



**UNIFEOB**

Centro Universitário da Fundação de Ensino Octávio Bastos

**ENGENHARIA CIVIL**

**PROJETO INTEGRADO**

Solos e Topografia

SÃO JOÃO DA BOA VISTA, SP  
MAIO, 2022



**UNIFEOB**

Centro Universitário da Fundação de Ensino Octávio Bastos

**ENGENHARIA CIVIL**

**PROJETO INTEGRADO**

Solos e Topografia

Trabalho apresentado para o fechamento do módulo 05 – Solos e Topografia, pelo Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário da Fundação de Ensino Octávio Bastos (UNIFEOB).

Alunos:

Gabriel Fernando Rodrigues Catini, RA 20000682

Gustavo Alves de Carvalho, RA 20001275

Marco Antônio Sierro, RA 22000905

Vinícius Oliveira, RA 20001736

Yuri Martinatti de Oliveira Fermino, RA 20001829

SÃO JOÃO DA BOA VISTA, SP  
ABRIL, 2022

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1: Trecho da Avenida Brasília.</b>	<b>5</b>
<b>Figura 2: Perfil Topográfico</b>	<b>7</b>
<b>Figura 3: Bacia Hidrográfica</b>	<b>8</b>
<b>Figura 4: Relação Tempo/Vazão</b>	<b>10</b>
<b>Figura 5: Município de SJBV</b>	<b>11</b>
<b>Figura 6: Gráfico de curva granulométrica com base em uma amostra de solo do local.</b>	<b>13</b>
<b>Figura 7: Gráfico do limite de liquidez de uma amostra de solo do local.</b>	<b>14</b>
<b>Figura 8: Trecho do córrego que antecede a avenida.</b>	<b>15</b>
<b>Figura 9: Serviço de prevenção a enchentes em córregos em Guaianases.</b>	<b>15</b>

**SUMÁRIO**

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>ESTUDO E ANÁLISE TOPOGRÁFICO</b>	<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b>PERFIL TOPOGRÁFICO</b>	<b>7</b>
<b>2.2</b>	<b>RELEVO</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>EXPLORAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA</b>	<b>8</b>
<b>3.1</b>	<b>TEMPO DE CONCENTRAÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>3.2</b>	<b>TEMPO DE PICO</b>	<b>9</b>
<b>3.3</b>	<b>VAZÃO DE PICO</b>	<b>9</b>
<b>3.4</b>	<b>DADOS LOCAIS COM RELAÇÃO AO ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO</b>	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>12</b>
<b>4.1</b>	<b>1º ENSAIO: CURVA GRANULOMÉTRICA</b>	<b>13</b>
<b>4.2</b>	<b>2º ENSAIO: LIMITE DE LIQUIDEZ</b>	<b>13</b>
<b>5.</b>	<b>PROPOSTA DE INTERVENÇÃO</b>	<b>14</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>16</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Na cidade de São João da Boa Vista, interior de São Paulo, encontra-se uma avenida conhecida por problemas recorrentes com relação a alagamentos e por esse motivo, algumas das propriedades do local acabaram sendo desvalorizadas. Por outro lado, há um empreendimento em pleno funcionamento e que, com a prestabilidade de profissionais da área de engenharia, atingiu sucesso ao analisar o local e definir o que seria feito a fim de intervir na questão que impedia a absoluta atividade do estabelecimento. Desse modo, subentende-se que a finalidade deste artigo é salientar todo e qualquer tipo de estudo que averigue as possíveis causas do inconveniente situação de alagação e propor intervenções que permitam reverter este quadro.

Para tal, é de suma importância uma breve apresentação do local através de um levantamento fotográfico realizado nos primórdios do estudo. Observe.



Figura 1: Trecho da Avenida Brasília.

