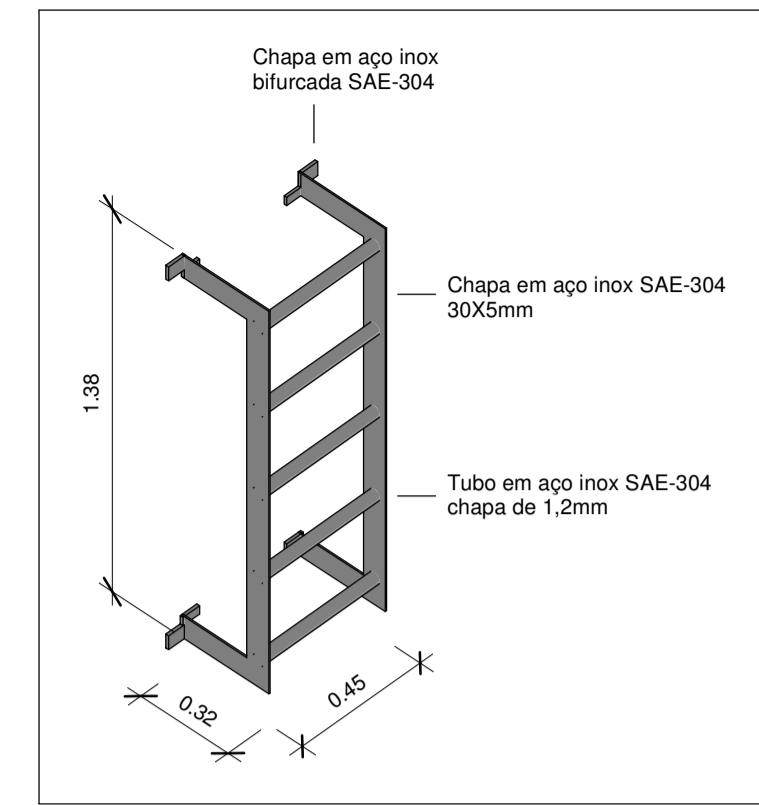
15S-IV-5-C	15S-IV-5-D	15S-IV-8-C
17I-IV-2-A	17I-IV-2-B	17I-IV-2-A
17I-IV-2-C	17I-IV-2-D	17I-IV-3-C

Responsável pela Validação Técnica - PROJETO LIBERADO  
 CAESB - COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL  
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E B.O. AMBIENTE  
 EPR - SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS

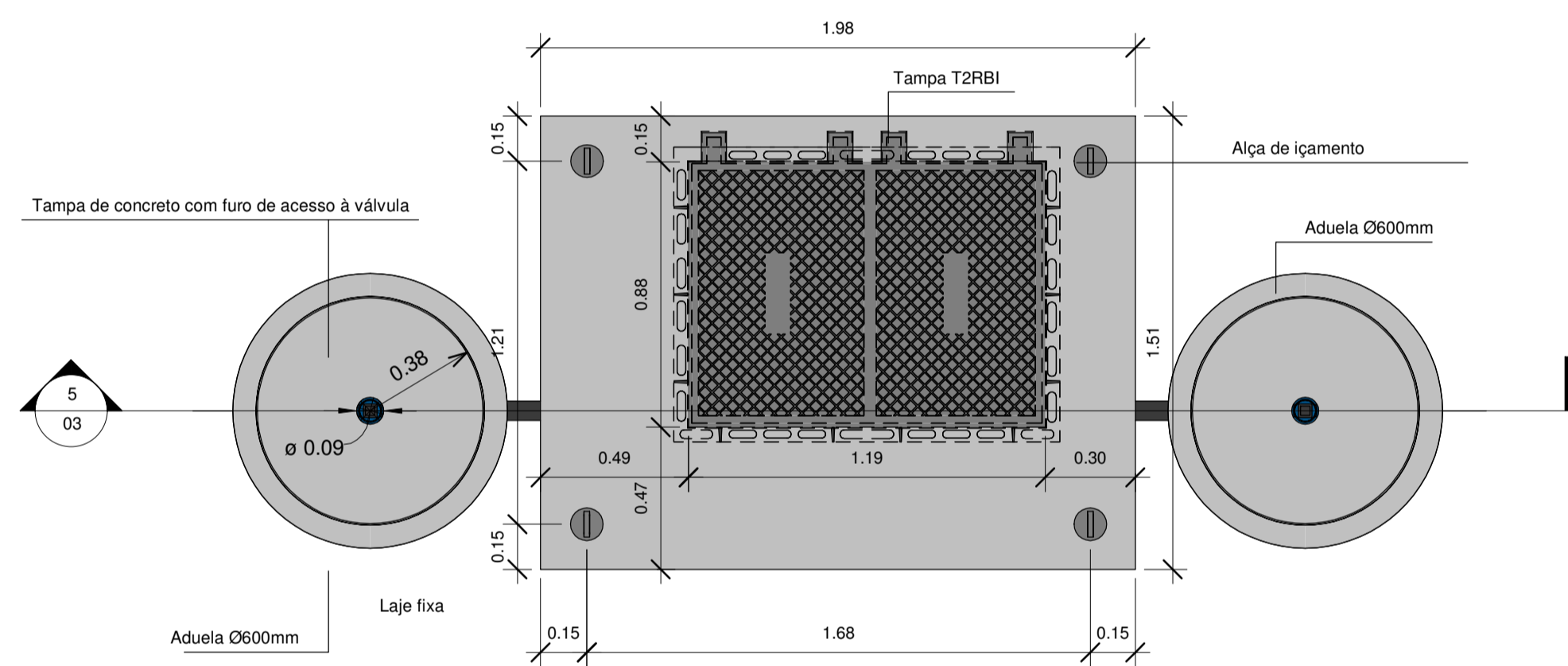
EXECUTADO CONFORME	EXECUTADO CONFORME
ART Nº 0720210060188	CONTRATO Nº
R.T.: THALES THIAGO SOUSA SILVA	R.T.:



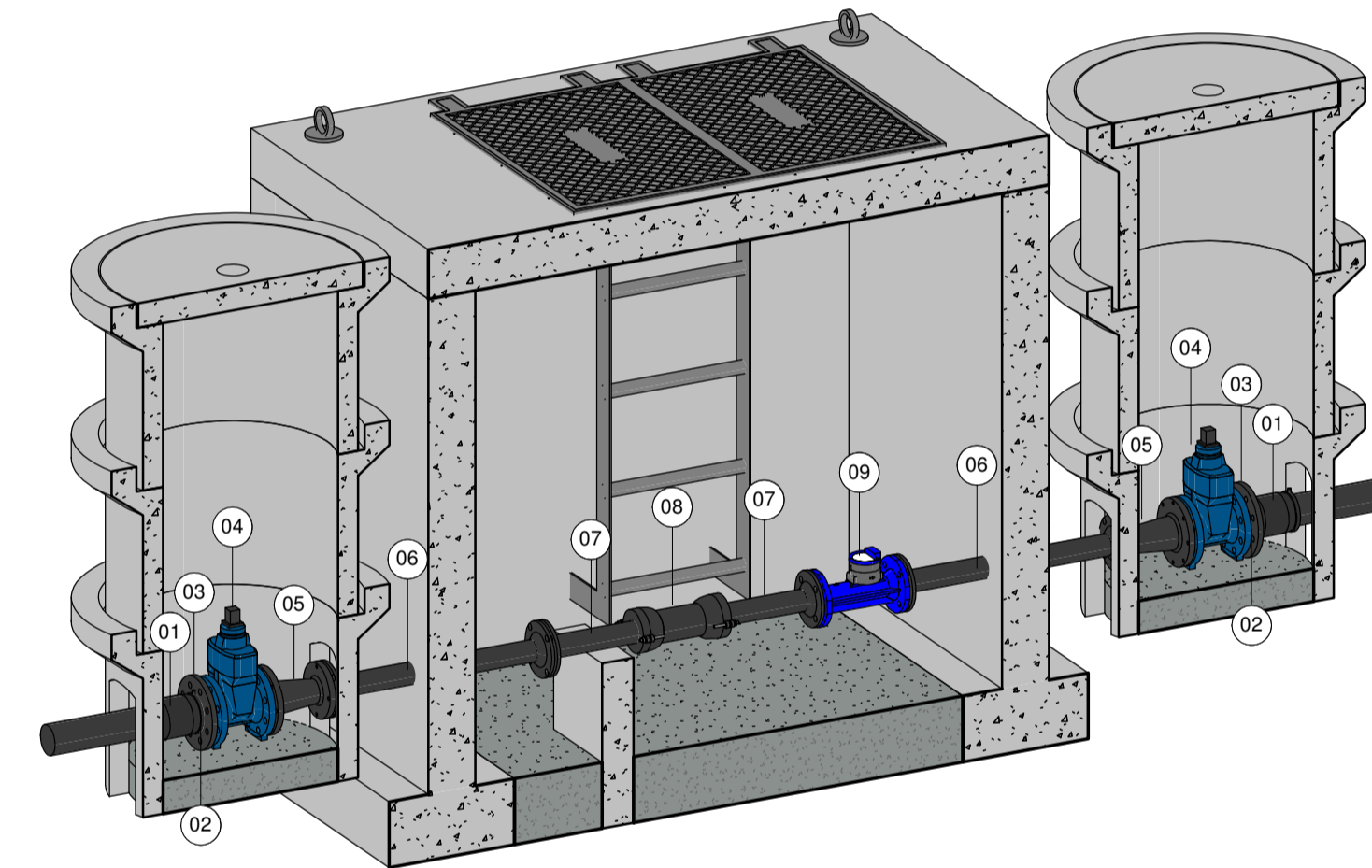
1 Planta Baixa Interna Rede Ø90 - Medidor de vazão DN-50  
1 : 20



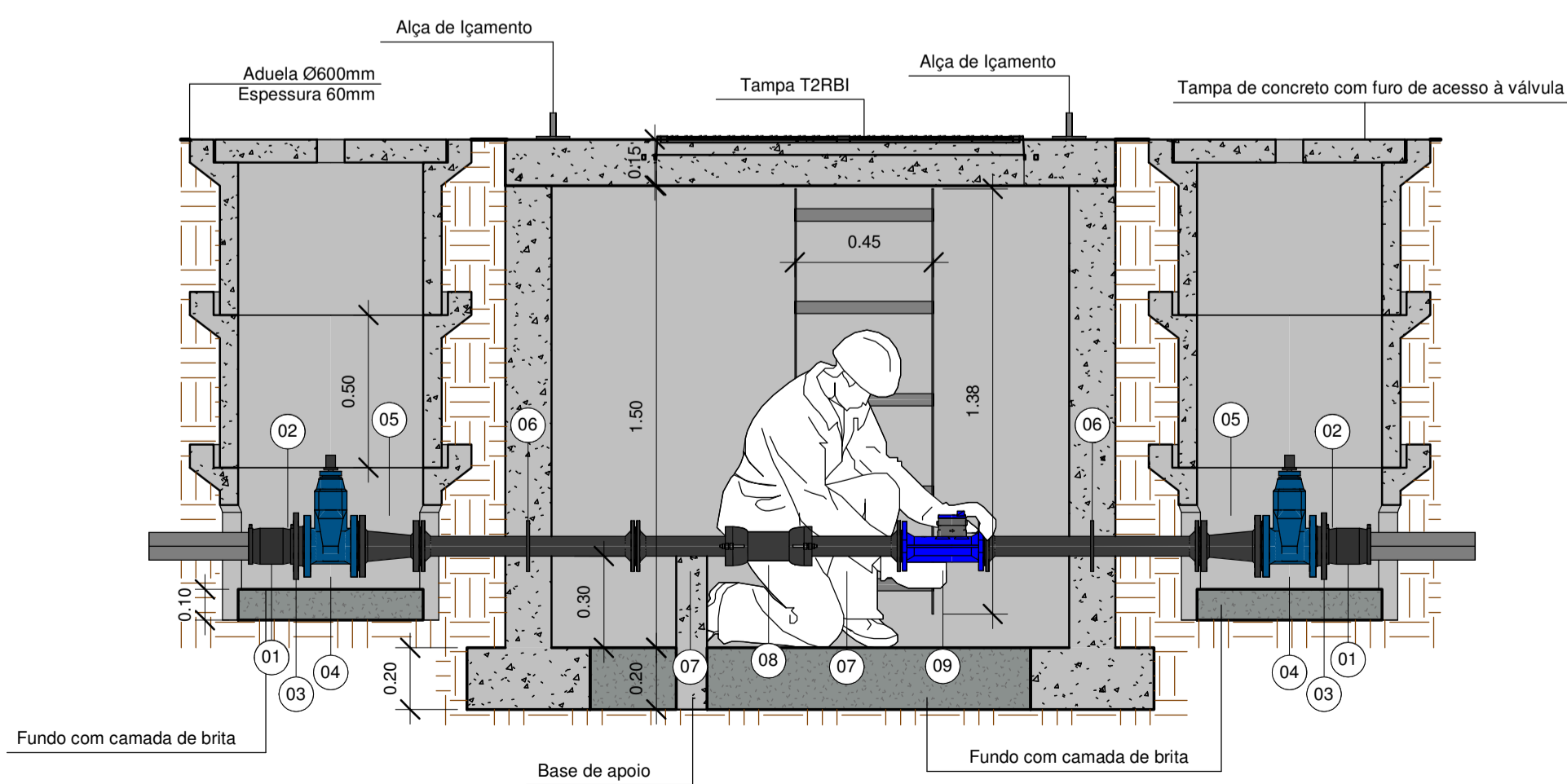
2 Detalhamento Escada



3 Planta Baixa Externa Rede Ø90 - Medidor de vazão DN-50  
1 : 20



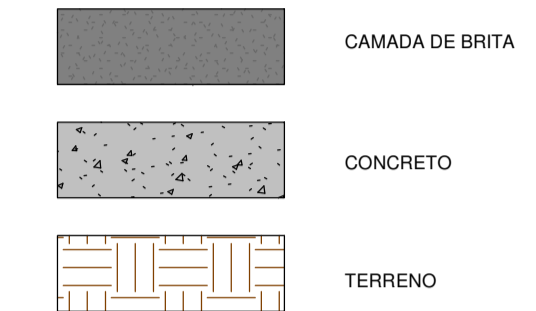
4 3D Rede Ø90 - Medidor de vazão DN-50



5 Corte Rede Ø90 - Medidor de vazão DN-50  
1 : 20

TABELA DE QUANTITATIVO DE PEÇAS - REDE TUBO 90MM PEAD						
ITEM	DESCRIÇÃO	L (M)	CL. PRESSÃO	MATERIAL	UND	QTD
01	LUIVA PEAD Ø90 PE-100 PN10 ELETROFUSÃO	-	PN 10	PEAD	PC	02
02	COLARINHO PEAD Ø90 PE-100 PN10	-	PN 10	PEAD	PC	02
03	FLANGE SOLTO AÇO CARBONO DN90 PN10	-	PN 10	AÇO CARBONO	PC	02
04	VÁLVULA DE GAVETA FoFo DN-80 CORPO CURTO PN10	-	PN 10	FERRO FUNDIDO	PC	02
05	REDUÇÃO CONCÊNTRICA DN80XDN50 PN10	-	PN 10	FERRO FUNDIDO	PC	02
06	TOCO FoFo DN-50 COM FLANGES, ABA DE VEDAÇÃO E ANCORAGEM PN10	0,70	PN 10	FERRO FUNDIDO	PC	02
07	TOCO FoFo DN-50 FLANGE E PONTA PN10	0,34	PN 10	FERRO FUNDIDO	PC	02
08	LUIVA DE CORRER FoFo DN-50 JUNTA MECÂNICA PN10	-	PN 10	FERRO FUNDIDO	PC	01
09	MACROMEDIDOR DE VAZÃO FoFo DN-50 PN10/16	-	PN 10/16	FERRO FUNDIDO	PC	01
10	CONJUNTO DE PARAFUSOS M16	0,11	-	AÇO CARBONO	KIT	52
11	ARRUELA DE BORRACHA PARA FLANGES DN80	-	-	BORRACHA	PC	04
12	ARRUELA DE BORRACHA PARA FLANGES DN50	-	-	BORRACHA	PC	05


Legenda:



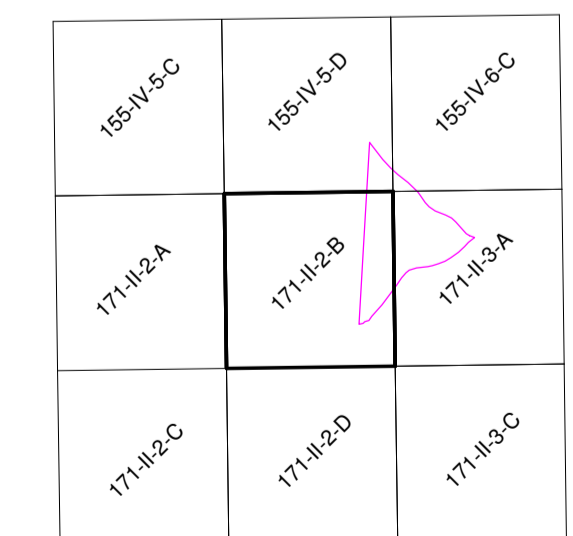
NOTAS:

- 01\_ Todas as medidas estão em metros, exceto quando indicado;
- 02\_ Os detalhes estruturais da caixa de concreto são apresentados na prancha xx;
- 03\_ Antes da efetivação da compra, deve-se verificar a compatibilidade entre as peças;
- 04\_ Caso seja utilizado componentes com especificações diferentes do indicado em projeto, deve-se submeter a aprovação prévia da CAESB;
- 05\_ As conexões flangeadas devem seguir o padrão Deutsches Institut für Normung (DIN) e NBR 7675/88 nas pressões nominais PN10/16;
- 06\_ O medidor de vazão deverá ter disponibilidade de trecho reto à montante de no mínimo 5xDN, e jusante com mínimo de 3xDN, conforme norma CAESB ou fabricante.

01	Emissão		01/11/2022
REVISÃO	DESCRIÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
 <b>COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL</b> PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EMPREENDIMENTO GOLDEN GREEN JARDIM BOTÂNICO/ DF (RAXVII) DETALHES DA CAIXA DO MEDIDOR DE VAZÃO			
ESCALA: <b>INDICADA</b>		N° DO DESENHO: X.XXXX.XXXX.XXXX.XXXX.XXXX.XXXX	
PRANCHA: <b>03/03</b>		CREA: 29.388-D/DF	
PROJETADE: Felipe Nascimento Gomes			
<b>PROJETO EXECUTIVO</b>			

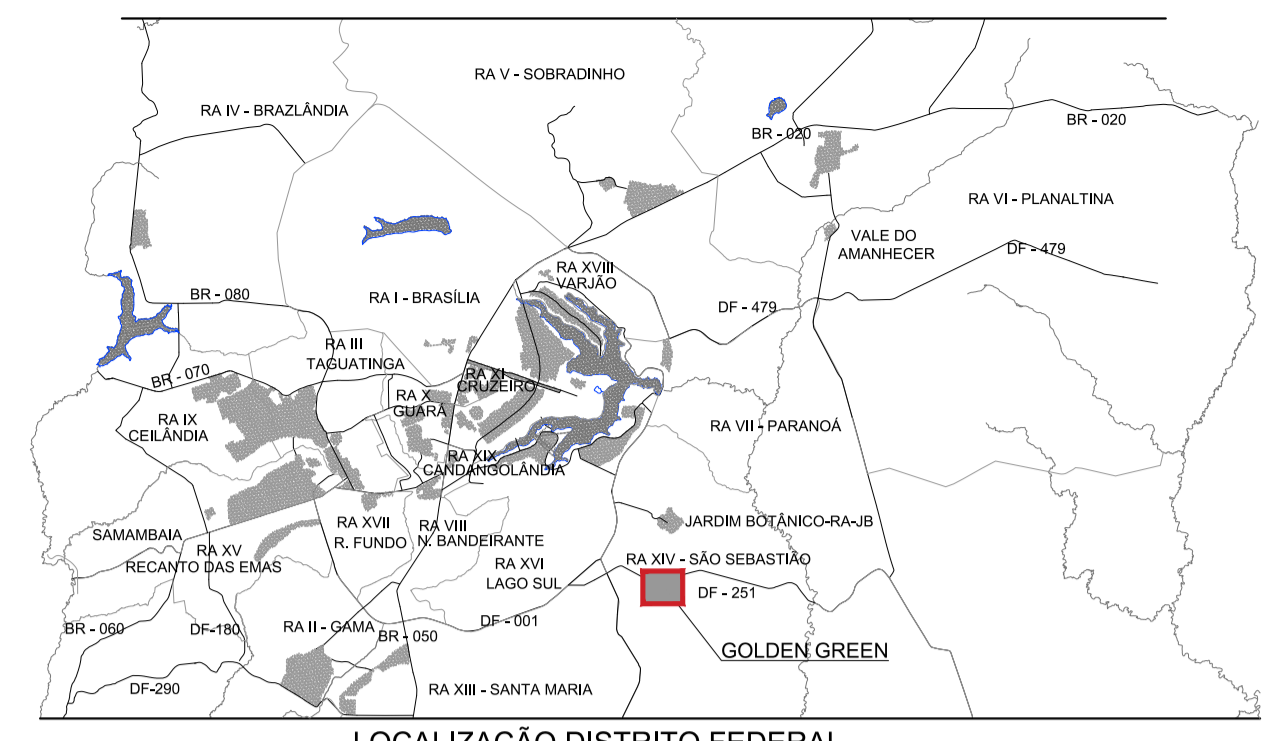
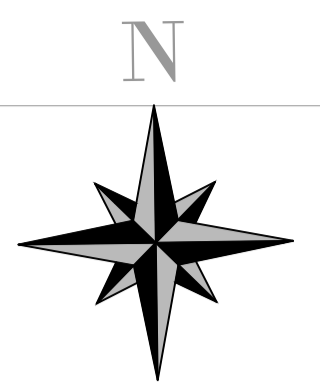
EXECUTOR:	 <b>TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental</b>		
PERÍODO DE PRODUÇÃO:	07/10/2022 ao 01/11/2022		
RESPONSÁVEL TÉCNICO:	Thales Thiago		
RESPONSÁVEL TÉCNICO:	Felipe Nascimento Gomes		
DESENHISTA:	Synthya Moreira Rocha		
N° DO PROCESSO	00092-00029493/2021-43		
CREA:	22.706-D/DF		
CREA:	29.388-D/DF		

ESPECIFICAÇÕES DO MACROMEDIDOR		
DESCRIÇÃO	CLASSE DE PRESSÃO	MATERIAL
MACROMEDIDOR DE VAZÃO ULTRASSÔNICO CARRETEL A BATERIA DN 50	PN 10	FERRO FUNDIDO