Por intermédio deste levantamento foi realizada uma discussão que visou propor ideias variadas acerca dos possíveis causadores e praticáveis intervenções. Vale ressaltar que este processo de ideação se deu de modo superficial, a fim de

promover uma ampliação na gama de ideias. Com isso, foram elencadas as seguintes causas:

- **Impermeabilidade do solo;**
- **Sistema de drenagem defasado;**
- **Acumulo de lixo;**
- **Perfil topográfico;**
- **Alto índice pluviométrico;**
- **Desmatamento; e**
- **Construções irregulares.**

Logo, foi possível estabelecer prováveis intervenções:

- **Utilização de bacias de retenção;**
- **Captação de água da chuva;**
- **Utilização de pisos permeáveis;**
- **Replanejamento urbano; e**
- **Desassoreamento do córrego central.**

O resultado obtido direcionou os rumos da pesquisa, possibilitando o seu seguimento.

É importante frisar que o processo de estudo se deu de modo a afunilar a gama de ideias pré-estabelecidas, ou seja, com o decorrer das pesquisas novas conclusões foram alcançadas.

## **2. ESTUDO E ANÁLISE TOPOGRÁFICO**

Para a obtenção de dados atrelados a relevo e perfil topográfico foi utilizada uma plataforma denominada Google Earth, capaz de orientar o usuário através de um mapa global, definindo parâmetros essenciais como altitude, distância, área, entre outros. Dessa forma, o estudo se torna viabilizado.

## 2.1 Perfil topográfico

Pode ser representado por um gráfico e relaciona a distância (eixo x) com a elevação (eixo y). Observe na imagem a seguir.

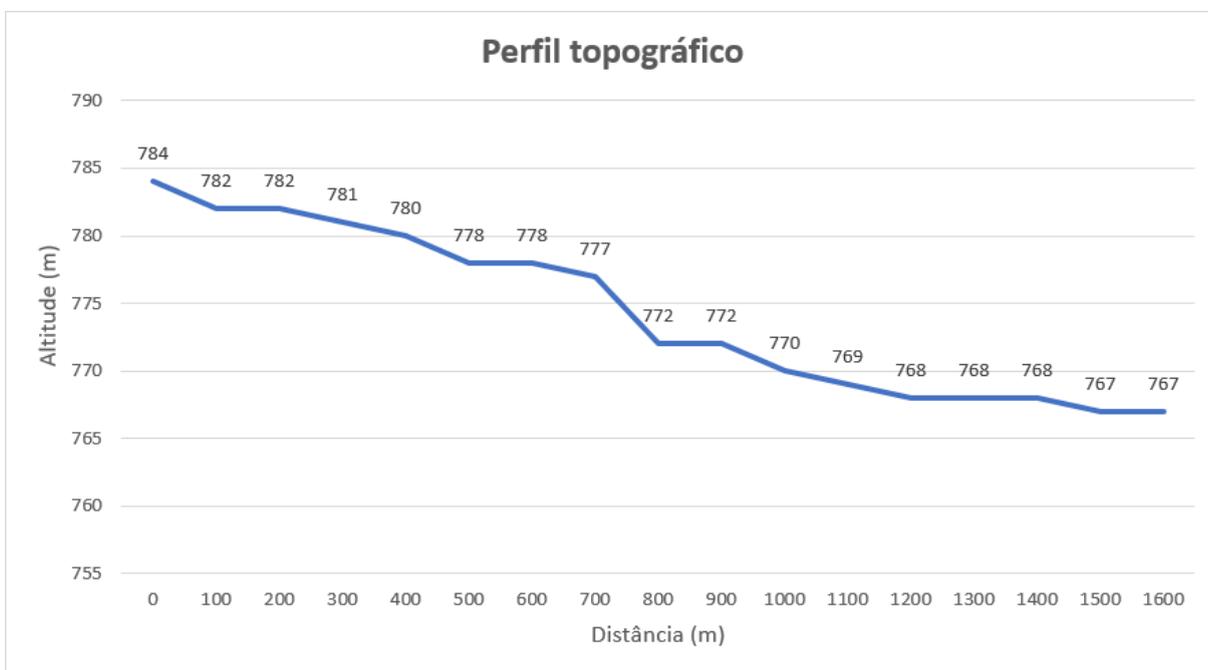


Figura 2: Perfil Topográfico

## 2.2 Relevo

Se dá através de uma expressão numérica que define a elevação que um determinado ponto no mapa possui com relação ao nível do mar. Tal análise tem como objetivo possibilitar o estudo do escoamento da água, permitindo mapear a bacia hidrográfica que abarca a referida região.