EXECUTADO CONFORME ART Nº 0720210060188 R.T.: THALES THIAGO SOUSA SILVA	EXECUTADO CONFORME CONTRATO Nº _____ R.T.: _____	Responsável pela Validação Técnica - PROJETO LIBERADO CAESB - COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL DIRETORIA DE ENGENHARIA E B.O. AMBIENTE EPR - SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS
---	--	---

## 13.4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO



**LEGENDA**

- PONTO B (PARA PAVIMENTAÇÃO):
  - GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO COM LAVAGEM DO MATERIAL NA PENEIRA DE 2,0MM (N°10) E DE 0,075MM (N°200); LIMITE DE LIQUIDEZ; LIMITE DE PLASTICIDADE; COMPACTAÇÃO; ÍNDICE SUPORTE CALIFORNIA (ISC); MASSA ESPECÍFICA APARENTE 'IN SITU'.
- POLIGONAL
- URBANISMO

NOTAS:  
 - Projeção: Universal Transversa de Mercator (SIRGAS 2000 - ZONA 23S)

03			
02			
01			
00	EMISSÃO INICIAL		
REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA	VISTO

**T.T. ENGENHARIA** ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL  
 RT: *Felipe Nascimento Gomes* ENR: FELIPE GOMES CREA 23.388/0-D-DF  
 RT: *Thales Thiago* ENR: THALES THIAGO CREA 22.706/0-DF

**PLANTA DE SONDAAGEM E ENSAIOS GEOTÉCNICOS**

**INF 010/22**

JARDIM BOTÂNICO - RA JB  
 RESIDENCIAL VILLAGE GOLDEN GREEN  
 LOCAÇÃO DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS

PLANTA GERAL	FOLHA: 01/01	ESCALA: 1/1250	DATA: OUTUBRO/2022
PROJETO: <i>Felipe Nascimento</i>	CÁLCULO: <i>Felipe Nascimento</i>	REVISÃO: <i>Thales Thiago</i>	VISTO: _____ APROVO: _____

**T.T. ENGENHARIA**  
 ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL  
 MERIDIANO CENTRAL 45° WGr  
 DECL. MAG. 2010  
 VARIAÇÃO ANUAL: -0°05.08"

NM NQ NG  
 -20°58.04" 0°45'42.30"

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS	159-N-5-D	159-N-6-C	186-N-5-B
	171-III-2-B	171-III-3-A	171-III-3-B
	171-III-2-D	171-III-3-C	171-III-3-D

JARDIM BOTÂNICO - RA JB
Kr = 1.0005363

A1 - 841 x 594 mm

## ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

Local:	Condomínio Golden Green - Setor Habitacional Jardim Botânico			Ponto:	1
Data:	22/07/2021	Energia:	NORMAL		

### DADOS DO ENSAIO

Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm:	6,9	MPa
Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm:	10,35	MPa
Diâmetro da base do pistão:	4,96	cm
Área da base do pistão:	19,32	cm <sup>2</sup>
Constante da prensa:	0,01	MPa/div

### CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

Nº Molde	1	82	54	89	46
Solo + Água + Molde (g)	8630	8930	9020	9340	9015
Peso Molde (g)	4775	4505	4750	4870	4725
Peso Solo + Água (g)	3855	4425	4270	4470	4290
Volume Molde (cm <sup>3</sup> )	1970	2123	1970	2050	1988
Dens. Solo Úmido (kg/m <sup>3</sup> )	1957	2084	2168	2180	2158
Dens. Solo Seco (kg/m <sup>3</sup> )	1769	1848	1886	1871	1823

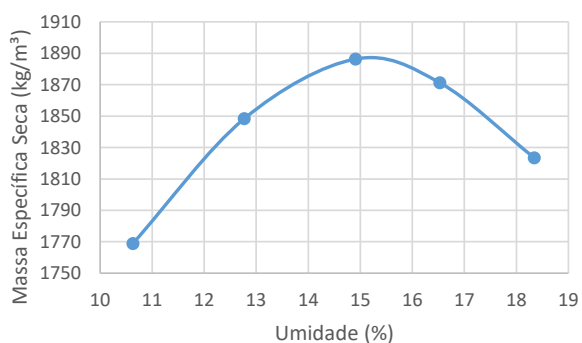
### CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

Nº Cápsula	64	75	60	36	88	67	44	23	101	38
P. Solo Úm.+ C. (g)	89,07	84,00	91,55	82,65	81,92	82,86	78,50	77,57	125,16	139,64
P. Solo S. + Cap. (g)	81,62	77,35	82,67	74,77	73,25	73,74	69,14	68,40	107,82	119,77
Peso Água (g)	7,45	6,65	8,88	7,88	8,67	9,12	9,36	9,17	17,34	19,87
Peso Cápsula (g)	13,33	13,08	13,30	12,90	14,25	13,43	12,77	12,66	12,45	12,38
P. Solo Seco (g)	68,29	64,27	69,37	61,87	59,00	60,31	56,37	55,74	95,37	107,39
Umidade (%)	10,91	10,35	12,80	12,74	14,69	15,12	16,60	16,45	18,18	18,50
Umid. Média (%)	10,63		12,77		14,91		16,53		18,34	

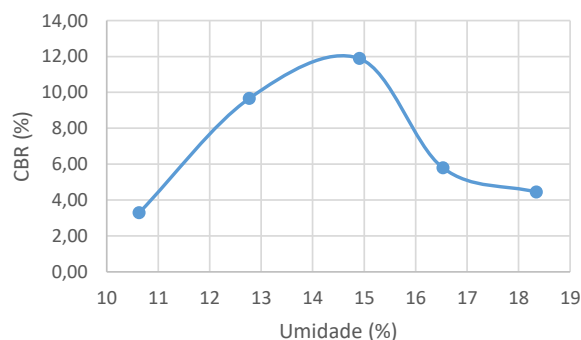
### RESUMO DOS RESULTADOS

Umidade Ótima (%)	15,0
Densidade Máxima (kg/m <sup>3</sup> )	1887
Expansão Média (%)	0,08
ISC/CBR Final (%)	11,9

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



**DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA**

Penet. 1 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	6	0,06	
1,25	12	0,12	
2,5	20	0,2	2,90
5	34	0,34	3,29
7,5	48	0,48	
10	54	0,54	

Penet. 2 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	23	0,23	
1,25	41	0,41	
2,5	65	0,65	9,42
5	100	1	9,66
7,5	126	1,26	
10	135	1,35	

Penet. 3 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	25	0,25	
1,25	52	0,52	
2,5	82	0,82	11,88
5	120	1,2	11,59
7,5	150	1,5	
10	157	1,57	

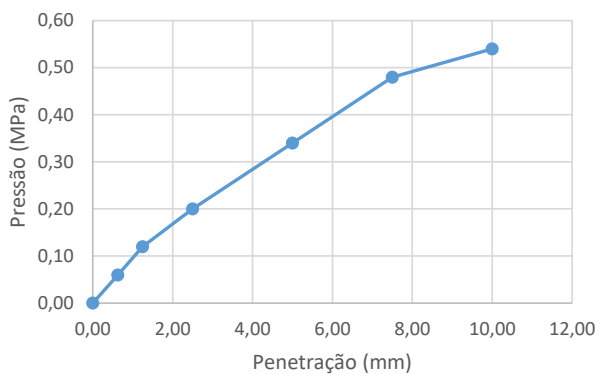
Penet. 4 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	8	0,08	
1,25	15	0,15	
2,5	28	0,28	4,06
5	60	0,6	5,80
7,5	87	0,87	
10	99	0,99	

Penet. 5 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	6	0,06	
1,25	12	0,12	
2,5	24	0,24	3,48
5	46	0,46	4,44
7,5	69	0,69	
10	83	0,83	

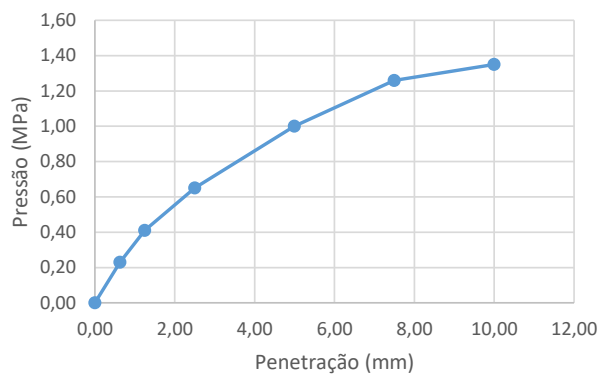
Ponto	Umidade	C.B.R.	Umidade	Dens. S.
	(%)	(%)	(%)	kg/m <sup>3</sup>
1	10,63	3,29	10,63	1769
82	12,77	9,66	12,77	1848
54	14,91	11,88	14,91	1886
89	16,53	5,80	16,53	1871
46	18,34	4,44	18,34	1823

ENSAIO DE EXPANSÃO					
Nº Molde	1	82	54	89	46
Leitura Inicial	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Leitura Final	3,16	3,13	3,07	3,05	3,04
L.Final - L.Inicial	0,16	0,13	0,07	0,05	0,04
Altura cilindro	11,40	11,40	11,40	11,40	12,90
(LF-LI) / Altura (%)	0,14	0,11	0,06	0,04	0,03
Média (%)	0,08				

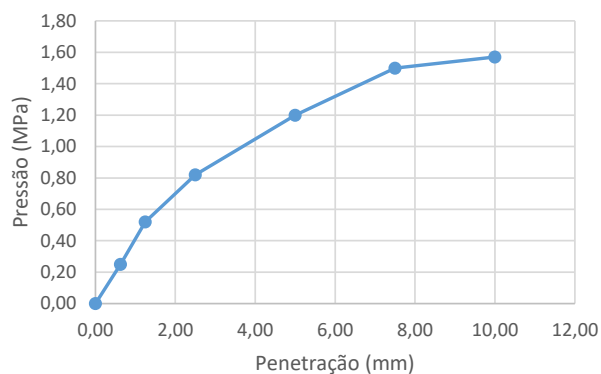
### Pressão x Penetração 1



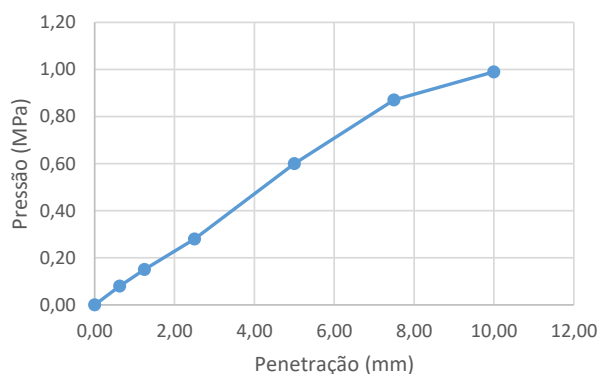
### Pressão x Penetração 2



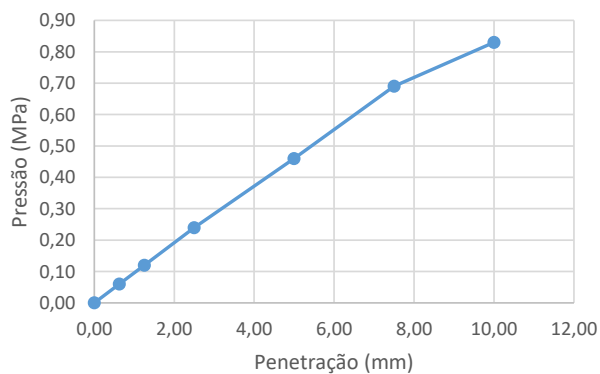
### Pressão x Penetração 3



### Pressão x Penetração 4



### Pressão x Penetração 5



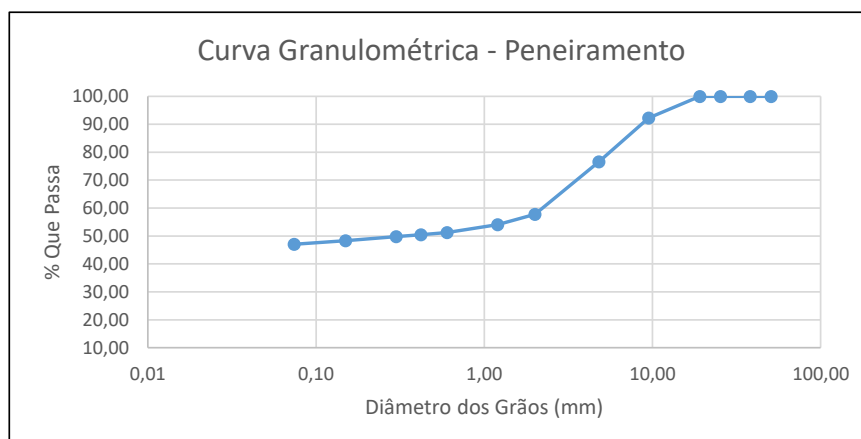


### ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

Local:	Condomínio Golden Green - Setor Habitacional Jardim Botânico	Ponto:	1
Data:	22/07/2021	Trecho:	

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA	
Número da Cápsula	96
Cápsula + Solo Úmido (g)	80,78
Cápsula + Solo Seco (g)	78,48
Peso da Cápsula (g)	13,31
Peso da Água (g)	2,3
Peso do Solo Seco (g)	65,17
Umidade Higroscópica (%)	3,53
Fator de Correção - 100 / 100 + w	0,97
DADOS DA AMOSTRA	
Amostra Total Úmida (g)	700,00
Pedregulho (g)	289,68
Amostra que Passa na #10 Úmida (g)	410,32
Amostra que Passa na #10 Seca (g)	396,33
Peso da Água (g)	13,99
Amostra Total Seca (g)	686,01
RESUMO DA GRANULOMETRIA	
Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%)	42,23
Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%)	7,34
Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%)	3,41
Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%)	47,03
Total (%)	100,00

PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL					
Peneira	Peso (g)	Abert. Peneira (mm)	Material Retido		% que Passa da Amostra Total
			% da Amostra Total	% Acumulada	
2"	0,00	50,80	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	38,10	0,00	0,00	100,00
1"	0,00	25,40	0,00	0,00	100,00
3/4"	0,00	19,10	0,00	0,00	100,00
3/8"	53,34	9,50	7,78	7,78	92,22
Nº 4	107,56	4,80	15,68	23,45	76,55
Nº10	128,78	2,00	18,77	42,23	57,77
Nº16	25,73	1,20	3,75	45,98	54,02
Nº30	19,37	0,60	2,82	48,80	51,20
Nº40	5,23	0,42	0,76	49,56	50,44
Nº50	4,82	0,30	0,70	50,27	49,73
Nº100	9,74	0,15	1,42	51,69	48,31
Nº200	8,81	0,07	1,28	52,97	47,03



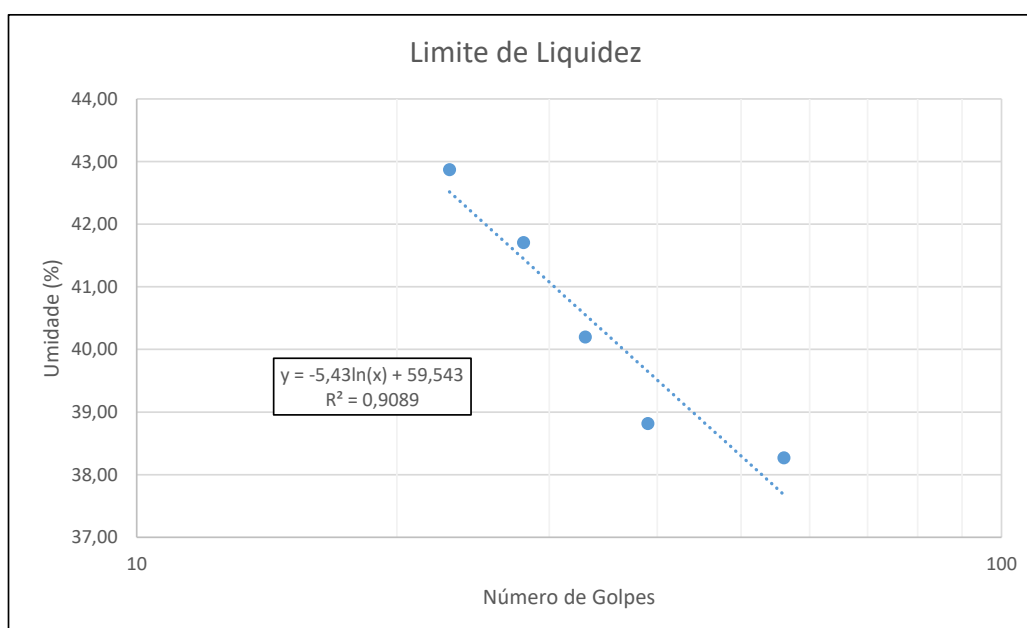
## LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

Local:	Condomínio Golden Green - Setor Habitacional Jardim Botânico			Ponto:	1
Data:	21/07/2021	Trecho:			

LIMITE DE LIQUIDEZ							
Nº Cápsula	Cápsula + Solo Úmido (g)	Cápsula + Solo Seco (g)	Cápsula (g)	Água (g)	Solo Seco (g)	Nº de Golpes	Umidade (%)
24	29,35	24,49	11,79	4,86	12,70	56	38,27
51	27,45	22,54	9,89	4,91	12,65	39	38,81
44	29,16	24,24	12,00	4,92	12,24	33	40,20
25	30,22	24,54	10,92	5,68	13,62	28	41,70
46	27,48	22,46	10,75	5,02	11,71	23	42,87

LIMITE DE PLASTICIDADE							
Nº Cápsula	Cápsula + Solo Úmido (g)	Cápsula + Solo Seco (g)	Cápsula (g)	Água (g)	Solo Seco (g)	Umidade (%)	Limite de Plast. (%)
78	9,04	8,46	6,35	0,58	2,11	27,49	27,6
134	8,08	7,54	5,63	0,54	1,91	28,27	
68	10,60	10,11	8,27	0,49	1,84	26,63	
106	8,24	7,70	5,83	0,54	1,87	28,88	
113	8,36	7,79	5,65	0,57	2,14	26,64	

RESULTADOS	
Limite de Liquidez (%)	42,1
Limite de Plasticidade (%)	27,6
Índice de Plasticidade (%)	14,5



## ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

Local:	Condomínio Golden Green - Setor Habitacional Jardim Botânico			Ponto:	2
Data:	22/07/2021	Energia:	NORMAL		

### DADOS DO ENSAIO

Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm:	6,9	MPa
Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm:	10,35	MPa
Diâmetro da base do pistão:	4,96	cm
Área da base do pistão:	19,32	cm <sup>2</sup>
Constante da prensa:	0,01	MPa/div

### CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

Nº Molde	11	33	5	55	12
Solo + Água + Molde (g)	8750	8775	8590	8660	8950
Peso Molde (g)	4950	4770	4455	4375	4680
Peso Solo + Água (g)	3800	4005	4135	4285	4270
Volume Molde (cm <sup>3</sup> )	1988	2015	2015	2050	1988
Dens. Solo Úmido (kg/m <sup>3</sup> )	1911	1988	2052	2090	2148
Dens. Solo Seco (kg/m <sup>3</sup> )	1750	1772	1786	1790	1780

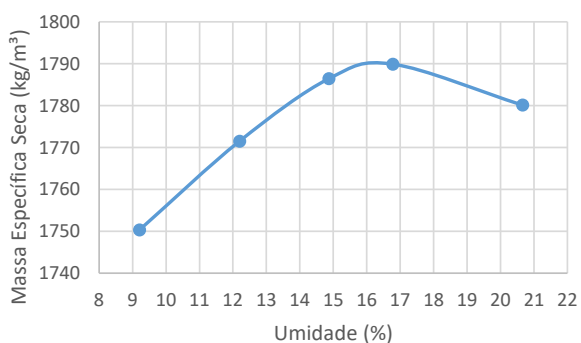
### CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

Nº Cápsula	97	61	95	51	50	18	53	86	84	39
P. Solo Úm. + C. (g)	82,55	92,49	93,50	81,54	95,63	89,16	84,11	80,93	83,20	90,60
P. Solo S. + Cap. (g)	76,84	85,60	84,81	73,96	84,93	79,22	73,89	70,96	71,38	77,05
Peso Água (g)	5,71	6,89	8,69	7,58	10,70	9,94	10,22	9,97	11,82	13,55
Peso Cápsula (g)	13,62	12,15	13,48	11,89	12,50	12,82	10,72	13,60	13,54	12,17
P. Solo Seco (g)	63,22	73,45	71,33	62,07	72,43	66,40	63,17	57,36	57,84	64,88
Umidade (%)	9,03	9,38	12,18	12,21	14,77	14,97	16,18	17,38	20,44	20,88
Umid. Média (%)	9,21		12,20		14,87		16,78		20,66	

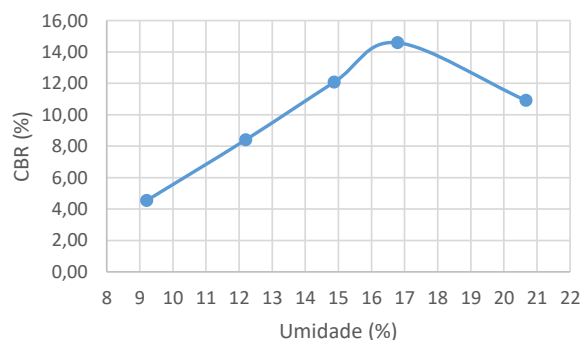
### RESUMO DOS RESULTADOS

Umidade Ótima (%)	16,1
Densidade Máxima (kg/m <sup>3</sup> )	1791
Expansão Média (%)	0,25
ISC/CBR Final (%)	14,0

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



**DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA**

Penet. 1 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	7	0,07	
1,25	14	0,14	
2,5	26	0,26	3,77
5	47	0,47	4,54
7,5	67	0,67	
10	80	0,8	

Penet. 2 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	16	0,16	
1,25	30	0,3	
2,5	54	0,54	7,83
5	87	0,87	8,41
7,5	116	1,16	
10	135	1,35	

Penet. 3 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	20	0,2	
1,25	40	0,4	
2,5	75	0,75	10,87
5	125	1,25	12,08
7,5	161	1,61	
10	183	1,83	

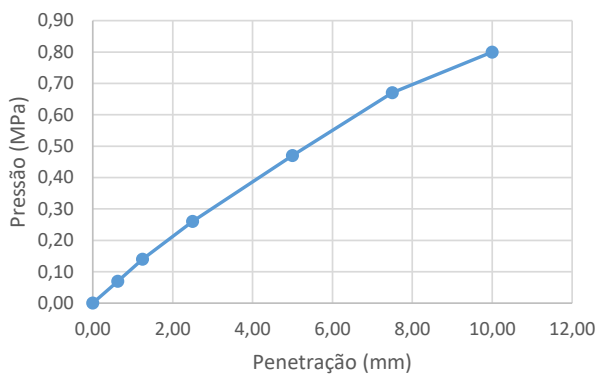
Penet. 4 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	28	0,28	
1,25	54	0,54	
2,5	96	0,96	13,91
5	151	1,51	14,59
7,5	188	1,88	
10	215	2,15	