Após um estudo minucioso destes dois parâmetros supracitados, nota-se que há uma amplitude considerável entre a elevação máxima e a mínima. Por conta disso, entende-se que a topografia do local é um fator predominante na colaboração da

elevação dos níveis d'água na avenida, uma vez que todo o produto das chuvas se deságua nela.



### 3. EXPLORAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

De maneira geral, quando há necessidade de um estudo voltado para o comportamento das águas pluviais é fundamental delimitar a chamada Bacia hidrográfica. Ela, por sua vez, determina a área de contribuição pluviométrica com base na elevação a fim de estabelecer dados como volume de água que se esco por um intervalo de tempo definido, precipitação média, intensidade pluviométrica, vazão de pico, entre outros fatores. Veja a seguir a formulação dos dados obtidos e sua comprovação através do Google Earth.

- **L (km)** = 6,17 km;
- **A (km<sup>2</sup>)** = 12,7 km<sup>2</sup>;

- **Cota A** = 973 m;
- **Cota B** = 791 m;
- $\Delta H$  = 202 m.

Sendo:

- **L**: o comprimento do canal mais extenso da bacia;
- **A**: a área da bacia;
- $\Delta H$ : diferença entre cotas.

Para a obtenção de dados mais específicos, verificou-se uma série de fatores influentes no quesito comportamento hidrográfico da bacia. São eles:

### 3.1 Tempo de Concentração

É o tempo necessário para toda a área da bacia contribuir com o escoamento superficial até um determinado ponto. Com base nos dados, têm-se:

$$TC = 57. \left( \frac{6,17^3}{202} \right)^{0,385}$$

$$TC = 60,40 \text{ Min ou } 1,006 \text{ hora}$$

### 3.2 Tempo de Pico

É o tempo necessário para alcançar a maior vazão. Dessa forma, entende-se que:

$$\begin{aligned} TP &= (0,5 * TR) + (0,6 * TC) \\ TP &= (0,5 * 0,2516) + (0,6 * 1,006) \\ TP &= 0,7294 \text{ h ou } 43,7 \text{ min} \end{aligned}$$

### 3.3 Vazão de Pico

É a máxima vazão ocorrente em uma seção (exutório) de uma bacia hidrográfica. Sendo assim, afirma-se que:

$$QP = \frac{2 \cdot 12,7}{1,9} = \frac{25.400.000}{6.840} = 3,71 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sendo:

**TC:** tempo de concentração;

**TP:** tempo de pico;

**QP:** vazão de pico.

A fim de estabelecer uma relação direta entre o tempo e a vazão, formulou-se este gráfico:

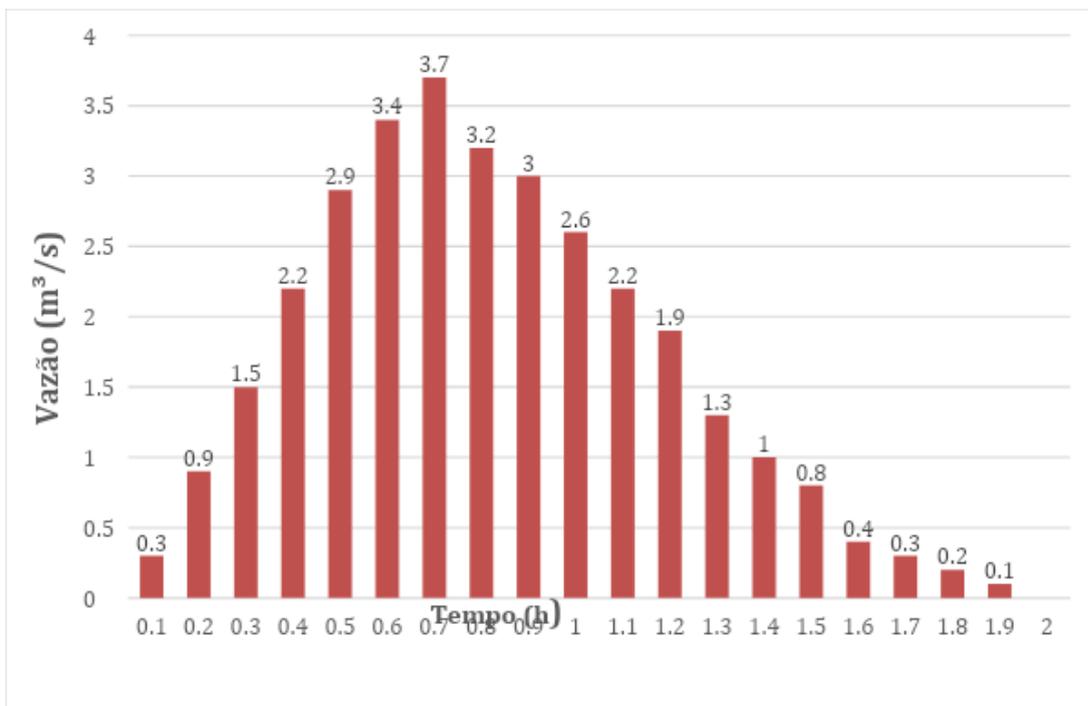


Figura 4: Relação Tempo/Vazão

É notório que, conforme o comprovado através do cálculo, a vazão máxima ocorrerá após 0,7h (43 min) do início da chuva e será equivalente a 3,7 m<sup>3</sup>/s.

### 3.4 Dados locais com relação ao índice pluviométrico

O município de São João da Boa Vista conta com três estações pluviométricas responsáveis por abrigar dados com mais de 80 anos de extensão. Desse modo, é possível estabelecer uma média capaz de subsidiar as praticáveis intervenções na avenida.

Após a elaboração deste estudo, obtiveram-se os seguintes dados:

Estação	Média pluviométrica (mm)	Área de contribuição (m <sup>2</sup> )
1	1300,08	5.098.604
2	1460,14	9.241.628
3	1656,12	23.531.995

Observe na imagem a seguir:

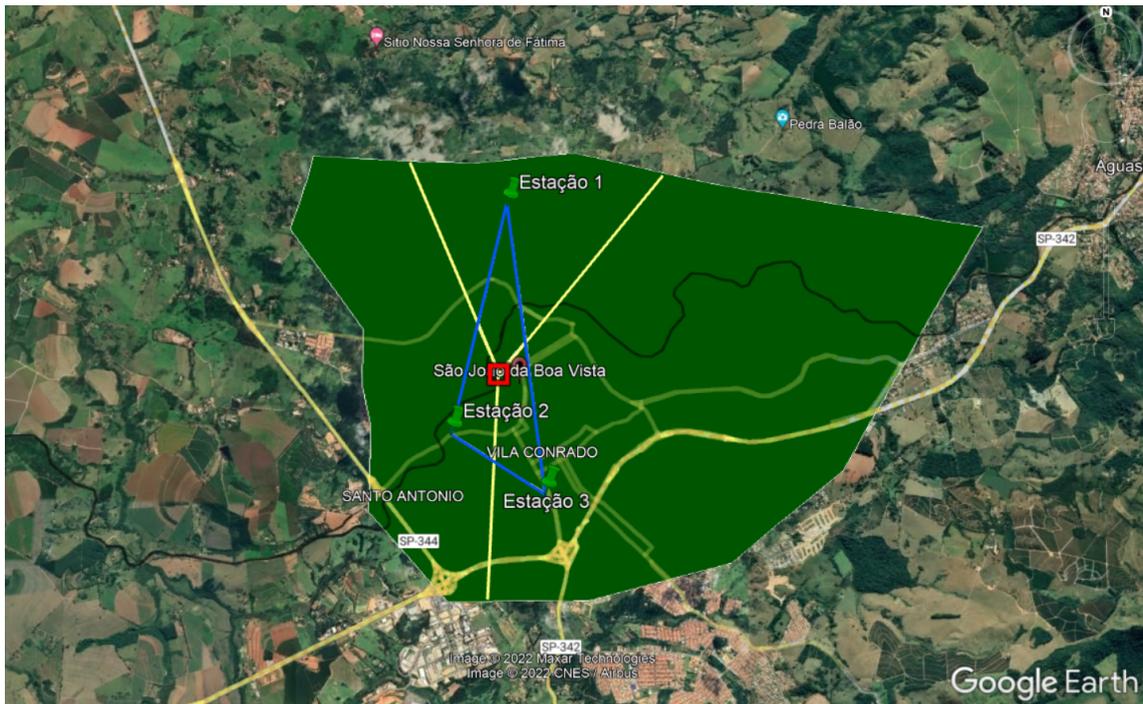


Figura 5: Município de SJBV

Para a obtenção da média pluviométrica, basta seguir os parâmetros abaixo:

$$P_{mt} = \frac{1656,12 + 1460,14 + 1300,08}{3} = 1472,11 \text{ mm}$$

Sendo assim, pode-se afirmar que a média pluviométrica anual do município é equivalente a 1472,11 mm.

Tendo como base o que foi pré-estabelecido no seguimento bacias hidrográficas, pode-se elencar as decorrentes conclusões:

- Devido ao  $\Delta H$  elevado, é inerente que o tempo de concentração deve ser baixo, ou seja, sistemas de drenagem devem comportar não só uma quantidade considerável de água, mas também um escoamento sob uma ação gravitacional, elevando sua velocidade;
- Outro fator predominante é a composição natural da bacia, sendo

caracterizada por certa densidade em áreas de vegetação, o que colabora de forma significativa na retenção do escoamento em alguns pontos específicos;

- A média pluviométrica anual do município é elevada se comparada a cidades como São Paulo (1356 mm) e Rio de Janeiro (1252 mm).

## 4. RESULTADOS

Com base nos estudos topográficos e análise da bacia hidrográfica notou-se a necessidade de limitar a área de intervenção, buscando desenvolver uma pesquisa mais aprofundada. Para esse fim, foi investigado o solo do local com o intuito de direcionar os esforços.

Observe o que foi produzido:

### 4.1 1º Ensaio: Curva granulométrica

A finalidade deste estudo é classificar o solo com base no diâmetro dos grãos e identificar os seus percentuais, determinando o tipo de solo. São eles:

ABNT									
PEDREGULHO			AREIA				SILTE	ARGILA	
G	M	F	G	M	F				
60	20	6	2,0	0,6	0,2	0,06	0,002	0	

## Curva Granulométrica

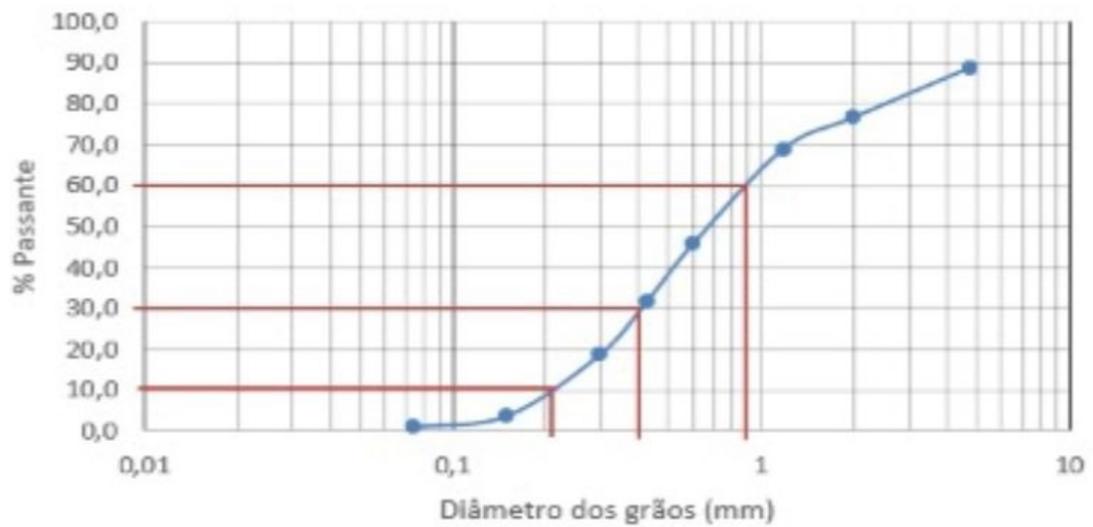


Figura 6: Gráfico de curva granulométrica com base em uma amostra de solo do local.