Penet. 5 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	12	0,12	
1,25	26	0,26	
2,5	56	0,56	8,12
5	113	1,13	10,92
7,5	163	1,63	
10	205	2,05	

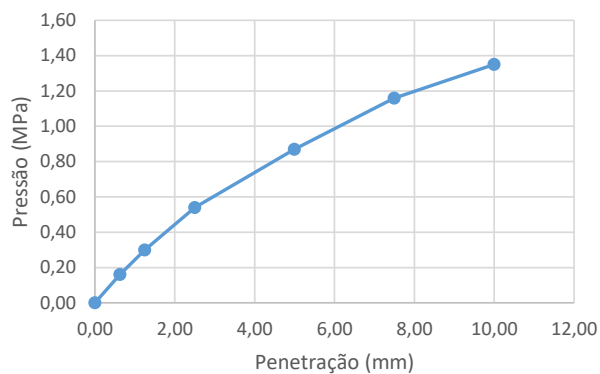
Ponto	Umidade	C.B.R.	Umidade	Dens. S.
	(%)	(%)	(%)	kg/m <sup>3</sup>
11	9,21	4,54	9,21	1750
33	12,20	8,41	12,20	1772
5	14,87	12,08	14,87	1786
55	16,78	14,59	16,78	1790
12	20,66	10,92	20,66	1780

ENSAIO DE EXPANSÃO					
Nº Molde	11	33	5	55	12
Leitura Inicial	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Leitura Final	3,41	3,36	3,30	3,20	3,17
L.Final - L.Inicial	0,41	0,36	0,30	0,20	0,17
Altura cilindro	11,40	11,40	11,40	11,40	12,90
(LF-LI) / Altura (%)	0,36	0,32	0,26	0,18	0,13
Média (%)	0,25				

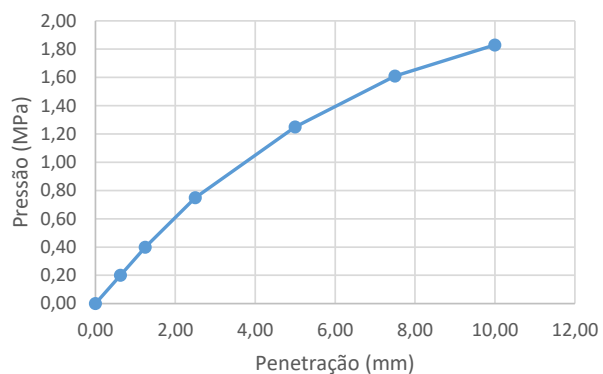
Pressão x Penetração 1



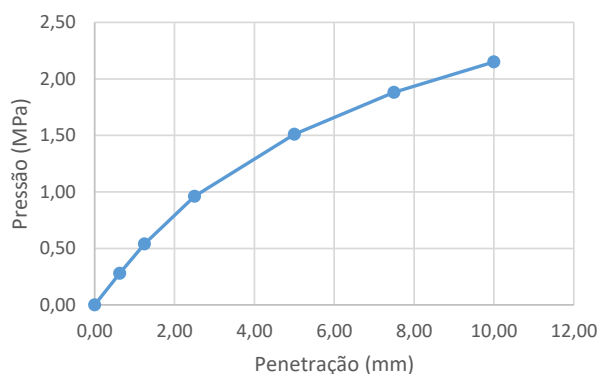
Pressão x Penetração 2



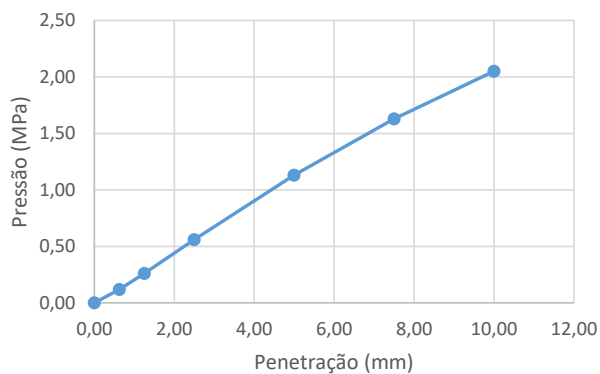
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

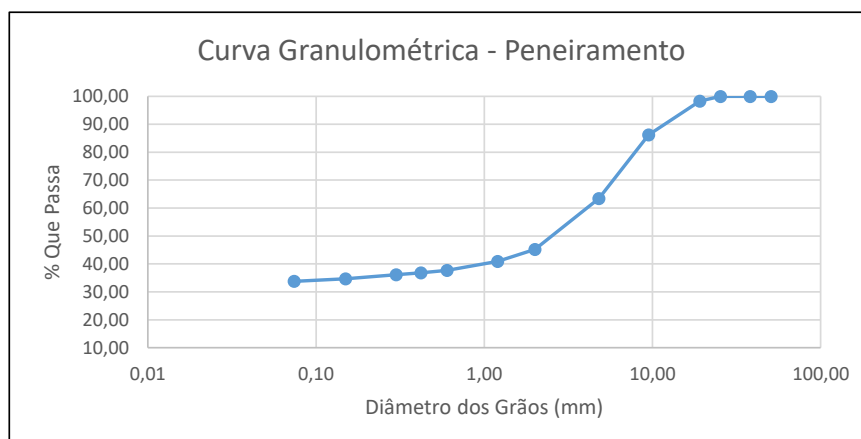


### ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

Local:	Condomínio Golden Green - Setor Habitacional Jardim Botânico	Ponto:	2
Data:	22/07/2021	Trecho:	

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA	
Número da Cápsula	73
Cápsula + Solo Úmido (g)	87,39
Cápsula + Solo Seco (g)	85,14
Peso da Cápsula (g)	12,15
Peso da Água (g)	2,25
Peso do Solo Seco (g)	72,99
Umidade Higroscópica (%)	3,08
Fator de Correção - 100 / 100 + w	0,97
DADOS DA AMOSTRA	
Amostra Total Úmida (g)	700,00
Pedregulho (g)	378,06
Amostra que Passa na #10 Úmida (g)	321,94
Amostra que Passa na #10 Seca (g)	312,31
Peso da Água (g)	9,63
Amostra Total Seca (g)	690,37
RESUMO DA GRANULOMETRIA	
Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%)	54,76
Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%)	8,39
Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%)	3,10
Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%)	33,75
Total (%)	100,00

PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL					
Peneira	Peso (g)	Abert. Peneira (mm)	Material Retido		% que Passa da Amostra Total
			% da Amostra Total	% Acumulada	
2"	0,00	50,80	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	38,10	0,00	0,00	100,00
1"	0,00	25,40	0,00	0,00	100,00
3/4"	11,60	19,10	1,68	1,68	98,32
3/8"	83,73	9,50	12,13	13,81	86,19
Nº 4	157,14	4,80	22,76	36,57	63,43
Nº10	125,59	2,00	18,19	54,76	45,24
Nº16	30,07	1,20	4,36	59,12	40,88
Nº30	22,13	0,60	3,21	62,32	37,68
Nº40	5,69	0,42	0,82	63,15	36,85
Nº50	4,95	0,30	0,72	63,86	36,14
Nº100	10,10	0,15	1,46	65,33	34,67
Nº200	6,36	0,07	0,92	66,25	33,75



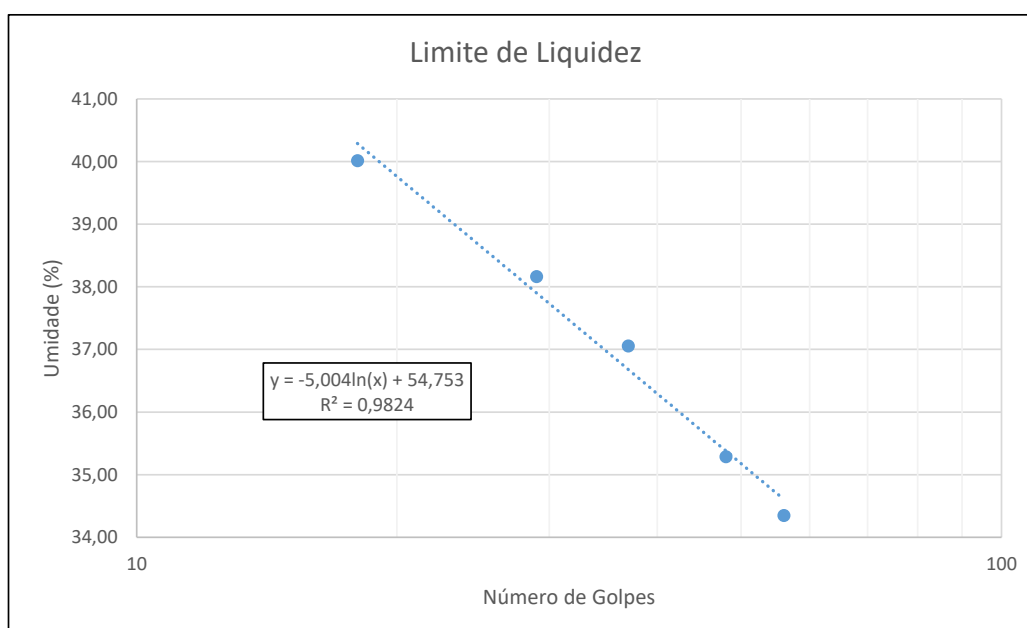
## LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

Local:	Condomínio Golden Green - Setor Habitacional Jardim Botânico		Ponto:	2
Data:	21/07/2021	Trecho:		

LIMITE DE LIQUIDEZ							
Nº Cápsula	Cápsula + Solo Úmido (g)	Cápsula + Solo Seco (g)	Cápsula (g)	Água (g)	Solo Seco (g)	Nº de Golpes	Umidade (%)
37	28,25	24,29	12,76	3,96	11,53	56	34,35
34	29,35	25,01	12,71	4,34	12,30	48	35,28
12	26,22	22,17	11,24	4,05	10,93	37	37,05
42	28,38	23,35	10,17	5,03	13,18	29	38,16
35	30,81	25,06	10,69	5,75	14,37	18	40,01

LIMITE DE PLASTICIDADE							
Nº Cápsula	Cápsula + Solo Úmido (g)	Cápsula + Solo Seco (g)	Cápsula (g)	Água (g)	Solo Seco (g)	Umidade (%)	Limite de Plast. (%)
86	8,77	8,10	5,69	0,67	2,41	27,80	29,8
71	12,27	11,56	9,19	0,71	2,37	29,96	
85	8,44	7,78	5,60	0,66	2,18	30,28	
57	9,13	8,33	5,76	0,80	2,57	31,13	
126	8,43	7,83	5,83	0,60	2,00	30,00	

RESULTADOS	
Limite de Liquidez (%)	38,6
Limite de Plasticidade (%)	29,8
Índice de Plasticidade (%)	8,8



## ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

Local:	Condomínio Golden Green - Setor Habitacional Jardim Botânico	Ponto:	3
Data:	22/07/2021	Energia:	NORMAL

### DADOS DO ENSAIO

Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm:	6,9	MPa
Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm:	10,35	MPa
Diâmetro da base do pistão:	4,96	cm
Área da base do pistão:	19,32	cm <sup>2</sup>
Constante da prensa:	0,01	MPa/div

### CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

Nº Molde	23	94	37	25	74
Solo + Água + Molde (g)	8650	8790	8940	9875	8765
Peso Molde (g)	4880	4855	4745	5515	4310
Peso Solo + Água (g)	3770	3935	4195	4360	4455
Volume Molde (cm <sup>3</sup> )	1988	1997	1970	2015	2069
Dens. Solo Úmido (kg/m <sup>3</sup> )	1896	1970	2129	2164	2153
Dens. Solo Seco (kg/m <sup>3</sup> )	1735	1770	1842	1841	1784

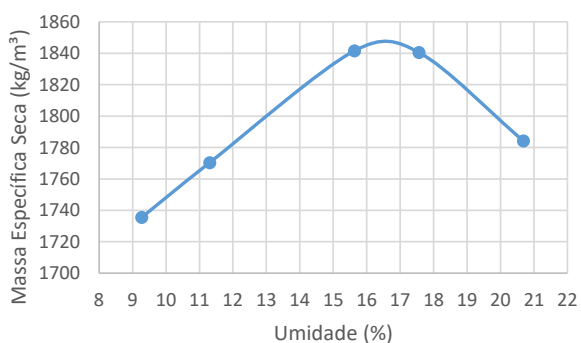
### CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

Nº Cápsula	32	28	79	43	87	47	62	1	74	24
P. Solo Úm. + C. (g)	94,74	95,95	102,58	82,39	89,32	91,42	75,75	76,31	106,32	111,79
P. Solo S. + Cap. (g)	87,76	88,87	93,48	75,24	79,20	80,55	66,25	66,69	90,31	94,59
Peso Água (g)	6,98	7,08	9,10	7,15	10,12	10,87	9,50	9,62	16,01	17,20
Peso Cápsula (g)	11,65	13,32	12,48	12,36	13,31	12,21	12,11	11,97	12,14	12,26
P. Solo Seco (g)	76,11	75,55	81,00	62,88	65,89	68,34	54,14	54,72	78,17	82,33
Umidade (%)	9,17	9,37	11,23	11,37	15,36	15,91	17,55	17,58	20,48	20,89
Umid. Média (%)	9,27		11,30		15,63		17,56		20,69	

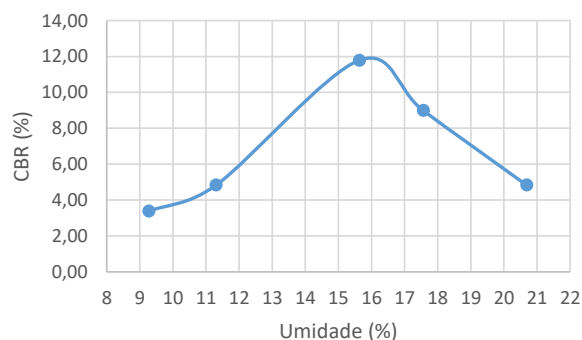
### RESUMO DOS RESULTADOS

Umidade Ótima (%)	16,3
Densidade Máxima (kg/m <sup>3</sup> )	1843
Expansão Média (%)	0,18
ISC/CBR Final (%)	11,6

**Densidade x Umidade**



**CBR x Umidade**





**DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA**

Penet. 1 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	6	0,06	
1,25	12	0,12	
2,5	23	0,23	3,33
5	35	0,35	3,38
7,5	46	0,46	
10	53	0,53	

Penet. 2 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	12	0,12	
1,25	20	0,2	
2,5	32	0,32	4,64
5	50	0,5	4,83
7,5	66	0,66	
10	80	0,8	

Penet. 3 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	21	0,21	
1,25	41	0,41	
2,5	74	0,74	10,72
5	122	1,22	11,79
7,5	166	1,66	
10	185	1,85	

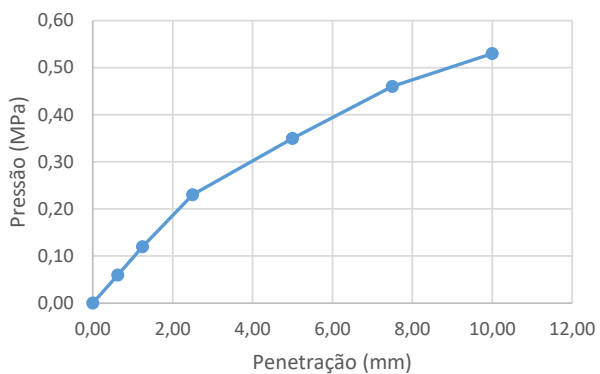
Penet. 4 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	13	0,13	
1,25	27	0,27	
2,5	49	0,49	7,10
5	93	0,93	8,99
7,5	138	1,38	
10	169	1,69	

Penet. 5 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	6	0,06	
1,25	13	0,13	
2,5	25	0,25	3,62
5	50	0,5	4,83
7,5	76	0,76	
10	87	0,87	

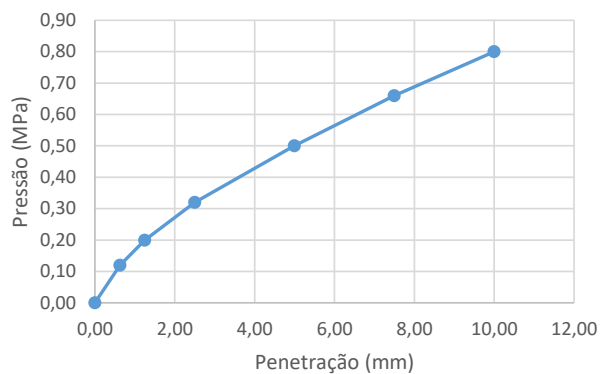
Ponto	Umidade	C.B.R.	Umidade	Dens. S.
	(%)	(%)	(%)	kg/m <sup>3</sup>
23	9,27	3,38	9,27	1735
94	11,30	4,83	11,30	1770
37	15,63	11,79	15,63	1842
25	17,56	8,99	17,56	1841
74	20,69	4,83	20,69	1784

ENSAIO DE EXPANSÃO					
Nº Molde	23	94	37	25	74
Leitura Inicial	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Leitura Final	3,55	3,35	3,05	3,06	3,02
L.Final - L.Inicial	0,55	0,35	0,05	0,06	0,02
Altura cilindro	11,40	11,40	11,40	11,40	12,90
(LF-LI) / Altura (%)	0,48	0,31	0,04	0,05	0,02
Média (%)	0,18				

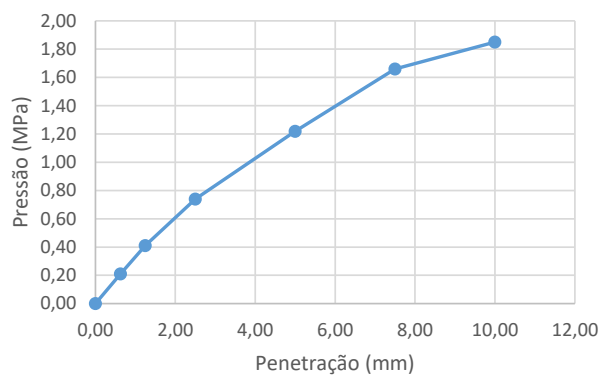
Pressão x Penetração 1



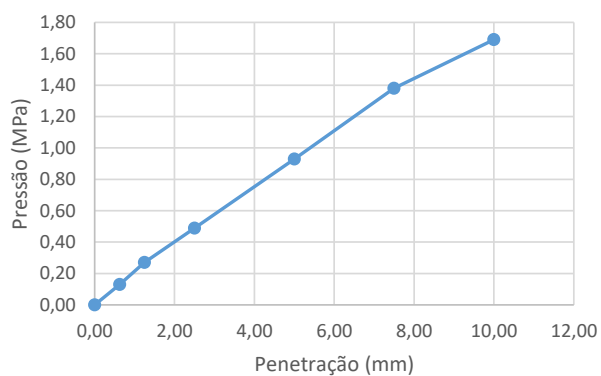
Pressão x Penetração 2



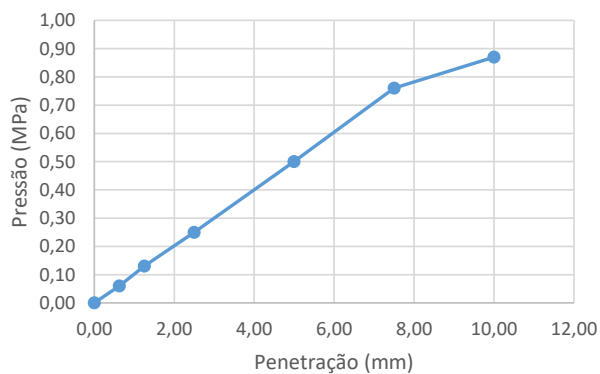
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

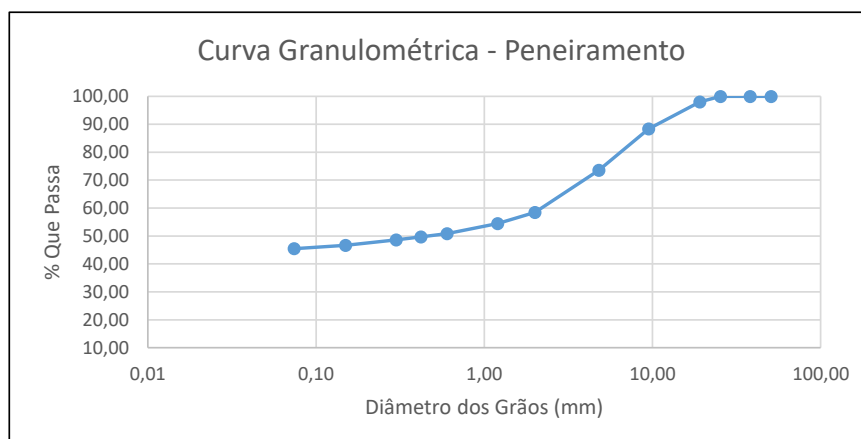


### ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

Local:	Condomínio Golden Green - Setor Habitacional Jardim Botânico	Ponto:	3
Data:	22/07/2021	Trecho:	

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA	
Número da Cápsula	58
Cápsula + Solo Úmido (g)	92,73
Cápsula + Solo Seco (g)	90,52
Peso da Cápsula (g)	14,23
Peso da Água (g)	2,21
Peso do Solo Seco (g)	76,29
Umidade Higroscópica (%)	2,90
Fator de Correção - 100 / 100 + w	0,97
DADOS DA AMOSTRA	
Amostra Total Úmida (g)	700,00
Pedregulho (g)	286,22
Amostra que Passa na #10 Úmida (g)	413,78
Amostra que Passa na #10 Seca (g)	402,13
Peso da Água (g)	11,65
Amostra Total Seca (g)	688,35
RESUMO DA GRANULOMETRIA	
Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%)	41,58
Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%)	8,78
Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%)	4,19
Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%)	45,45
Total (%)	100,00

PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL					
Peneira	Peso (g)	Abert. Peneira (mm)	Material Retido		% que Passa da Amostra Total
			% da Amostra Total	% Acumulada	
2"	0,00	50,80	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	38,10	0,00	0,00	100,00
1"	0,00	25,40	0,00	0,00	100,00
3/4"	13,53	19,10	1,97	1,97	98,03
3/8"	66,29	9,50	9,63	11,60	88,40
Nº 4	102,05	4,80	14,83	26,42	73,58
Nº10	104,35	2,00	15,16	41,58	58,42
Nº16	27,63	1,20	4,01	45,59	54,41
Nº30	24,74	0,60	3,59	49,19	50,81
Nº40	8,09	0,42	1,18	50,36	49,64
Nº50	6,94	0,30	1,01	51,37	48,63
Nº100	13,33	0,15	1,94	53,31	46,69
Nº200	8,57	0,07	1,25	54,55	45,45



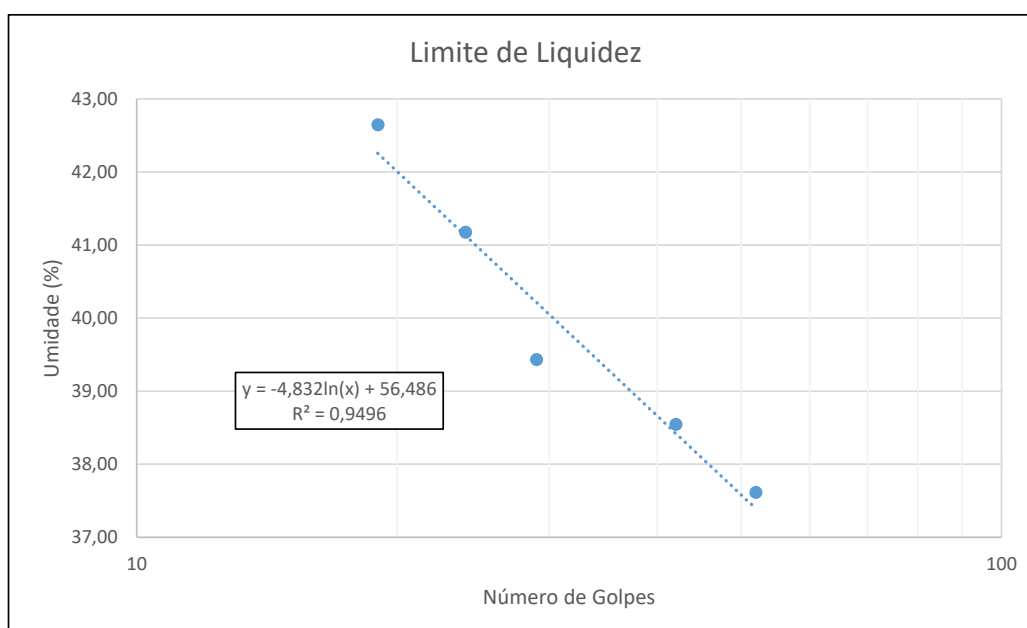
## LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

Local:	Condomínio Golden Green - Setor Habitacional Jardim Botânico			Ponto:	3
Data:	21/07/2021	Trecho:			

LIMITE DE LIQUIDEZ							
Nº Cápsula	Cápsula + Solo Úmido (g)	Cápsula + Solo Seco (g)	Cápsula (g)	Água (g)	Solo Seco (g)	Nº de Golpes	Umidade (%)
15	28,27	23,29	10,05	4,98	13,24	52	37,61
8	28,49	23,83	11,74	4,66	12,09	42	38,54
16	29,88	25,16	13,19	4,72	11,97	29	39,43
22	29,54	23,94	10,34	5,60	13,60	24	41,18
48	29,12	23,32	9,72	5,80	13,60	19	42,65

LIMITE DE PLASTICIDADE							
Nº Cápsula	Cápsula + Solo Úmido (g)	Cápsula + Solo Seco (g)	Cápsula (g)	Água (g)	Solo Seco (g)	Umidade (%)	Limite de Plast. (%)
69	8,64	8,04	6,12	0,60	1,92	31,25	31,1
81	8,01	7,42	5,53	0,59	1,89	31,22	
132	8,13	7,58	5,76	0,55	1,82	30,22	
122	8,44	7,87	5,98	0,57	1,89	30,16	
135	8,01	7,43	5,65	0,58	1,78	32,58	

RESULTADOS	
Limite de Liquidez (%)	40,9
Limite de Plasticidade (%)	31,1
Índice de Plasticidade (%)	9,8



## ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

Local:	Condomínio Golden Green - Setor Habitacional Jardim Botânico	Ponto:	4
Data:	22/07/2021	Energia:	NORMAL

### DADOS DO ENSAIO

Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm:	6,9	MPa
Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm:	10,35	MPa
Diâmetro da base do pistão:	4,96	cm
Área da base do pistão:	19,32	cm <sup>2</sup>
Constante da prensa:	0,01	MPa/div

### CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

Nº Molde	2	39	30	48	32
Solo + Água + Molde (g)	8590	9560	8855	9085	9025
Peso Molde (g)	4710	5540	4730	4880	4750
Peso Solo + Água (g)	3880	4020	4125	4205	4275
Volume Molde (cm <sup>3</sup> )	1988	1988	1988	1970	1988
Dens. Solo Úmido (kg/m <sup>3</sup> )	1952	2022	2075	2135	2150
Dens. Solo Seco (kg/m <sup>3</sup> )	1757	1775	1793	1805	1787

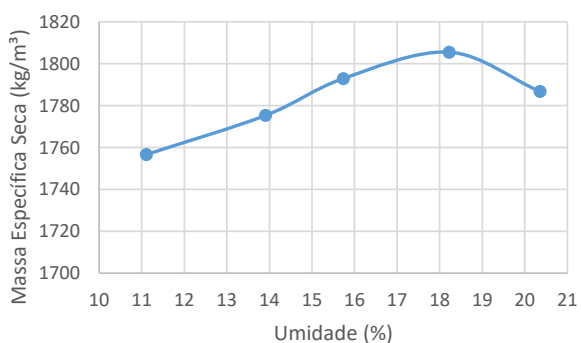
### CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

Nº Cápsula	93	25	76	70	83	59	57	71	55	100
P. Solo Úm. + C. (g)	86,96	85,85	87,29	81,53	87,70	82,18	93,86	81,95	88,25	81,76
P. Solo S. + Cap. (g)	79,42	78,70	78,18	73,18	77,49	72,56	81,41	71,16	75,61	70,27
Peso Água (g)	7,54	7,15	9,11	8,35	10,21	9,62	12,45	10,79	12,64	11,49
Peso Cápsula (g)	12,35	13,52	12,63	13,16	11,90	12,05	12,80	12,20	13,53	13,81
P. Solo Seco (g)	67,07	65,18	65,55	60,02	65,59	60,51	68,61	58,96	62,08	56,46
Umidade (%)	11,24	10,97	13,90	13,91	15,57	15,90	18,15	18,30	20,36	20,35
Umid. Média (%)	11,11		13,90		15,73		18,22		20,36	

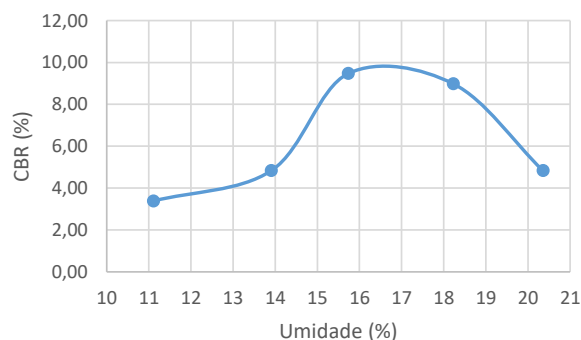
### RESUMO DOS RESULTADOS

Umidade Ótima (%)	18,2
Densidade Máxima (kg/m <sup>3</sup> )	1805
Expansão Média (%)	0,27
ISC/CBR Final (%)	9,0

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



**DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA**

Penet. 1 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	6	0,06	
1,25	12	0,12	
2,5	23	0,23	3,33
5	35	0,35	3,38
7,5	46	0,46	
10	53	0,53	

Penet. 2 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	12	0,12	
1,25	20	0,2	
2,5	32	0,32	4,64
5	50	0,5	4,83
7,5	66	0,66	
10	80	0,8	

Penet. 3 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	17	0,17	
1,25	33	0,33	
2,5	59	0,59	8,55
5	98	0,98	9,47
7,5	133	1,33	
10	148	1,48	

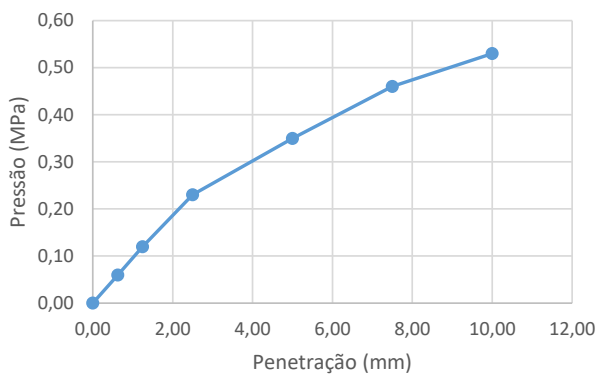
Penet. 4 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	13	0,13	
1,25	27	0,27	
2,5	49	0,49	7,10
5	93	0,93	8,99
7,5	138	1,38	
10	169	1,69	

Penet. 5 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	6	0,06	
1,25	13	0,13	
2,5	25	0,25	3,62
5	50	0,5	4,83
7,5	76	0,76	
10	87	0,87	

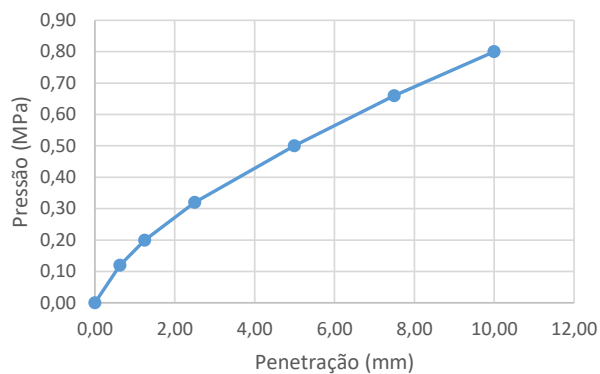
Ponto	Umidade	C.B.R.	Umidade	Dens. S.
	(%)	(%)	(%)	kg/m <sup>3</sup>
2	11,11	3,38	11,11	1757
39	13,90	4,83	13,90	1775
30	15,73	9,47	15,73	1793
48	18,22	8,99	18,22	1805
32	20,36	4,83	20,36	1787

ENSAIO DE EXPANSÃO					
Nº Molde	2	39	30	48	32
Leitura Inicial	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Leitura Final	3,59	3,40	3,27	3,15	3,13
L.Final - L.Inicial	0,59	0,40	0,27	0,15	0,13
Altura cilindro	11,40	11,40	11,40	11,40	12,90
(LF-LI) / Altura (%)	0,52	0,35	0,24	0,13	0,10
Média (%)	0,27				

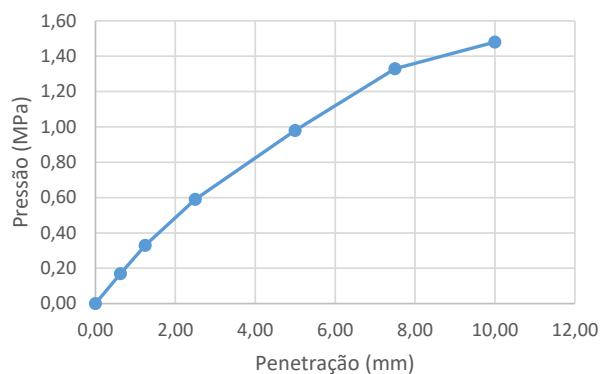
Pressão x Penetração 1



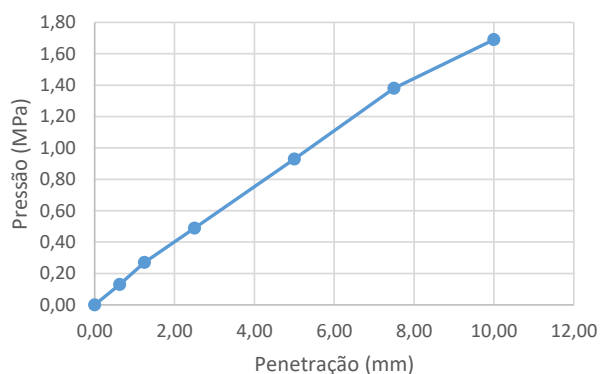
Pressão x Penetração 2



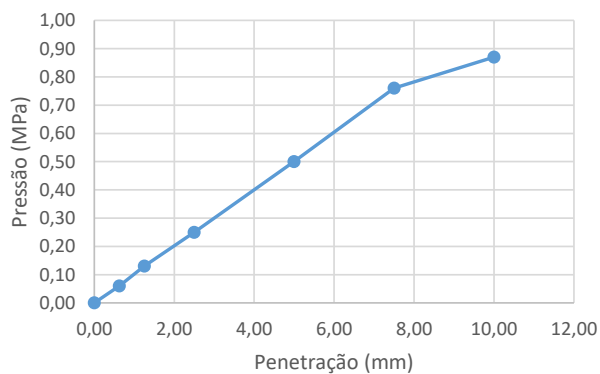
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

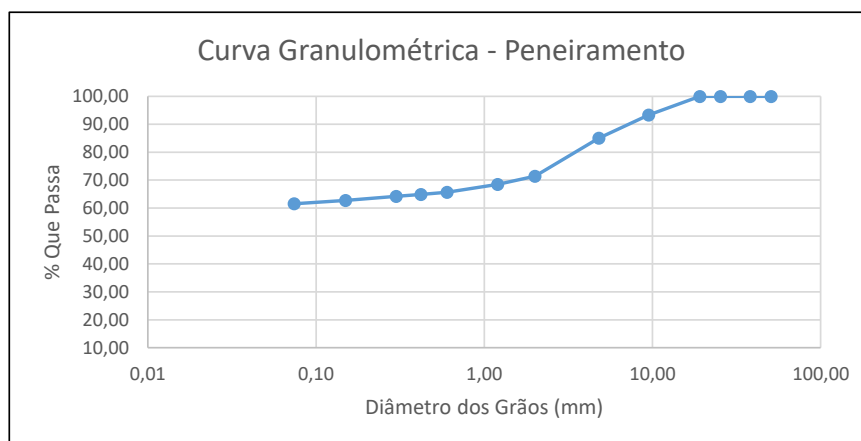


### ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

Local:	Condomínio Golden Green - Setor Habitacional Jardim Botânico		Ponto:	4
Data:	22/07/2021	Trecho:		

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA	
Número da Cápsula	8
Cápsula + Solo Úmido (g)	91,49
Cápsula + Solo Seco (g)	90,36
Peso da Cápsula (g)	11,73
Peso da Água (g)	1,13
Peso do Solo Seco (g)	78,63
Umidade Higroscópica (%)	1,44
Fator de Correção - 100 / 100 + w	0,99
DADOS DA AMOSTRA	
Amostra Total Úmida (g)	700,00
Pedregulho (g)	198,39
Amostra que Passa na #10 Úmida (g)	501,61
Amostra que Passa na #10 Seca (g)	494,50
Peso da Água (g)	7,11
Amostra Total Seca (g)	692,89
RESUMO DA GRANULOMETRIA	
Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%)	28,63
Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%)	6,52
Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%)	3,31
Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%)	61,53
Total (%)	100,00

PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL					
Peneira	Peso (g)	Abert. Peneira (mm)	Material Retido		% que Passa da Amostra Total
			% da Amostra Total	% Acumulada	
2"	0,00	50,80	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	38,10	0,00	0,00	100,00
1"	0,00	25,40	0,00	0,00	100,00
3/4"	0,00	19,10	0,00	0,00	100,00
3/8"	46,22	9,50	6,67	6,67	93,33
Nº 4	57,29	4,80	8,27	14,94	85,06
Nº10	94,88	2,00	13,69	28,63	71,37
Nº16	20,29	1,20	2,93	31,56	68,44
Nº30	19,35	0,60	2,79	34,35	65,65
Nº40	5,56	0,42	0,80	35,16	64,84
Nº50	4,72	0,30	0,68	35,84	64,16
Nº100	9,85	0,15	1,42	37,26	62,74
Nº200	8,39	0,07	1,21	38,47	61,53





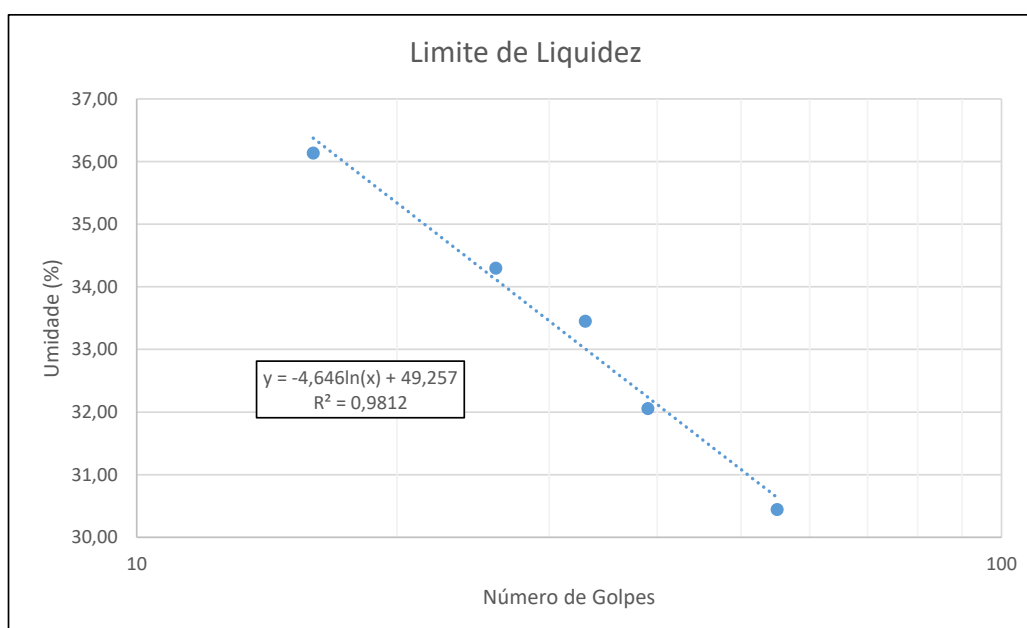
## LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

Local:	Condomínio Golden Green - Setor Habitacional Jardim Botânico			Ponto:	4
Data:	21/07/2021	Trecho:			

LIMITE DE LIQUIDEZ							
Nº Cápsula	Cápsula + Solo Úmido (g)	Cápsula + Solo Seco (g)	Cápsula (g)	Água (g)	Solo Seco (g)	Nº de Golpes	Umidade (%)
13	27,03	23,10	10,19	3,93	12,91	55	30,44
19	27,10	22,76	9,22	4,34	13,54	39	32,05
31	30,53	25,75	11,46	4,78	14,29	33	33,45
1	29,28	24,66	11,19	4,62	13,47	26	34,30
30	28,16	23,13	9,21	5,03	13,92	16	36,14

LIMITE DE PLASTICIDADE							
Nº Cápsula	Cápsula + Solo Úmido (g)	Cápsula + Solo Seco (g)	Cápsula (g)	Água (g)	Solo Seco (g)	Umidade (%)	Limite de Plast. (%)
							NP

RESULTADOS	
Limite de Liquidez (%)	34,3
Limite de Plasticidade (%)	NP
Índice de Plasticidade (%)	-



## ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

Local:	Condomínio Golden Green - Setor Habitacional Jardim Botânico	Ponto:	5
Data:	22/07/2021	Energia:	NORMAL

### DADOS DO ENSAIO

Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm:	6,9	MPa
Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm:	10,35	MPa
Diâmetro da base do pistão:	4,96	cm
Área da base do pistão:	19,32	cm <sup>2</sup>
Constante da prensa:	0,01	MPa/div

### CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

Nº Molde	21	8	83	15	16
Solo + Água + Molde (g)	8695	8960	9295	8975	8965
Peso Molde (g)	4745	4885	4620	4740	4655
Peso Solo + Água (g)	3950	4075	4675	4235	4310
Volume Molde (cm <sup>3</sup> )	2015	1988	2225	1997	2015
Dens. Solo Úmido (kg/m <sup>3</sup> )	1960	2050	2101	2121	2139
Dens. Solo Seco (kg/m <sup>3</sup> )	1790	1832	1844	1836	1822

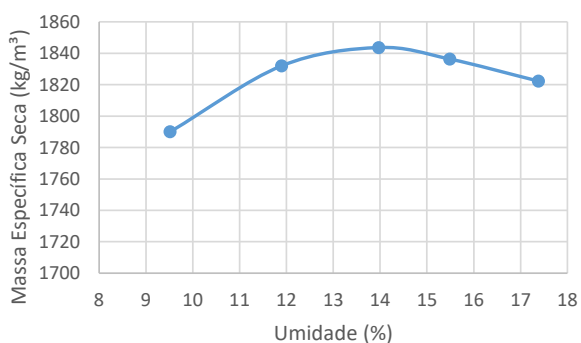
### CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

Nº Cápsula	21	27	20	63	12	29	81	13	92	66
P. Solo Úm. + C. (g)	89,04	89,40	89,22	83,84	85,90	86,29	88,93	99,53	125,06	136,00
P. Solo S. + Cap. (g)	82,38	82,78	81,35	76,06	77,00	77,10	78,67	88,00	108,33	118,00
Peso Água (g)	6,66	6,62	7,87	7,78	8,90	9,19	10,26	11,53	16,73	18,00
Peso Cápsula (g)	13,34	12,23	13,90	11,86	12,39	12,19	12,61	13,31	12,43	14,01
P. Solo Seco (g)	69,04	70,55	67,45	64,20	64,61	64,91	66,06	74,69	95,90	103,99
Umidade (%)	9,65	9,38	11,67	12,12	13,77	14,16	15,53	15,44	17,45	17,31
Umid. Média (%)	9,51		11,89		13,97		15,48		17,38	

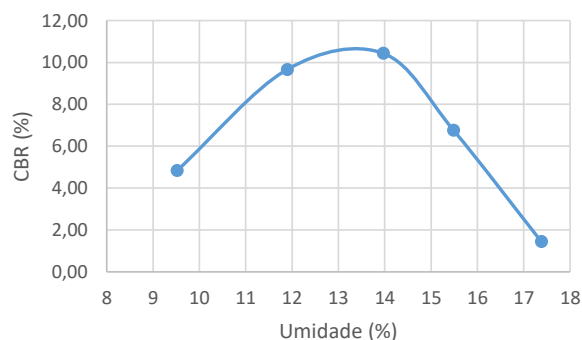
### RESUMO DOS RESULTADOS

Umidade Ótima (%)	14,0
Densidade Máxima (kg/m <sup>3</sup> )	1844
Expansão Média (%)	0,08
ISC/CBR Final (%)	10,4

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



**DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA**

Penet. 1 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	10	0,1	
1,25	19	0,19	
2,5	30	0,3	4,35
5	50	0,5	4,83
7,5	67	0,67	
10	75	0,75	

Penet. 2 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	22	0,22	
1,25	38	0,38	
2,5	65	0,65	9,42
5	100	1	9,66
7,5	128	1,28	
10	140	1,4	

Penet. 3 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	16	0,16	
1,25	32	0,32	
2,5	61	0,61	8,84
5	108	1,08	10,43
7,5	149	1,49	
10	171	1,71	