### 4.2 2º Ensaio: Limite de Liquidez

É realizado para determinar o percentual máximo de água no solo sem haver perda de consistência.

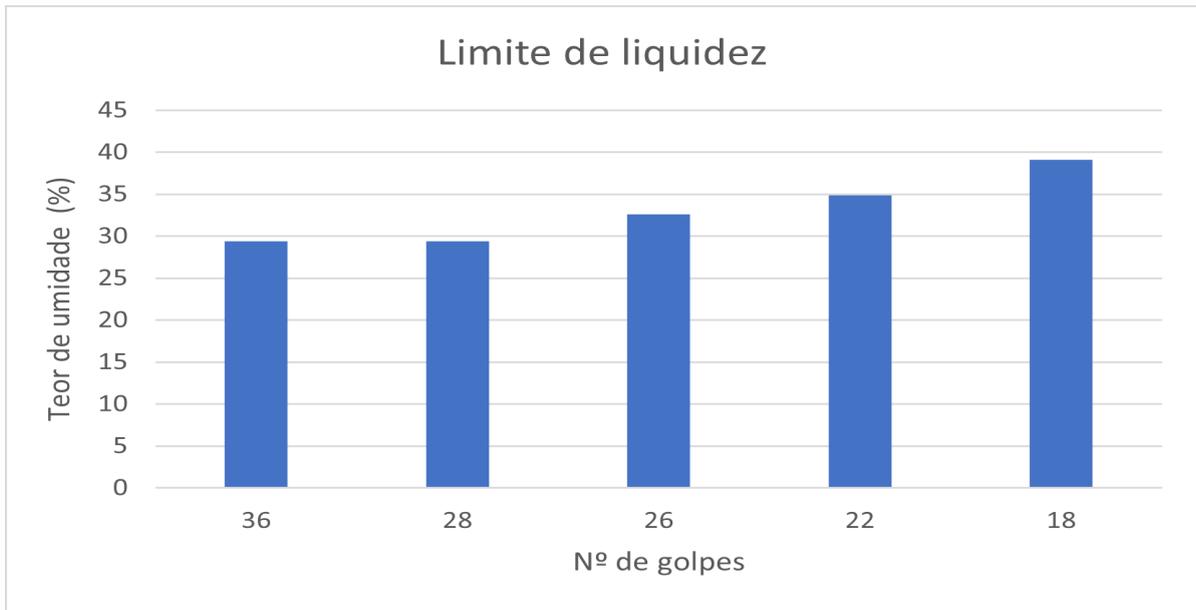


Figura 7: Gráfico do limite de liquidez de uma amostra de solo do local.

## 5. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

Com base no que foi abordado, evidencia-se a necessidade de uma proposta que esteja voltada para a viabilização do escoamento das águas pluviais na avenida. Para isso, entende-se que uma possível intervenção seria o desassoreamento de um trecho específico do córrego que antecede o local apresentado e a aplicação, no talude, de um material que permita a retenção da água e diminua a velocidade de escoamento, além de propiciar um índice de vazios considerável. Veja a seguir ilustrações que se referem a tal intervenção.



Figura 8: Trecho do córrego que antecede a avenida.



Figura 9: Serviço de prevenção a enchentes em córregos em Guaianases.

**REFERÊNCIAS**

CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos Solos e suas Aplicações**. 6 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1984) **ABNT NBR 7181**: SOLO – Análise granulométrica. Rio de Janeiro/RJ.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1984) **ABNT NBR 6459**: SOLO – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro/RJ.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1984) **ABNT NBR 7180**: SOLO – Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro/RJ.