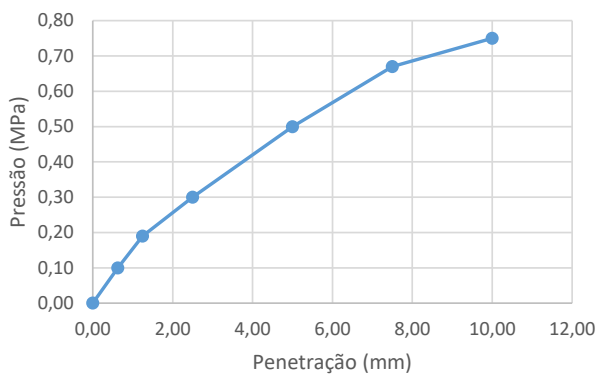
Penet. 4 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	8	0,08	
1,25	17	0,17	
2,5	34	0,34	4,93
5	70	0,7	6,76
7,5	105	1,05	
10	130	1,3	

Penet. 5 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	2	0,02	
1,25	4	0,04	
2,5	8	0,08	1,16
5	15	0,15	1,45
7,5	23	0,23	
10	27	0,27	

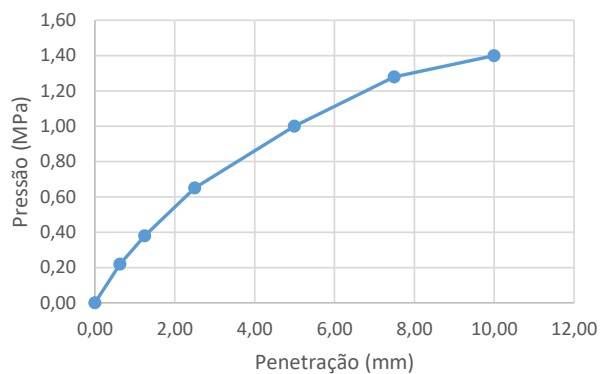
Ponto	Umidade	C.B.R.	Umidade	Dens. S.
	(%)	(%)	(%)	kg/m <sup>3</sup>
21	9,51	4,83	9,51	1790
8	11,89	9,66	11,89	1832
83	13,97	10,43	13,97	1844
15	15,48	6,76	15,48	1836
16	17,38	1,45	17,38	1822

ENSAIO DE EXPANSÃO					
Nº Molde	21	8	83	15	16
Leitura Inicial	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Leitura Final	3,16	3,12	3,10	3,04	3,03
L.Final - L.Inicial	0,16	0,12	0,10	0,04	0,03
Altura cilindro	11,40	11,40	11,40	11,40	12,90
(LF-LI) / Altura (%)	0,14	0,11	0,09	0,04	0,02
Média (%)	0,08				

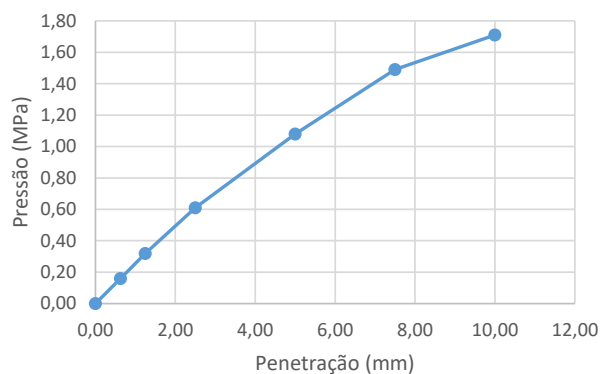
Pressão x Penetração 1



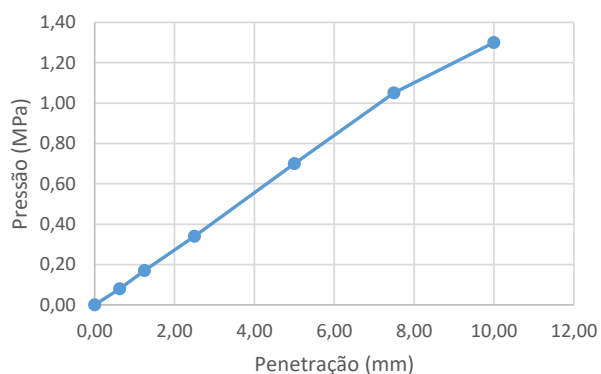
Pressão x Penetração 2



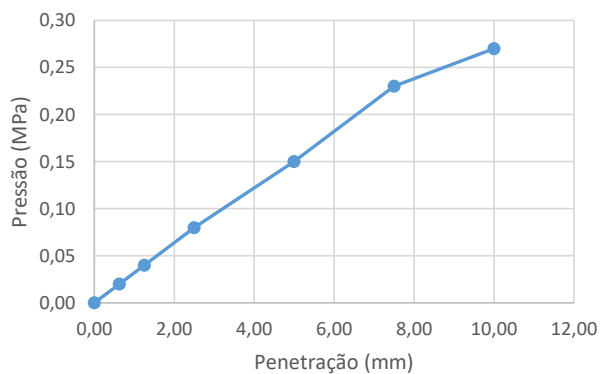
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

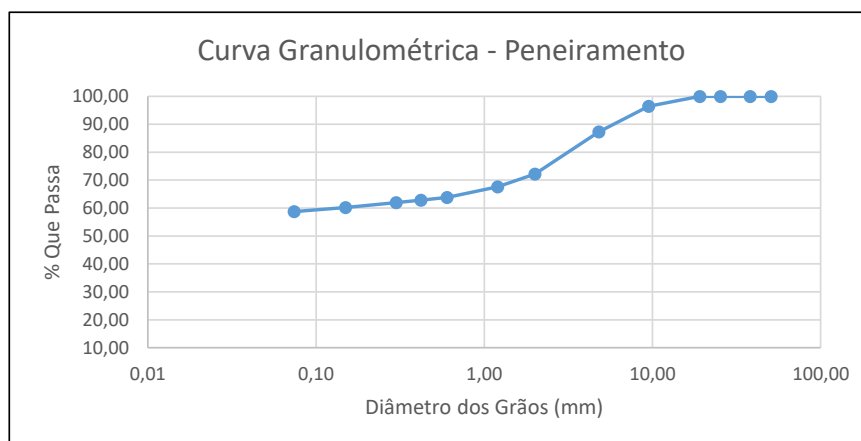


### ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

Local:	Condomínio Golden Green - Setor Habitacional Jardim Botânico	Ponto:	5
Data:	22/07/2021	Trecho:	

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA	
Número da Cápsula	22
Cápsula + Solo Úmido (g)	91,98
Cápsula + Solo Seco (g)	91,04
Peso da Cápsula (g)	12,53
Peso da Água (g)	0,94
Peso do Solo Seco (g)	78,51
Umidade Higroscópica (%)	1,20
Fator de Correção - 100 / 100 + w	0,99
DADOS DA AMOSTRA	
Amostra Total Úmida (g)	700,00
Pedregulho (g)	192,92
Amostra que Passa na #10 Úmida (g)	507,08
Amostra que Passa na #10 Seca (g)	501,08
Peso da Água (g)	6,00
Amostra Total Seca (g)	694,00
RESUMO DA GRANULOMETRIA	
Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%)	27,80
Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%)	9,39
Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%)	4,10
Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%)	58,72
Total (%)	100,00

PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL					
Peneira	Peso (g)	Abert. Peneira (mm)	Material Retido		% que Passa da Amostra Total
			% da Amostra Total	% Acumulada	
2"	0,00	50,80	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	38,10	0,00	0,00	100,00
1"	0,00	25,40	0,00	0,00	100,00
3/4"	0,00	19,10	0,00	0,00	100,00
3/8"	25,00	9,50	3,60	3,60	96,40
Nº 4	62,96	4,80	9,07	12,67	87,33
Nº10	104,96	2,00	15,12	27,80	72,20
Nº16	31,77	1,20	4,58	32,38	67,62
Nº30	26,81	0,60	3,86	36,24	63,76
Nº40	6,57	0,42	0,95	37,19	62,81
Nº50	5,99	0,30	0,86	38,05	61,95
Nº100	12,16	0,15	1,75	39,80	60,20
Nº200	10,27	0,07	1,48	41,28	58,72



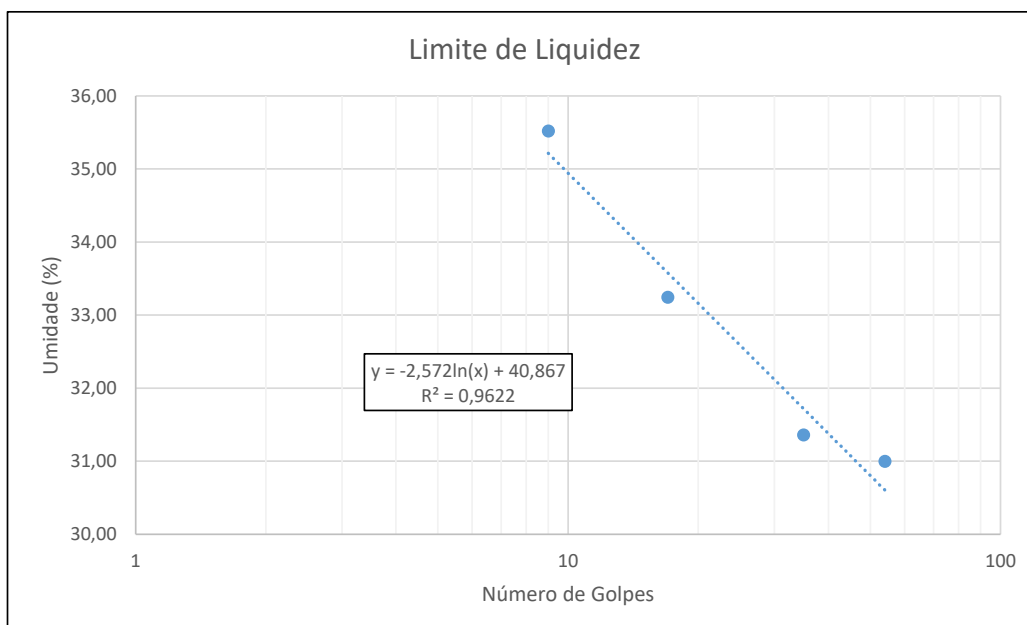
## LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

Local:	Condomínio Golden Green - Setor Habitacional Jardim Botânico			Ponto:	5
Data:	21/07/2021	Trecho:			

LIMITE DE LIQUIDEZ							
Nº Cápsula	Cápsula + Solo Úmido (g)	Cápsula + Solo Seco (g)	Cápsula (g)	Água (g)	Solo Seco (g)	Nº de Golpes	Umidade (%)
40	30,87	26,49	12,36	4,38	14,13	54	31,00
7	28,50	24,21	10,53	4,29	13,68	35	31,36
4	26,10	22,34	11,03	3,76	11,31	17	33,24
26	29,48	24,71	11,28	4,77	13,43	9	35,52

LIMITE DE PLASTICIDADE							
Nº Cápsula	Cápsula + Solo Úmido (g)	Cápsula + Solo Seco (g)	Cápsula (g)	Água (g)	Solo Seco (g)	Umidade (%)	Limite de Plast. (%)
							NP

RESULTADOS	
Limite de Liquidez (%)	32,6
Limite de Plasticidade (%)	NP
Índice de Plasticidade (%)	-



## ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

Local:	Condomínio Golden Green - Setor Habitacional Jardim Botânico			Ponto:	6
Data:	22/07/2021	Energia:	NORMAL		

### DADOS DO ENSAIO

Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm:	6,9	MPa
Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm:	10,35	MPa
Diâmetro da base do pistão:	4,96	cm
Área da base do pistão:	19,32	cm <sup>2</sup>
Constante da prensa:	0,01	MPa/div

### CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

Nº Molde	88	86	31	29	62
Solo + Água + Molde (g)	8225	8680	8870	8925	8920
Peso Molde (g)	4270	4495	4770	4745	4430
Peso Solo + Água (g)	3955	4185	4100	4180	4490
Volume Molde (cm <sup>3</sup> )	2059	2123	1988	1988	2123
Dens. Solo Úmido (kg/m <sup>3</sup> )	1921	1971	2062	2103	2115
Dens. Solo Seco (kg/m <sup>3</sup> )	1725	1747	1780	1784	1763

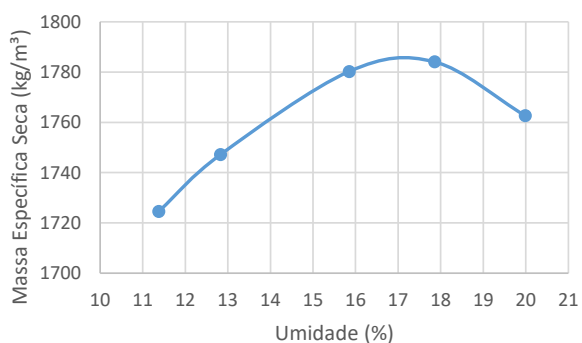
### CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

Nº Cápsula	26	77	102	10	37	40	54	2	35	3
P. Solo Úm. + C. (g)	92,71	84,95	84,46	85,66	81,14	74,82	71,86	84,60	83,72	85,23
P. Solo S. + Cap. (g)	84,55	77,62	76,30	77,25	71,68	66,25	62,82	73,54	71,92	73,30
Peso Água (g)	8,16	7,33	8,16	8,41	9,46	8,57	9,04	11,06	11,80	11,93
Peso Cápsula (g)	13,05	13,01	12,06	12,31	11,59	12,53	11,59	12,32	12,67	13,82
P. Solo Seco (g)	71,50	64,61	64,24	64,94	60,09	53,72	51,23	61,22	59,25	59,48
Umidade (%)	11,41	11,34	12,70	12,95	15,74	15,95	17,65	18,07	19,92	20,06
Umid. Média (%)	11,38		12,83		15,85		17,86		19,99	

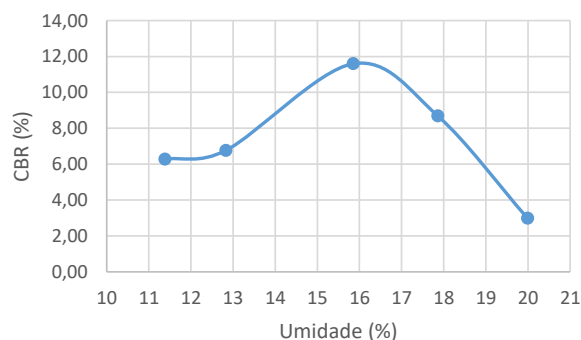
### RESUMO DOS RESULTADOS

Umidade Ótima (%)	17,1
Densidade Máxima (kg/m <sup>3</sup> )	1786
Expansão Média (%)	0,22
ISC/CBR Final (%)	10,6

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



**DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA**

Penet. 1 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	14	0,14	
1,25	24	0,24	
2,5	40	0,4	5,80
5	65	0,65	6,28
7,5	82	0,82	
10	93	0,93	

Penet. 2 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	14	0,14	
1,25	24	0,24	
2,5	41	0,41	5,94
5	70	0,7	6,76
7,5	91	0,91	
10	103	1,03	

Penet. 3 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	25	0,25	
1,25	48	0,48	
2,5	77	0,77	11,16
5	120	1,2	11,59
7,5	152	1,52	
10	169	1,69	

Penet. 4 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	13	0,13	
1,25	25	0,25	
2,5	48	0,48	6,96
5	90	0,9	8,70
7,5	125	1,25	
10	149	1,49	

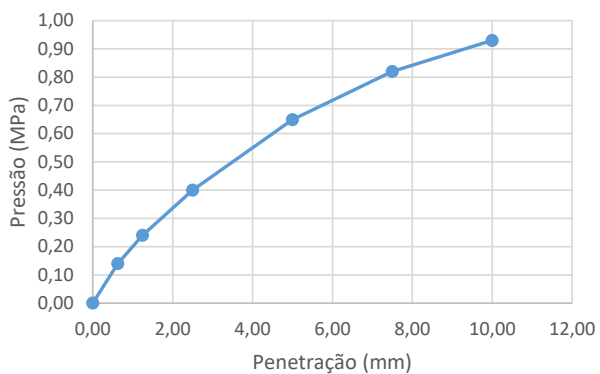
Penet. 5 (mm)	Leitura (div)	Pressão Calculada (MPa)	CBR (%)
0	0	0	
0,63	4	0,04	
1,25	8	0,08	
2,5	16	0,16	2,32
5	31	0,31	3,00
7,5	45	0,45	
10	52	0,52	

Ponto	Umidade	C.B.R.	Umidade	Dens. S.
	(%)	(%)	(%)	kg/m <sup>3</sup>
88	11,38	6,28	11,38	1725
86	12,83	6,76	12,83	1747
31	15,85	11,59	15,85	1780
29	17,86	8,70	17,86	1784
62	19,99	3,00	19,99	1763

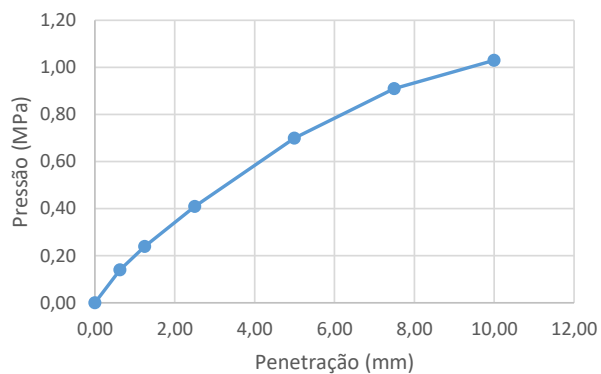
ENSAIO DE EXPANSÃO					
Nº Molde	88	86	31	29	62
Leitura Inicial	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Leitura Final	3,72	3,34	3,13	3,05	3,02
L.Final - L.Inicial	0,72	0,34	0,13	0,05	0,02
Altura cilindro	11,40	11,40	11,40	11,40	12,90
(LF-LI) / Altura (%)	0,63	0,30	0,11	0,04	0,02
Média (%)	0,22				



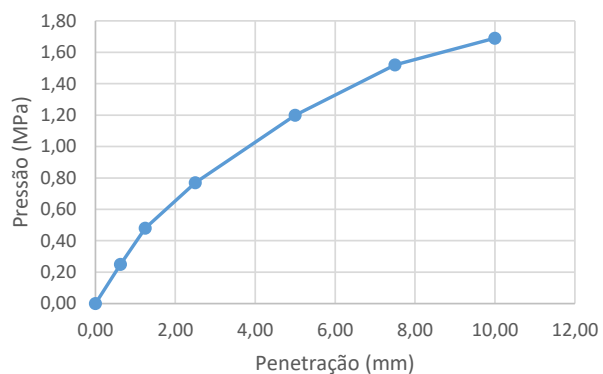
Pressão x Penetração 1



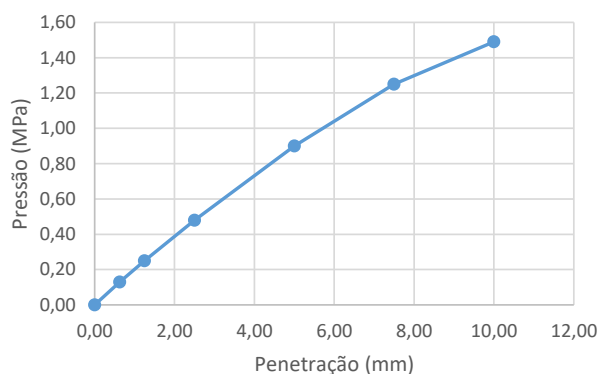
Pressão x Penetração 2



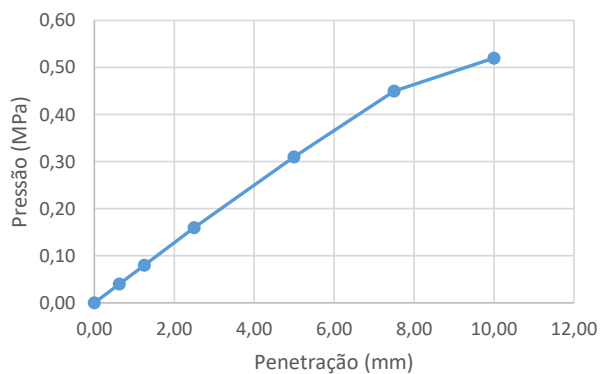
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

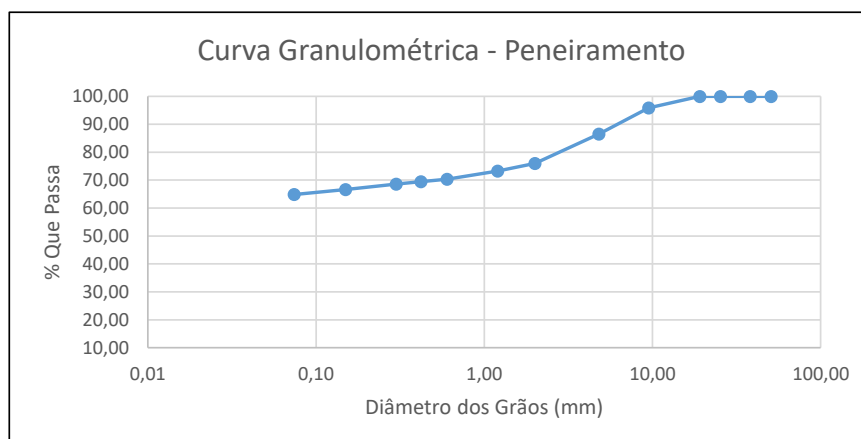


### ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

Local:	Condomínio Golden Green - Setor Habitacional Jardim Botânico		Ponto:	6
Data:	22/07/2021	Trecho:		

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA	
Número da Cápsula	17
Cápsula + Solo Úmido (g)	85,66
Cápsula + Solo Seco (g)	84,58
Peso da Cápsula (g)	12,9
Peso da Água (g)	1,08
Peso do Solo Seco (g)	71,68
Umidade Higroscópica (%)	1,51
Fator de Correção - 100 / 100 + w	0,99
DADOS DA AMOSTRA	
Amostra Total Úmida (g)	700,00
Pedregulho (g)	166,28
Amostra que Passa na #10 Úmida (g)	533,72
Amostra que Passa na #10 Seca (g)	525,80
Peso da Água (g)	7,92
Amostra Total Seca (g)	692,08
RESUMO DA GRANULOMETRIA	
Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%)	24,03
Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%)	6,52
Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%)	4,62
Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%)	64,83
Total (%)	100,00

PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL					
Peneira	Peso (g)	Abert. Peneira (mm)	Material Retido		% que Passa da Amostra Total
			% da Amostra Total	% Acumulada	
2"	0,00	50,80	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	38,10	0,00	0,00	100,00
1"	0,00	25,40	0,00	0,00	100,00
3/4"	0,00	19,10	0,00	0,00	100,00
3/8"	28,58	9,50	4,13	4,13	95,87
Nº 4	65,14	4,80	9,41	13,54	86,46
Nº10	72,56	2,00	10,48	24,03	75,97
Nº16	18,95	1,20	2,74	26,76	73,24
Nº30	19,86	0,60	2,87	29,63	70,37
Nº40	6,34	0,42	0,92	30,55	69,45
Nº50	5,88	0,30	0,85	31,40	68,60
Nº100	13,95	0,15	2,02	33,42	66,58
Nº200	12,12	0,07	1,75	35,17	64,83



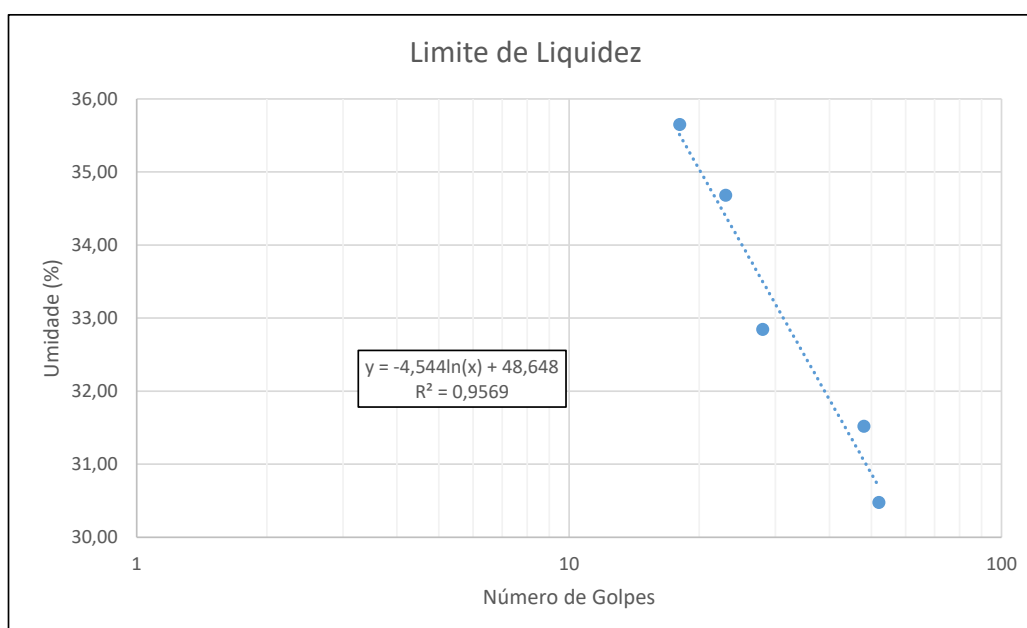
## LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

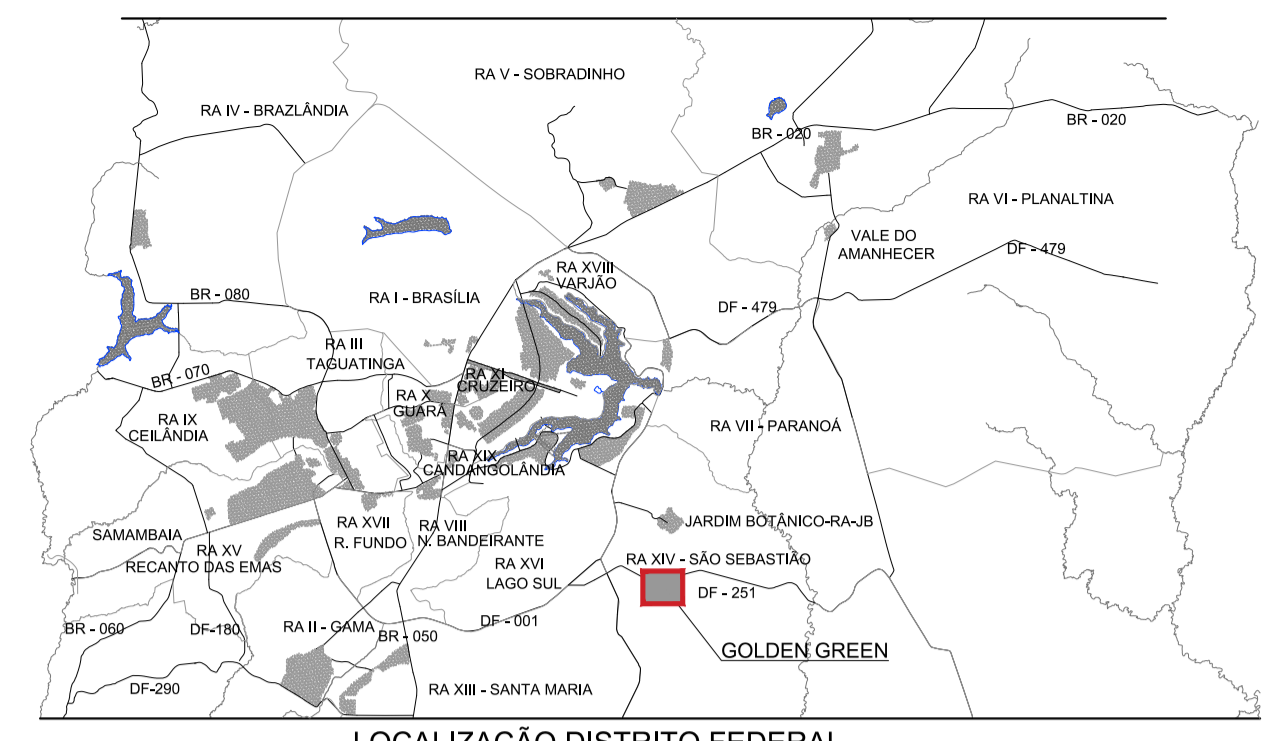
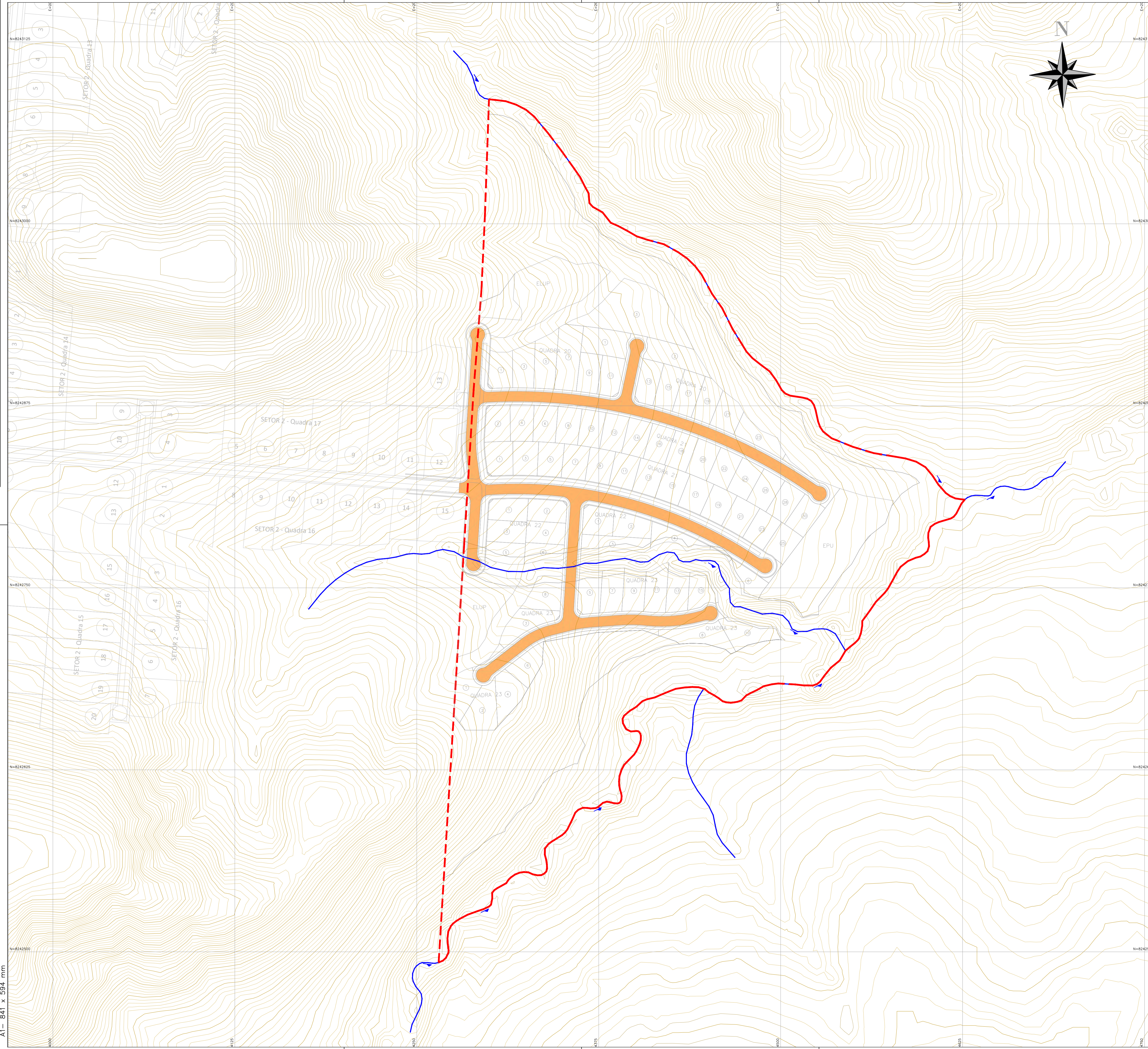
Local:	Condomínio Golden Green - Setor Habitacional Jardim Botânico		Ponto:	6
Data:	21/07/2021	Trecho:		

LIMITE DE LIQUIDEZ							
Nº Cápsula	Cápsula + Solo Úmido (g)	Cápsula + Solo Seco (g)	Cápsula (g)	Água (g)	Solo Seco (g)	Nº de Golpes	Umidade (%)
21	28,91	24,89	11,70	4,02	13,19	52	30,48
6	29,19	24,85	11,08	4,34	13,77	48	31,52
29	26,81	23,00	11,40	3,81	11,60	28	32,84
28	26,72	22,52	10,41	4,20	12,11	23	34,68
27	28,79	23,76	9,65	5,03	14,11	18	35,65

LIMITE DE PLASTICIDADE							
Nº Cápsula	Cápsula + Solo Úmido (g)	Cápsula + Solo Seco (g)	Cápsula (g)	Água (g)	Solo Seco (g)	Umidade (%)	Limite de Plast. (%)
54	8,08	7,61	5,61	0,47	2,00	23,50	23,3
99	8,05	7,58	5,55	0,47	2,03	23,15	
123	8,24	7,84	6,08	0,40	1,76	22,73	
114	8,27	7,78	5,71	0,49	2,07	23,67	
111	8,08	7,61	5,62	0,47	1,99	23,62	

RESULTADOS	
Limite de Liquidez (%)	34,0
Limite de Plasticidade (%)	23,3
Índice de Plasticidade (%)	10,7





- LEGENDA:**
- CURVA MESTRA
  - CURVA INTERMEDIÁRIA
  - URBANISMO
  - POLIGONAL DO PROJETO
  - TRÁFEGO LEVE (VIA LOCAL)

VIA LOCAL - TRÁFEGO LEVE - PAV. INTERTRAVADO	
Espessura (cm)	Camada
6,0	Revestimento em blocos intertravados de concreto Resistência à compressão simples $\geq 35\text{MPa}$
5,0	Camada de assentamento em areia compactada
-	Imprimação-Emulsão Asfáltica do Tipo EAI-Taxa estimada de 1,2 l/m <sup>2</sup> .
12,0	Sub-Base: Cascalho, com CBR $\geq 30\%$ e expansão $\leq 1,0\%$ (Energia Intermediária de Compactação); GC $\geq 100\%$ .
15,0	Regularização e Compactação de Sub-leito com CBR $\geq 9\%$ a 100% Do Proctor Intermediário

**NOTAS TÉCNICAS:**  
 1-Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM.  
 2-Datum Horizontal: SIRGAS 2000

03			
02			
01			
00	EMISSÃO INICIAL		
REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA	VISTO

**T.T. ENGENHARIA ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL**
 RT: *Felipe Nascimento Gomes* ENO: FELIPE GOMES CREA 23.388/0-DF  
 RT: *Thales Thiago* ENO: THALES THIAGO CREA 22.706/0-DF

**PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO**

INF 010/22 JARDIM BOTÂNICO - RA JB RESIDENCIAL VILLAGE GOLDEN GREEN

PLANTA GERAL	FOLHA: 01/02	ESCALA: 1/1250	DATA: OUTUBRO/2022
PROJETO: <i>Felipe Nascimento</i>	CÁLCULO: <i>Felipe Nascimento</i>	REVISÃO: <i>Thales Thiago</i>	VISTO: _____ APROVO: _____

**T.T. ENGENHARIA**  
 T.T. ENGENHARIA ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL  
 MERIDIANO CENTRAL 45° WGr  
 DECL. MAG. 2010  
 VARIAÇÃO ANUAL: -0°05.08"

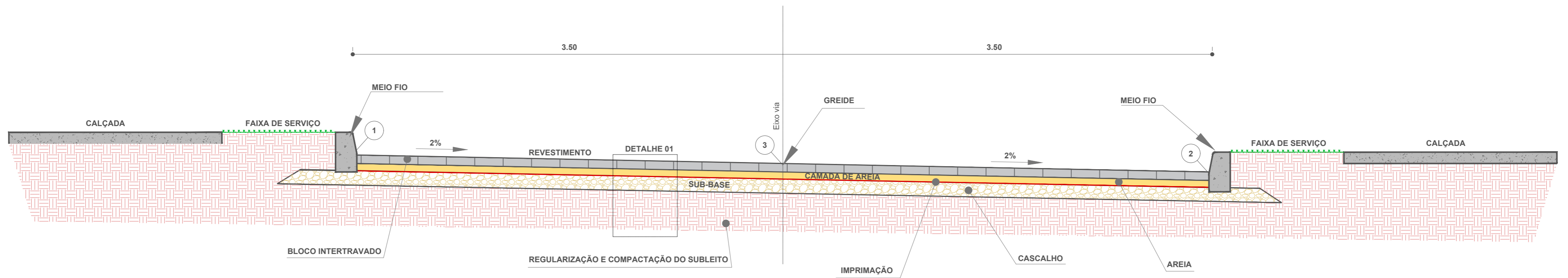
NM NQ NG  
 -20°58.04" 0°45'42.30"

155-IV-5-D	155-IV-6-C	166-IV-5-B
171-III-2-B	171-III-3-A	171-III-3-B
171-III-2-B	171-III-3-C	171-III-3-D

JARDIM BOTÂNICO - RA JB

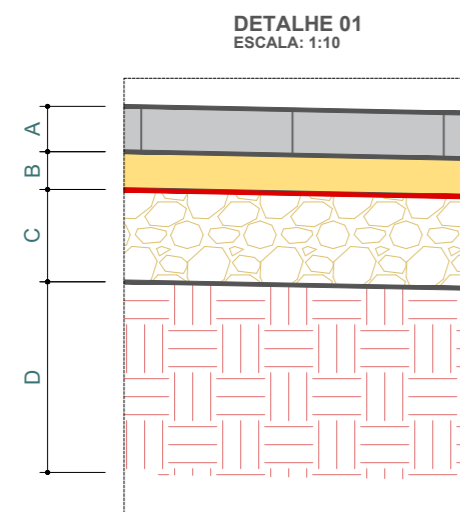
Kr = 1.0005363

A1 - 841 x 594 mm



### VIA LOCAL - TRÁFEGO LEVE

CAIMENTO SIMPLES (REPRESENTAÇÃO)  
ESCALA: 1:20



VIA LOCAL - TRÁFEGO LEVE - PAV. INTERTRAVADO		
Cota	Espessura (cm)	Camada
A	6,0	Revestimento em blocos intertravados de concreto Resistência à compressão simples $\geq 35\text{MPa}$
B	5,0	Camada de assentamento em areia compactada
	-	Imprimação - Emulsão Asfáltica do Tipo EAI - Taxa estimada de 1,2 l/m <sup>2</sup> .
C	12,0	Sub-Base: Cascalho, com CBR $\geq 30\%$ e expansão $\leq 1,0\%$ (Energia Intermediária de Compactação); GC $\geq 100\%$ .
D	15,0	Regularização e Compactação de Sub-leito com CBR $\geq 9\%$ a 100% Do Proctor Intermediário

#### LEGENDA

- REVESTIMENTO EM BLOCO INTERTRAVADO DE CONCRETO
- CAMADA DE ASSENTAMENTO EM AREIA COMPACTADA
- IMPRIMAÇÃO - EMULSÃO ASFÁLTICA
- SUB-BASE - CASCALHO C/ CBR  $\geq 30\%$ , GC  $\geq 100\%$  PROCTOR INTERMEDIÁRIO
- SUB-LEITO - REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO COM CBR  $\geq 9\%$  A 100% DO PROCTOR INTERMEDIÁRIO

#### NOTAS:

- 1 - DIMENSÕES EM METROS.
- 2 - AS ESPESSURAS INFORMADAS SÃO PARA AS CAMADAS APÓS A COMPACTAÇÃO
- ① - BORDO ESQUERDO
- ② - BORDO DIREITO
- ③ - EIXOS

	TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL	RT: <i>Felipe Nascimento Gomes</i> ENG. FELIPE GOMES CREA 29.388/D-DF	RT: <i>Thales Thiago</i> ENG. THALES THIAGO CREA 22.706/D-DF
	PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO - SEÇÃO TIPO		
INF 010/22		JARDIM BOTÂNICO - RA JB RESIDENCIAL VILLAGE GOLDEN GREEN DETALHES - SEÇÃO TIPO	
DATA: OUTUBRO/2022	FOLHA: 02/02	ESCALA: INDICADA	Ver INF-RP (INF 010/22)
PROJETO: <i>Felipe Nascimento</i>	CÁLCULO: <i>Felipe Nascimento</i>	REVISÃO: <i>Thales Thiago</i>	VISTO: _____



# TT ENGENHARIA

**PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO**

**RESIDENCIAL VILLAGE GOLDEN GREEN**

© 2022 TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL

SHIS QI 09/11 BL B SALA 106 A 108 - LAOGO SUL - DF - CEP: 71 625-00 BRASIL

# PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO

RESIDENCIAL VILLAGE GOLDEN GREEN

REGIÃO ADMINISTRATIVA DO JARDIM BOTÂNICO – RA-JB

---

## RESIDENCIAL VILLAGE GOLDEN GREEN

Setor Habitacional Tororó – Região Administrativa do Jardim Botânico – RA JB

CEP: 71680-379

### Responsável pelo Empreendimento

Residencial Village Golden Green

---

TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL - CNPJ 35.425.146/0001-63

SHIS QI 09/11 BLOCO B SL 106 A 108 - 71625-172 – Brasília – DF

Fone/Fax: (61) 3256 – 2227 / 9 8492-8095

[thalesthiagoengenharia@gmail.com](mailto:thalesthiagoengenharia@gmail.com)

### Responsáveis Técnicos

- Eng. **Thales Thiago Sousa Silva** – CREA 22.706/D-DF – Eng<sup>o</sup> Civil, Ambiental, Sanitarista e Segurança do Trabalho
- Eng. **Felipe Nascimento Gomes** – CREA 29.388/D-DF – Eng<sup>o</sup> Civil

### Equipe Técnica

- Eng. **Yuri Stefano** – Eng<sup>o</sup> Civil;
- Eng. **Paulo Henriky Pereira** – Eng<sup>o</sup> Civil;
- Eng. **David Lucas** – Eng<sup>o</sup> Civil;
- Eng. **João Rabelo** – Eng<sup>o</sup> Civil;
- Eng. **Iago Quirino** – Eng<sup>o</sup> Civil;
- Eng. **Rafael Sales** – Eng<sup>o</sup> Civil;
- Eng. **Rafael Fragassi** – Eng<sup>o</sup> Florestal;
- Eng. **Isabela Mendes** – Eng<sup>a</sup> Ambiental;
- Arq. **Synthya Moreira** – Arquiteta e Urbanista;
- Arq. **Ana Karolina** – Arquiteta e Urbanista;

PROJETO.INF.PAV.VILLAGE.GOLDEN.GREEN.010  
PROPOSTA 216/2022



A Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), encontra-se nos **Anexos**.

## REGIÃO ADMINISTRATIVA DO JARDIM BOTÂNICO - DF

# PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO



**TT ENGENHARIA**

TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL

REVISÕES						
Nº	DATA	DESCRIÇÃO	POR	APROV	DATA	APROV
05						
04						
03						
02						
01						
00	Outubro/22	ESTUDO INICIAL	FELIPE	THALES	Thales	Thales
			TT ENG.		GOLDEN GREEN	



**SUMÁRIO**

1. APRESENTAÇÃO.....	8
2. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	9
2.1 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N” .....	9
2.1.1 Descrição Do Empreendimento .....	9
2.1.2 Consideração de Frota.....	9
2.1.3 Dimensionamento do Tráfego .....	12
2.2 MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO .....	17
2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS.....	17
3. ESTUDOS GEOTÉCNICOS .....	18
3.1 ESTUDO GEOTÉCNICO DO SUBLEITO.....	18
3.1.1 Ensaios geotécnicos.....	18
3.1.2 Cálculo do CBR de projeto .....	22
4. DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS DO PAVIMENTO .....	22
4.1 DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROJETO .....	22
4.2 PRESSUPOSTOS DE DIMENSIONAMENTO.....	23
4.2.1 Drenagem.....	23
4.2.2 Condições das Camadas da Estrutura do Pavimento .....	23
4.2.3 Infraestrutura das Vias .....	23
4.3 DIMENSIONAMENTO PELO MÉTODO DE BLOCOS INTERTRAVADOS .....	23
4.4 VIA LOCAL EM PAVIMENTO INTERTRAVADO .....	26
4.5 CÁLCULO DAS ESPESSURAS DAS CAMADAS DO PAVIMENTO .....	27
5. BIBLIOGRAFIA.....	28
6. ANEXOS.....	29
6.1 ANEXO I – ART (PROJETO E ENSAIOS) .....	29
6.2 ANEXO II - ENSAIOS GEOTÉCNICOS .....	29
6.3 ANEXO III – DESENHOS TÉCNICOS.....	29

**FIGURAS**

FIGURA 1: LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO.....	8
FIGURA 2: VEÍCULO TIPO 2C .....	10
FIGURA 3: VEÍCULOS DE PASSEIO TIPO CARROS E CAMINHONETAS.....	10
FIGURA 4: VEÍCULO TIPO MOTOCICLETA.....	11
FIGURA 5 - ÁBACO DE DIMENSIONAMENTO - VIAS DE TRÁFEGO LEVE EM INTERTRAVADO - ESPESSURA DA SUB-BASE. ....	24
FIGURA 6 – ÁBACO DE DIMENSIONAMENTO -TRÁFEGO MÉDIO EM INTERTRAVADO.....	25

**TABELAS**

TABELA 1 - CARGA POR EIXO DE VEÍCULO, CONFORME LEI DA BALANÇA. ....	11
TABELA 2 - CONTAGEM DE TRÁFEGO NO PERÍODO DE 7 DIAS. ....	12
TABELA 3 - VMD ANUAL NO PERÍODO DE 10 ANOS DE OPERAÇÃO COM TAXA DE CRESCIMENTO DE 3,0% AO ANO.....	13
TABELA 4 - FATORES DE CARGA PELO MÉTODO AASHTO.....	14
TABELA 5 - FATORES DE CARGA PELO MÉTODO USACE. ....	14
TABELA 6 - CÁLCULO DO FATOR VEÍCULO PELO MÉTODO AASHTO.....	15
TABELA 7 - CÁLCULO DO FATOR VEÍCULO PELO MÉTODO USACE. ....	15
TABELA 8 - CÁLCULO DO NÚMERO N DE ACORDO COM OS MÉTODOS AASHTO E USACE PARA 10 ANOS.....	15
TABELA 9 - CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS E PARÂMETROS DE TRÁFEGOS. ....	16
TABELA 10 - VALORES “T” DE STUDENT PARA ESTE NÍVEL DE CONFIANÇA. ....	19
TABELA 11 - RESUMO DOS ENSAIOS GEOTÉNICOS DO SUBLEITO.....	21
TABELA 12 - CBR DE PROJETO DO PAVIMENTO.....	22
TABELA 13: ESPESSURA E RESISTÊNCIA DOS BLOCOS DE CONCRETO PARA REVESTIMENTO.....	26
TABELA 14: RESUMO DAS ESPESSURAS DAS CAMADAS DO PAVIMENTO.....	27

**LISTA DE ABREVIÇÕES**

AASHTO – American Association Of State Highway And Transportation Officials

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

BGS – Brita Graduada Simples.

CBR – California Bearing Ratio.

CBRproj – California Bearing Ratio de Projeto.

CBRSL – California Bearing Ratio do Subleito.

CBUQ – Concreto Betuminoso Usinado A Quente.

DF – Distrito Federal.

DNER – Departamento Nacional de Estradas e Rodagem.

ISC – Índice De Suporte California.

IP – Instrução De Projetos.

JB – Jardim Botânico

LL – Limite De Liquidez.

LP – Limite De Plasticidade.

N – Número de Repetições Equivalentes ao Eixo Padrão De 80 KN.

NOVACAP – Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil.

PMSP – Prefeitura Municipal De São Paulo.

USACE – United States Army Corps Of Engineers.

## 1. APRESENTAÇÃO

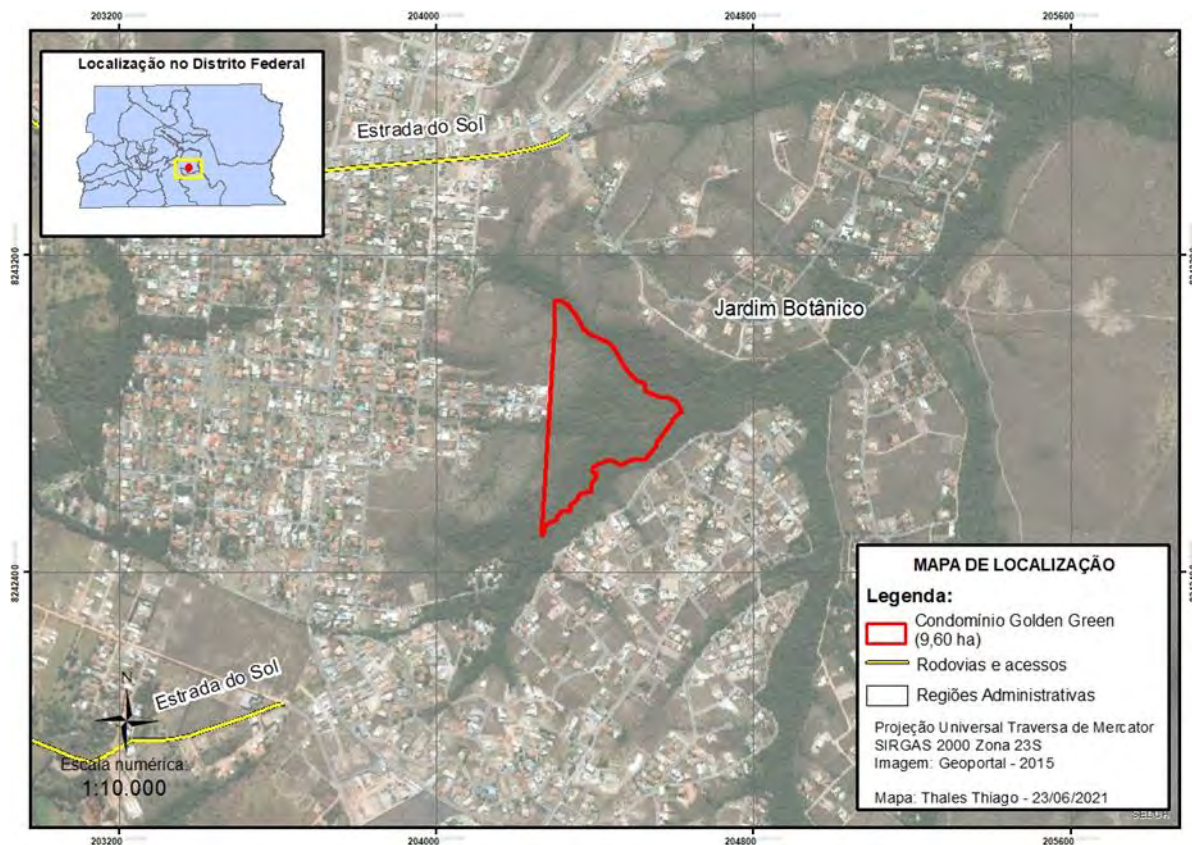
A Empresa TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental Ltda., apresenta o Projeto Executivo Pavimentação para as vias internas do Residencial Village Golden Green, localizado na Região Administrativa do Jardim Botânico, Brasília - Distrito Federal.

A arte de idealizar e dimensionar um pavimento incide, resumidamente, da concepção de uma estrutura com multicamadas formadas por materiais com qualidade e espessuras que tornem técnica e economicamente viável, capaz de suportar os esforços provocados pelo tráfego durante um longo período, e sob as mais diversas condições ambientais.

O presente documento, aborda os aspectos técnicos necessários para a execução do dimensionamento dos pavimentos a serem implantados no Residencial Village Golden Green. As informações aqui contidas foram baseadas em normas vigentes as quais estabelecem às diretrizes necessárias à execução dos dimensionamentos.

Na Figura 1 podemos observar a localização da área do Empreendimento, Setor Habitacional Tororó na Região Administrativa do Jardim Botânico –RA-JB.

Figura 1: Localização da área de projeto.



Fonte: TT Engenharia.

## 2. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O atual estudo tem como objetivo dimensionar a estrutura do pavimento a ser implantado no Parcelamento localizado na Região Administrativa do Jardim Botânico.

O pavimento é uma estrutura constituída por camadas superpostas, de materiais diferentes, construída sobre o subleito, destinada a resistir e distribuir ao subleito simultaneamente esforços horizontais e verticais, bem como melhorar as condições de segurança e conforto ao usuário. O dimensionamento de um pavimento consiste na determinação das camadas sub-base, base e revestimento, de forma que essas camadas sejam suficientes para resistir, transmitir e distribuir as pressões resultantes da passagem dos veículos ao subleito, sem que o conjunto sofra ruptura, deformações apreciáveis ou desgaste superficial excessivo.

Nas vias serão utilizados solos locais, para a composição do subleito e materiais existentes na região, comumente utilizados pela Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil (NOVACAP), para a composição das demais camadas do pavimento. Cabe salientar, que quando as vias em estudo apresentarem uma camada de cascalho, esta deverá ser incorporada ao subleito do pavimento para a melhoria desse último.

Caso a jazida não atenda às exigências de resistência para a sub-base  $CBR \geq 30\%$  para pavimentos em bloco intertravado (conforme exigência da IP-PMSP), respectivamente, este material deverá ser melhorado com adição de aditivos ou outro material, desde que devidamente ensaiados e autorizados pelo órgão fiscalizador.

### 2.1 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”

#### 2.1.1 Descrição Do Empreendimento

O empreendimento de estudo é um parcelamento de solo urbano, denominado de Residencial Village Golden Green, localizado no Jardim Botânico.

O empreendimento é composto por 68 lotes residenciais, sendo que nenhum se encontra ocupado por ser um parcelamento que ainda não foi implantado assim como seu sistema viário.

#### 2.1.2 Consideração de Frota

Como todos os lotes estão desocupados e o seu sistema viário ainda não foi inserido, foi estimado o tráfego no local para uma semana em situações de ocupação normal do

condomínio. Assim, de posse de tais informações, o primeiro passo a se realizar é ter ciência dos diversos tipos de veículos que possam utilizar o sistema viário a ser implementado. Com base nas figuras a seguir, é possível observar os tipos de veículo que poderão trafegar sobre o empreendimento conforme as imagens a seguir.

Figura 2: Veículo Tipo 2C



Fonte: Web.

Figura 3: Veículos de Passeio tipo Carros e Caminhonetas.



Fonte: Web.

Figura 4: Veículo tipo Motocicleta.

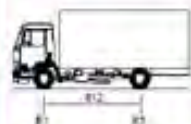


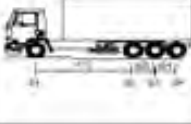


Fonte: Web.

Segundo a lei da balança, juntamente com a classificação dos veículos pelo MANUAL DE ESTUDO DE TRÁFEGO - PUBLICAÇÃO IPR 723, edição 2006, para o desenvolvimento do cálculo da estrutura do pavimento, os veículos de passeio e as motocicletas, não são fatores determinantes no cálculo na determinação do fluxo admissível do eixo padrão de 8,2 tf.

Dessa forma, o veículo tipo para a elaboração da previsão de tráfego solicitante será composto somente pelo Caminhão de Eixo Simples, do Tipo 2C, conforme observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Carga por eixo de veículo, conforme lei da balança.

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	2	16(16,8)	CAMINHÃO E1 = eixo simples (ES), rodagem simples (RS), carga máxima (CM) = 6t ou capacidade declarada pelo fabricante do pneumático E2 = ES, rodagem dupla (RD), CM = 10t d12 ≤ 3,50m	2C
	3	23(24,2)	CAMINHÃO TROCAÇO E1 = ES, RS, CM = 6t E2E3 = ES, conjunto de eixos em tandem duplo TD, CM = 17t d12 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3C
	3	26(27,3)	CAMINHÃO TRATOR = SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM = 6t E2 = ED, RD, CM = 10t E3 = ED, RD, CM = 10t d12, d23 > 2,40m	2S1
	4	31,5(33,1)	CAMINHÃO SIMPLES E1 = ES, RS, CM 6t E2E3E4 = conjunto de eixos em tandem triplo TT; CM = 25,5t d12 > 2,40 1,20m < d23, d34 ≤ 2,40m	4C

Fonte: DNIT.



Dessa forma, conforme supracitado, o veículo de serviço é do Tipo 2C. Suas características podem ser observadas a seguir:

- Eixo dianteiro (E1):.....6,0 tf
- Eixos Traseiro (E2):.....10,0 tf
- Distância entre eixo dianteiro e traseiro:.....≤ 3,50m

Para o dimensionamento do tráfego, é importante ressaltar que foi avaliada a utilização de parte de veículos carregados e parte de veículos vazios, conforme especificações a seguir:

Veículos Vazios:

- Eixo dianteiro (E1):.....4,20 tf
- Eixos Traseiro (E2):.....7,00 tf




Veículos Cheios com sobrecarga de 7,5% da Lei da Balança:

- Eixo dianteiro (E1):.....6,45 tf
- Eixos Traseiro (E2):.....10,75 tf

### 2.1.3 Dimensionamento do Tráfego

Observa-se na Tabela 2 a seguir, de forma breve, o volume estimado do tráfego de veículos no condomínio para cada tipo de veículo durante o período de 7 dias (uma semana). Para a obtenção destes valores foram consideradas as características individuais do parcelamento.

Tabela 2 - Contagem de Tráfego no período de 7 dias.

VOLUME TOTAL SEMANAL DE VEÍCULOS			
TIPOS DE VEÍCULOS	CLASSE DOS VEÍCULOS		TOTAL SEMANAL
PASSEIO	-		612
UTILITÁRIOS	-		
CAMINHÕES	2C		61
OUTROS	-	-	204
TOTAL			877

Fonte: TT Engenharia.

De acordo com as informações colhidas, foi obtido o valor do Volume Médio Semanal de veículos mistos (VMS) igual a 877 veículos/semana ou Volume Médio Diário (VMD) de veículos mistos 125 veículos/dia.

É importante ressaltar que desses, apenas os caminhões apresentam operacionalidade para o dimensionamento do pavimento, sendo o VMS igual a 61 veículos/semana ou VDM 9 veículos/dia.

Para o cálculo será adotado um fator de crescimento de tráfego de 3,00% ao ano durante o período de 10 anos para pavimentos em bloco intertravado e 10 anos para pavimentos flexíveis, levando em consideração que muitos dos lotes poderão estar em fase de construção, ou até mesmo finalizados, atraindo mais visitantes ao empreendimento.

Tabela 3 - VMD Anual no período de 10 anos de operação com taxa de crescimento de 3,0% ao ano.

VOLUME TOTAL DE VEÍCULOS NO PERÍODO DE 10 ANOS (3,0%)				
OPERAÇÃO	ANO DE OPERAÇÃO	CARROS	MOTOS	2C
1° ANO	2022	31911	10637	3191
2° ANO	2023	32869	10956	3287
3° ANO	2024	33855	11285	3385
4° ANO	2025	34870	11623	3487
5° ANO	2026	35917	11972	3592
6° ANO	2027	36994	12331	3699
7° ANO	2028	38104	12701	3810
8° ANO	2029	39247	13082	3925
9° ANO	2030	40424	13475	4042
10° ANO	2031	41637	13879	4164
<b>VOLUME TOTAL</b>		<b>365829</b>	<b>121943</b>	<b>36583</b>

Fonte: TT Engenharia.

Com os dados de contagem estimada de veículos que trafegarão pelo condomínio, bem como com a projeção de veículos ao longo da vida útil do pavimento, pode-se proceder para o cálculo do Número "N" de eixo padrão (8,2 tf).

$$N = 365 \times TDMa \times FV \times FR \times FD$$

Onde:

365 – Número de dias de um ano

TDMa – Tráfego Médio Diário anual da via

FV – Fator de veículos

FR – Fator Climático (adotado = 1,1)

FD – Fator Direcional (adotado = 100%)

Tendo em vista que o condomínio possui 2 faixas de tráfego em sua via principal, adotou-se o Fator Direcional (FD) igual a 100%.

Procedendo a previsão de tráfego local, fez-se o cálculo do Fator de Veículo (FV), que é uma Composição entre o produto do Fator de Carga (FC) pelo Fator de Equivalência (FE).

A imagem a seguir apresenta as considerações para os Fatores de Cargas (FC) pelos métodos das AASHTO e USACE.

Tabela 4 - Fatores de Carga pelo Método AASHTO.

Tipos de eixo	Equações (P em tf)
Simplex de rodagem simples	$FC = (P / 7,77)^{4,32}$
Simplex de rodagem dupla	$FC = (P / 8,17)^{4,32}$
Tandem duplo (rodagem dupla)	$FC = (P / 15,08)^{4,14}$
Tandem triplo (rodagem dupla)	$FC = (P / 22,95)^{4,22}$

P = Peso bruto total sobre o eixo

Fonte: AASHTO.

Tabela 5 - Fatores de Carga pelo Método USACE.

Tipos de eixo	Faixas de Cargas (t)	Equações (P em tf)
Dianteiro simples e traseiro simples	0 – 8	$FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	≥ 8	$FC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Tandem duplo	0 – 11	$FC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
	≥ 11	$FC = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$
Tandem triplo	0 – 18	$FC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	≥ 18	$FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

P = peso bruto total sobre o eixo

Fonte: USACE.

Dessa forma, considerando que parte dos veículos trafega vazio, e outra parte trafega carregado, sendo este último considerado com a tolerância de 7,5% da lei da balança, tem se os Fatores de Carga (FC) do projeto:

Fator de Carga (AASHTO):

- E1 – (7,5% Limite): 0,4474
- E2 – (7,5% Limite): 3,2725
- E1 – (Vazio): 0,0701
- E2 – (Vazio): 0,5128

Fator de Carga (USACE):

- E1 – (7,5% Limite): 0,3716
- E2 – (7,5% Limite): 5,1708
- E1 – (Vazio): 0,0663
- E2 – (Vazio): 0,5163

Para o cálculo do Número N, será considerado os veículos 80% Cheios e 20% Vazios.

Levando-se em consideração que o condomínio restringe o tráfego destes veículos dentro do empreendimento, podendo rodar somente caminhões de eixo simples, a frota de veículos comerciais que rodam dentro do condomínio é composta em 100% do tipo 2C.

Apesar de tudo, considerou-se que 80% dos veículos trafegam cheios e 20% dos veículos trafegam vazios.

Assim, com base nas informações citadas acima, são apresentados os resultados do número N para o período de projeto com o fator de veículos determinado.

Tabela 6 - Cálculo do Fator Veículo pelo método AASHTO.

AASHTO							
CLASSE	TIPOS DE EIXO	FATOR DE CARGA - FC		%	FATOR DE EQUIVALÊNCIA - FE (VEÍCULO)	FATOR DE VEÍCULOS - FV	TOTAL FATOR DE VEÍCULOS - FV
		SRS	SRD				
2C VAZIO	SRS + SRD	0,070	0,513	20%	0,583	0,117	3,093
2C CHEIO	SRS + SRD	0,447	3,273	80%	3,720	2,976	

Fonte: TT Engenharia.

Tabela 7 - Cálculo do Fator Veículo pelo método USACE.

USACE							
CLASSE	TIPOS DE EIXO	FATOR DE CARGA - FC		%	FATOR DE EQUIVALÊNCIA - FE (VEÍCULO)	FATOR DE VEÍCULOS - FV	TOTAL FATOR DE VEÍCULOS - FV
		SRS	SRD				
2C VAZIO	SRS + SRD	0,066	0,516	20%	0,582	0,116	4,550
2C CHEIO	SRS + SRD	0,372	5,171	80%	5,542	4,434	

Fonte: TT Engenharia.

Tabela 8 - Cálculo do número N de acordo com os métodos AASHTO e USACE para 10 anos.

CÁLCULO DO NÚMERO N				
OPERAÇÃO	ANO DE OPERAÇÃO	TDMa	N	
			AASHTO	USACE
1º ANO	2022	8,74	1,09E+04	1,60E+04
2º ANO	2023	9,01	1,12E+04	1,65E+04
3º ANO	2024	9,28	1,15E+04	1,69E+04
4º ANO	2025	9,55	1,19E+04	1,75E+04
5º ANO	2026	9,84	1,22E+04	1,80E+04
6º ANO	2027	10,14	1,26E+04	1,85E+04
7º ANO	2028	10,44	1,30E+04	1,91E+04
8º ANO	2029	10,75	1,34E+04	1,96E+04
9º ANO	2030	11,08	1,38E+04	2,02E+04
10º ANO	2031	11,41	<b>1,42E+04</b>	<b>2,08E+04</b>

Fonte: TT Engenharia.

Com base nos valores de número N obtidos e observando as especificações da norma IP-02 PMSP da Prefeitura Municipal de São Paulo para Classificação das Vias apresentadas na Tabela 9, podemos classificar o tráfego do sistema viário projetado. Portanto, para ambos os métodos a classificação das vias seriam de vias locais, com tráfego LEVE e N característico de  $10^5$ .

O Pavimento do “Residencial Village Golden Green” será dimensionado com a previsão de tráfego para 01 (uma) categoria, ou seja, como Via Local Residencial C/ Passagem - Tráfego Leve, conforme pode ser visto na planta de VIAS em anexo, principalmente devido à característica dessa área. Além disso, para o referido projeto foi utilizado período de vida útil de 10 anos para pavimentos de Blocos Intertravados e Flexíveis respectivamente, valendo a ressalva de que esta previsão foi realizada de acordo com as diretrizes da IP - 02 - Classificação das vias, de autoria da prefeitura do município de São Paulo. Segundo a IP-02 o tráfego pode ser assim classificado:

- **Tráfego Leve:** ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens decaminhões e ônibus em número não superior a 20 (vinte) por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de  $10^5$  solicitações do eixo simples padrão (80kN); Para a via do Parcelamento, serão adotados valores específicos extraídos da tabela de classificação das vias e parâmetros de tráfego IP-02 da Prefeitura de São Paulo.

Tabela 9 - Classificação das vias e parâmetros de tráfegos.

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente / Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	Caminhão/ Ônibus			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	$10^5$
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	$1,40 \times 10^4$ a $6,80 \times 10^5$	$5 \times 10^5$
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	$1,4 \times 10^5$ a $3,1 \times 10^6$	$2 \times 10^5$
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	$2 \times 10^7$
	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	$5 \times 10^7$
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		$3 \times 10^6$ (1)	$10^7$
	VOLUME PESADO	12		> 500		$5 \times 10^7$	$5 \times 10^7$

Fone: IP-02 (PMSP).

Também serão adotadas as seguintes premissas para o referido projeto:

- A seção tipo das vias terá caimento para um dos bordos;
- O greide de projeto será lançado, preferencialmente, colado no leito existente;
- Quando for observada a existência de entulhos e/ou depósito de lixos a uma profundidade inferior a 1,0 metro do greide da via, será efetuado um dimensionamento de pavimento, levando-se em consideração a troca desta camada por uma de reforço com material a ser especificado neste relatório;
- Para esse estudo optou-se por pavimento do tipo blocos intertravados.

## 2.2 MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO

Entre os inúmeros métodos existentes para o dimensionamento de pavimentos com Blocos Intertravados, foi adotado no presente estudo a definição do CBR e do dimensionamento das camadas com os métodos IP-06 da PMSP, bem como seguindo diretrizes especificadas pela NOVACAP. Levando em consideração o tipo de tráfego previsto para as vias, cuja classificação pode ser vista nas tabelas acima apresentadas.

Método utilizado:

- Método PMSP-IP-02 – 02 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS

Este método tem como objetivo apresentar as diretrizes para a classificação de vias em função do tráfego, da geometria e do uso do solo do entorno de vias urbanas. Este procedimento baseia-se no método de projeto de pavimento flexíveis do Engenheiro Murilo Lopes de Souza, de 1966, adotado pelo DNER, e nos métodos MD-1 e MD-3T/79, da PMSP, porém com o uso de ábaco de dimensionamento proposto, originalmente pelo Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE). Trata-se de um método que procura orientar o dimensionamento, principalmente para pavimentos urbanos.

## 2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS

Quanto ao estudo de tráfego, as vias foram classificadas de acordo com o tráfego previsto para os locais e em função do aumento da demanda. A classificação das vias foi definida pelo projeto urbanístico, bem como pelo corpo de engenheiros da TT ENGENHARIA, levando em consideração o desenvolvimento da área de projeto e regiões do entorno.

Determinada as condições de tráfego, para efeito de dimensionamento dos pavimentos, as Vias internas do Residencial “Village Golden Green” foram classificadas como Via Local Residencial (Leve) com base nos critérios do modelo PAVIURB, utilizado na Prefeitura do Município de São Paulo CT/9-PMSP e conforme a Tabela 9.

### 3. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

#### 3.1 ESTUDO GEOTÉCNICO DO SUBLEITO

A construção de um pavimento exige o conhecimento não só dos materiais constituintes das camadas deste, mas também dos materiais constituintes do subleito e daqueles que possam interferir na construção de drenos, acostamentos, cortes e aterros.

Os serviços geotécnicos foram desenvolvidos e divididos basicamente em serviços de campo e de escritório. Todos os serviços de campo foram executados segundo procedimentos normatizados, obedecendo-se as diretrizes abaixo:

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- PMSP – Prefeitura Municipal de São Paulo;
- NOVACAP – Companhia Urbanizadora da Nova Capital Do Brasil
- Métodos de Ensaio/DNER.

##### 3.1.1 Ensaios geotécnicos

Os ensaios foram feitos, principalmente, para avaliar os materiais entre 0,0 e 1,5 metro, abaixo do greide de fundação do pavimento. Visando caracterizar esses materiais, foram realizados os seguintes ensaios geotécnicos: identificação tátil – visual incluindo a cor de cada camada, compactação, Índice de Suporte Califórnia (I.S.C.), expansão, granulometria, umidade, massa específica dos grãos, limites de liquidez e plasticidade. Os resultados e o memorial de cálculo desses ensaios constam no Relatório dos estudos geotécnicos em anexo. Os dados geotécnicos, para fins de dimensionamento do pavimento, serão acertados estatisticamente, por universo de solos. Esse acerto estatístico foi feito através da distribuição “t” de *student*, adequada ao controle pela média de amostragens pequenas e com nível de confiança de 90% para o suporte de projeto.

A Tabela 10 apresenta a distribuição “t” de student – t, onde os valores tabelados correspondem aos pontos x tais que:  $P(t_n < x)$ .

Tabela 10 - Valores “t” de Student para este nível de confiança.

n	P(t <sub>n</sub> ≤ v)								
	0,600	0,750	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995	0,9995	
1	0,325	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619	
2	0,289	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,598	
3	0,277	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924	
4	0,271	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610	
5	0,267	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869	
6	0,265	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959	
7	0,263	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408	
8	0,262	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041	
9	0,261	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781	
10	0,260	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587	
11	0,260	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437	
12	0,259	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318	
13	0,259	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221	
14	0,258	0,692	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140	
15	0,258	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073	
16	0,258	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015	
17	0,257	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965	
18	0,257	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922	
19	0,257	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883	
20	0,257	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850	
21	0,257	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819	
22	0,256	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792	
23	0,256	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768	
24	0,256	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745	
25	0,256	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725	
26	0,256	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707	
27	0,256	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,689	
28	0,256	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674	
29	0,256	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660	
30	0,256	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646	
40	0,255	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551	
60	0,254	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460	
120	0,254	0,677	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373	
∞	0,253	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291	

Fonte: t student.

$$CBRp = \overline{CBR} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Onde: } \overline{CBR} = \frac{\sum CBRi}{n} \text{ e } S = \sqrt{\frac{\sum (CBRi - \overline{CBR})^2}{n-1}}$$

Onde:

CBR = CBR Médio;

S = desvio Padrão;

T 0,90 = valores de student;

n = número de amostras.



$$X_{\max} = \frac{\bar{X} + 1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma$$

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

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

Onde:

N = Número de amostras.

X = valor individual.

$\bar{X}$  = média aritmética.

$\sigma$  = desvio padrão.

Xmin = valor mínimo provável, estatisticamente.

Xmax = valor máximo provável, estatisticamente.

N > .9 (número de determinações feitas).

Tabela 11 - Resumo dos Ensaios Geotécnicos do Subleito.

FURO	DESCRICAO	N.A	UMID. OTIMA Porc	DEN. MAXI COMPACTADA	EXP Porc	ISC Porc	PEDREGULHO	AREIA GROSSA	AREIA FINA	ARGILA SILTE	LL	LP	IP	PASSA P. 10	PASSA P. 40	PASSA P. 200	IG	HRB GRUPO
1	<b>CBR-01</b>	-	15,00	1887	0,08	11,9	42,23	7,34	3,41	47,03	42,10	27,60	14,50	57,77	50,44	47,03	4	A-7-6
2	<b>CBR-02</b>	-	16,10	1791	0,25	14,0	54,76	8,39	3,10	33,75	38,60	29,80	8,80	45,24	36,85	33,75	0	A-2-4
3	<b>CBR-03</b>	-	16,30	1843	0,18	11,6	41,58	8,78	4,19	45,45	40,90	31,10	9,80	58,42	49,64	45,45	2	A-4
4	<b>CBR-04</b>	-	18,20	1805	0,27	9,0	28,63	6,52	3,31	61,53	34,30	0,00	0,00	71,37	64,84	61,53	5	A-4
5	<b>CBR-05</b>	-	14,00	1844	0,08	10,4	27,8	9,39	4,10	58,72	32,60	0,00	0,00	72,2	62,81	58,72	5	A-4
6	<b>CBR-06</b>	-	17,1	1786	0,22	10,6	24,03	6,52	4,62	64,83	34,00	23,30	10,70	75,97	69,45	64,83	5	A-4

Fonte: TT Engenharia.

### 3.1.2 Cálculo do CBR de projeto

De posse dos dados geotécnicos, os resultados dos ensaios de CBR, para fins de dimensionamento do pavimento, foram tratados estatisticamente. Assim, considerando-se que os dados seguem uma distribuição normal, utilizamos o plano de amostragem usado pela IP -06 – Instrução Geotécnica da Prefeitura Municipal de São Paulo, para a análise estatística dos resultados dos ensaios, como segue abaixo:

Para garantir que o CBR de projeto (CBRp) apresente 90% de nível de confiança, utilizou se “t” de student citado acima.

Tabela 12 - CBR de Projeto do Pavimento.

CBR DE PROJETO	
MÉDIA	11,25
DESVIO	1,69
STUDENT-t	1,440
CBR PROJETO	10,26
X MÁX	13,29
X MIN	9,21

Fonte: TT Engenharia.

Por critérios de arredondamento e atuando a favor da segurança, adotou-se no projeto CBRp de 10% para o subleito.

$$CBR_{proj} = 10\%$$

## 4. DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS DO PAVIMENTO

### 4.1 DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROJETO

A incidência total do tráfego no período de projeto expressada pelo número “N” de solicitações do eixo padrão simples de 8,2 t foi adotada, conforme exposto na Tabela 1 acima já apresentada:

- Via Local Residencial, N característico =  $10^5$  (Tráfego Leve);

## 4.2 PRESSUPOSTOS DE DIMENSIONAMENTO

### 4.2.1 Drenagem

O dimensionamento parte do pressuposto que haverá sempre uma drenagem superficial adequada, sendo que o lençol d'água subterrâneo deverá estar localizado a pelo menos 1,50 metro em relação ao greide de terraplenagem. Caso esta condição não seja atendida, o mesmo deverá ser rebaixado através de drenos ou de solução alternativa e submetê-la à aprovação da NOVACAP.

### 4.2.2 Condições das Camadas da Estrutura do Pavimento

O dimensionamento implica, também, que sejam inteiramente satisfeitos os requisitos de controle e recebimento, conforme as Instruções de execução da NOVACAP.

### 4.2.3 Infraestrutura das Vias

Pressupõe-se que as vias a serem pavimentadas sejam dotadas de toda a infraestrutura, redes de água e esgoto e captação de água superficial, executadas de acordo com as especificações de serviço dos órgãos competentes.

## 4.3 DIMENSIONAMENTO PELO MÉTODO DE BLOCOS INTERTRAVADOS

O revestimento em bloquete ou paralelepípedo absorvem menos calor em relação ao CBUQ. Os pavimentos de blocos pré-moldados de concreto para vias urbanas são dimensionados por dois métodos de cálculo preconizados pela ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland.

Os métodos utilizam-se, basicamente, de dois ábacos de leitura direta, fornecendo as espessuras necessárias das camadas constituintes do pavimento de blocos pré-moldados.

A escolha do método de dimensionamento do pavimento da via ficará entre as duas opções propostas a seguir, em função do número "N" de solicitações do eixo simples padrão.

Os métodos citados devem ser utilizados respeitando as seguintes considerações:

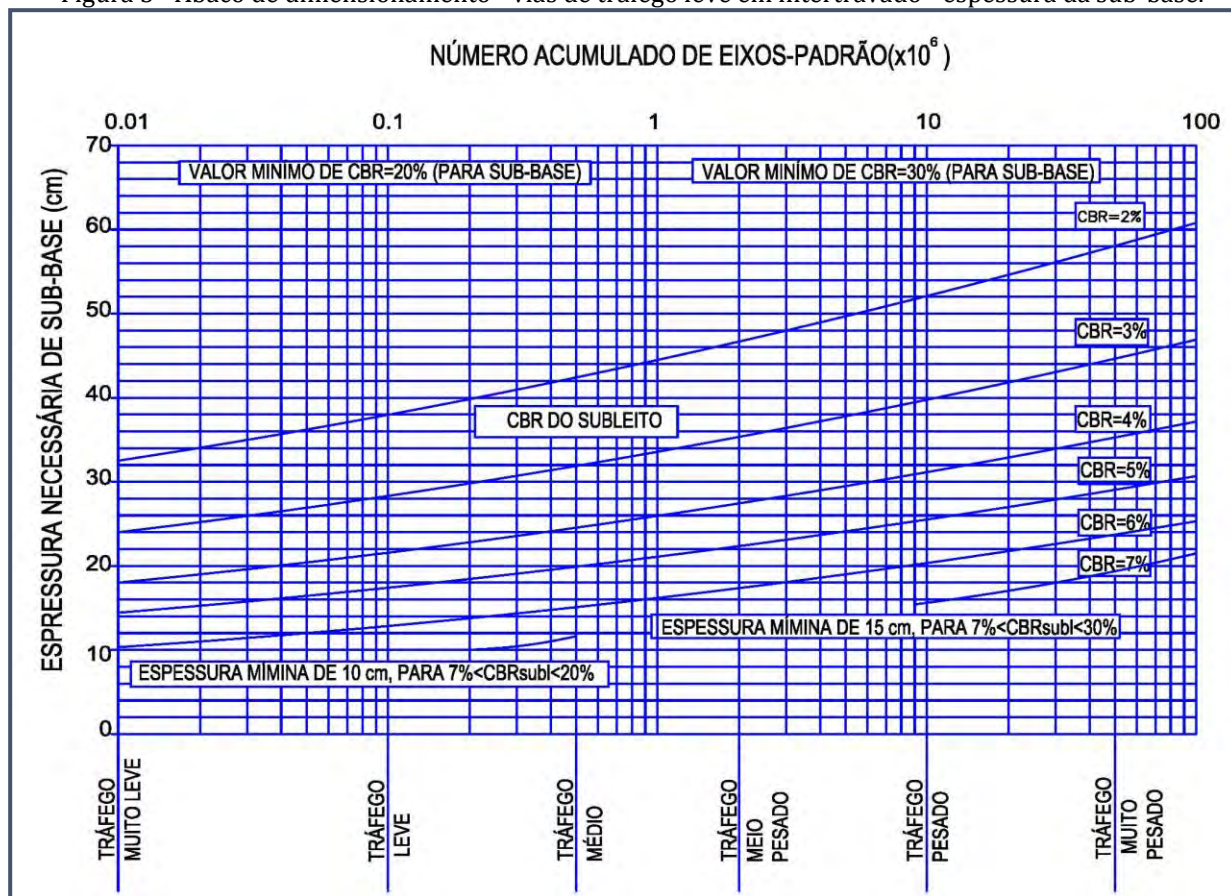
- Procedimento A (ABCP- ET27):

Sua utilização é mais recomendada para vias com as seguintes características:

- Vias de tráfego muito leve e leve com N característico até  $10^5$  solicitações do eixo simples padrão, por não necessitar de utilização da camada de base, gerando, portanto, estruturas esbeltas e economicamente mais viáveis em relação ao procedimento B;
- Vias de tráfego meio pesado a pesado com N característico superior a  $1,5 \times 10^6$  em função do emprego de bases cimentadas, sendo tecnicamente mais adequado do que o procedimento A.

A Figura 5 a seguir mostra o ábaco de dimensionamento de pavimento intertravado a ser utilizado quando se adota o Procedimento A (ABCP – ET27) para determinação da espessura da camada de sub-base.

Figura 5 - Ábaco de dimensionamento - vias de tráfego leve em intertravado - espessura da sub-base.



Fonte: IP-06 (PSMSP).

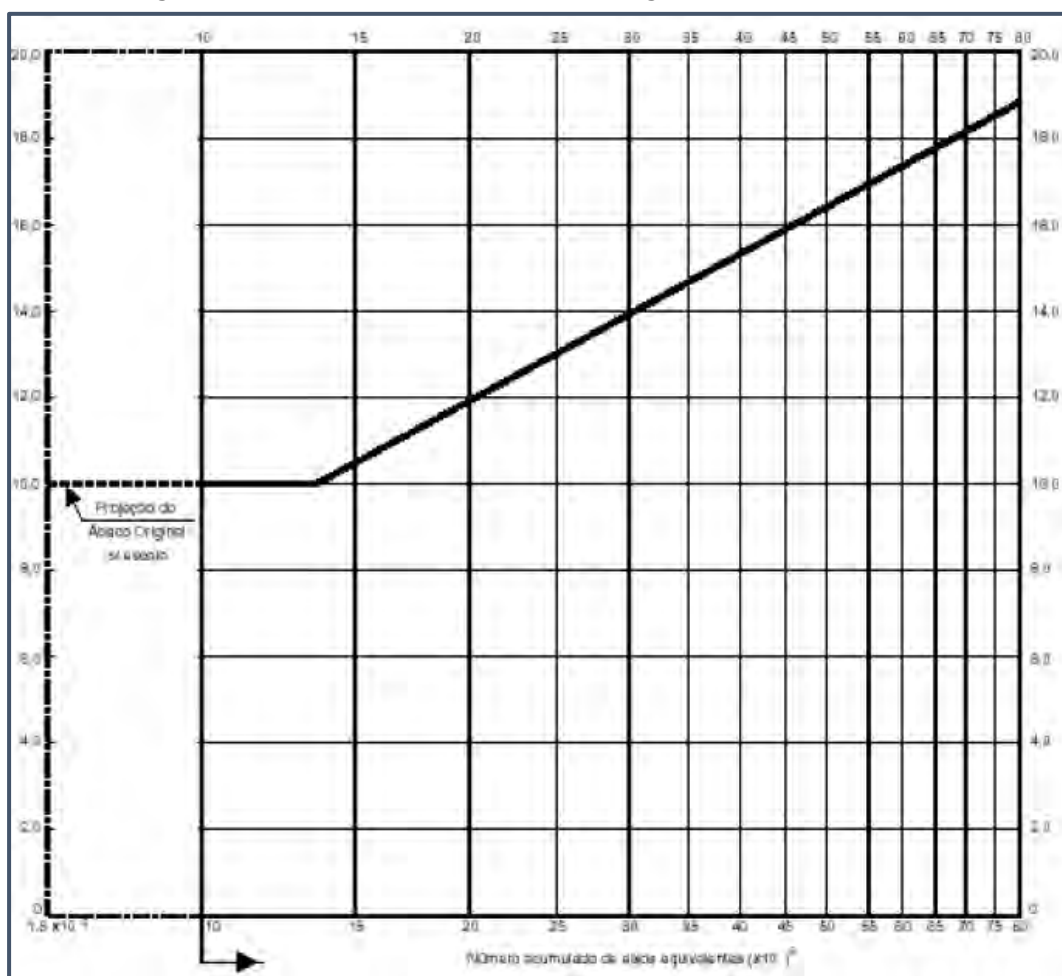
- Procedimento B (PCA - Portland Cement Association):

Sendo mais indicado para o dimensionamento de vias de tráfego médio a meio pesado com "N" típico entre  $5 \times 10^5$  e  $1,5 \times 10^6$  solicitações, em função da utilização de bases granulares

que geram estruturas mais seguras, adotando o princípio de que as camadas do pavimento a partir do subleito sejam colocadas em ordem crescente de resistência, de modo que as deformações por cisalhamento e por consolidação dos materiais reduzam a um mínimo as deformações verticais permanentes.

A Figura 6 a seguir mostram o ábaco de dimensionamento de pavimento intertravado a ser utilizado quando se adota o Procedimento B (PCA – Portland Cement Association).

Figura 6 – Ábaco de dimensionamento -Tráfego médio em intertravado.



Fonte: IP-06(PMSP).

Assim, quando a via for classificada como de Tráfego Leve com N característico =  $10^5$  o procedimento A é o que melhor se adequa para este tipo de via considerando um número N de  $10^5$ . Quando a via for classificada como de Tráfego Médio, esta será dimensionada em conformidade com o Procedimento B.

Na Tabela 13 a seguir, o método apresenta em função do tráfego, como se determina a espessura do bloco intertravado e a sua resistência a compressão simples respectivamente

Tabela 13: Espessura e Resistência dos Blocos de Concreto para Revestimento.

<i>TRÁFEGO</i>	<i>ESPESSURA REVESTIMENTO</i>	<i>RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES</i>
$N \leq 5 \times 10^5$	6,0 cm	35 MPa
$5 \times 10^5 < N < 10^7$	8,0 cm	35 a 50 MPa
$N > 10^7$	10,0 cm	50 MPa

Fonte: IP-06 (PMSP).

- Dimensionamento para Tráfego Leve – Revestimento em Bloco Intertravado (ABCP – Procedimento A) –  $CBR_{proj} = 10\%$ :

A via a ser pavimentada com blocos pré-moldados de concreto, classificada como via de Tráfego Leve ( $N$  Característico =  $10^5$ ) em relação à expectativa de solicitações do eixo padrão. Os estudos geotécnicos indicaram valor de CBR Projeto = 10%. Devido a heterogeneidade dos materiais de sub-base e visando dar maior segurança haverá a necessidade de adoção de uma camada de sub-base com  $CBR \geq 30\%$ .

Empregando o CBR de sub-leito e o tipo de tráfego leve obtêm-se a espessura mínima de 12 cm com material de sub-base. De acordo com o ábaco de dimensionamento, a espessura encontrada e adotada para o empreendimento foi de “12 cm”, com material de  $CBR \geq 30\%$ .

Para o valor de  $N$  Característico =  $10^5$ , portanto inferior a  $1,5 \times 10^6$ , não é necessária a camada de base. Desta forma, os materiais adotados no dimensionamento serão:

- Para a camada de rolamento com blocos pré-moldados (definida em função de tráfego, conforme Tabela 9), é definida uma espessura de 6,0 cm (Tabela 13), com resistência a compressão simples de 35 MPa.
- Para a camada de assentamento de areia compactada, é definida uma espessura de 5 cm;
- Para a camada de sub-Base tem se a definição de 12 cm de espessura mínima para composição das camadas do pavimento.

#### **4.4 VIA LOCAL EM PAVIMENTO INTERTRAVADO**

A seguir, apresentaremos um resumo do Residencial Village Golden Green e sua respectiva classificação de tráfego:

- VIA: Local Residencial;
- TIPO DE TRÁFEGO: Leve intertravado;

- PERÍODO DE PROJETO: 10 Anos;
- SUBLEITO:  $CBR_{proj} = 10\%$ ;
- $N = 10^5$  solicitações do eixo simples padrão;
- Espessura mínima de 12 cm na Sub-base.

Os blocos deverão ser produzidos por processos que assegurem a obtenção de peças de concreto, suficientemente homogêneas e compactas, de modo que atendam ao conjunto de exigências deste dimensionamento especificamente no tocante às normas EM-06, NBR-9780 e NBR-9781.

As peças não devem possuir trincas, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento e sua resistência e devem ser manipuladas com as devidas precauções, para não terem suas qualidades prejudicadas.

#### 4.5 CÁLCULO DAS ESPESSURAS DAS CAMADAS DO PAVIMENTO

Os estudos geotécnicos indicaram um valor de  $CBR_{proj} = 10\%$ . Portanto, observando o ábaco da (Figura 5) haverá a necessidade de adoção de uma camada de sub-base de 12 cm com  $CBR \geq 30\%$ . Com isso, adotaram-se os seguintes valores, conforme a Tabela 14 abaixo.

- LOCAL: Residencial Village Golden Green;
- TIPO DE TRÁFEGO: Leve Intertravado;
- SUBLEITO:  $CBR_{proj} = 10\%$ ;
- ENERGIA: Proctor Intermediário;
- ESPESSURA TOTAL: 23,0 centímetros.

Tabela 14: Resumo das Espessuras das Camadas do Pavimento.

VIA LOCAL - TRÁFEGO LEVE - PAV. INTERTRAVADO	
ESPESSURA (cm)	CAMADA
6,0	Revestimento em blocos intertravados de concreto Resistência à compressão simples $\geq 35\text{MPa}$ .
5,0	Camada de assentamento em areia compactada.
-	Imprimação-Emulsão Asfáltica do Tipo EAI-Taxa estimada de $1,2\text{ l/m}^2$ .
12,0	Sub-Base: Cascalho, com $CBR \geq 30\%$ e expansão $\leq 1,0\%$ (Energia Intermediária de Compactação); $GC \geq 100\%$ .
15,0	Regularização e Compactação de Sub-leito com $CBR \geq 9\%$ , $GC \geq 100\%$ do Proctor Intermediário.

Fonte: TT Engenharia.



## 5. BIBLIOGRAFIA

NOVACAP (2019). Termo de Referência para Elaboração de Projeto Básico e Executivo de Pavimentação de Vias e Ciclovias. Brasília, DF.

AASHTO (1986). Guide for Design of Pavement Structures. American Association of State Highway and Transportation Officials. Appendix K: Typical Pavement Distress Type-Severity Descriptions. Washington, D.C.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 6459 – Determinação do limite de liquidez dos solos – Método de ensaio.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7180 – Determinação do limite de Plasticidade de Solos – Método de ensaio.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7181 – Análise Granulométrica de Solo – Método de ensaio.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 6484 – Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos – Método de Ensaio.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7182/86: solo: ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 1986. 10 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6508/84: solo: determinação da massa específica aparente. Rio de Janeiro, 1984 d. 8 p.

IP-01 – Instrução Geotécnia (PMSP).

IP-02 – Classificação das Vias (PMSP).

IP-06 – Dimensionamento de Pavimentos com Blocos Intertravados de Concreto (PMSP).

**6. ANEXOS**

**6.1 ANEXO I – ART (PROJETO E ENSAIOS)**

**6.2 ANEXO II - ENSAIOS GEOTÉCNICOS**

**6.3 ANEXO III – DESENHOS TÉCNICOS**