# Estudo Hidrológico e Geológico para projeto de obras hidraúlicas

## Ponte entre a BR - 468 e a Rua Vinte e Cinco de Julho

### Dados do empreendimento

**Município:** Três Passos
**CNPJ:** 87.613.188/0001-21
**Curso d'água:** Lajeado Canhada Funda
**Bacia Hidrográfica:** Turvo

**Lucas Wolski**
**Geólogo**
**CREARS 264508**

## 1. Introdução

Este estudo hidrológico visa analisar as condições da bacia de contribuição do Lajeado Canhada Funda, no município de Três Passos/RS, com o objetivo de subsidiar o dimensionamento e a verificação hidráulica da obra de travessia — ponte entre a rodovia BR - 468 e a Rua Vinte e Cinco de Julho, no bairro Santa Inês.

A elaboração do estudo considera dados topográficos, características físicas da bacia, uso e ocupação do solo, dados pluviométricos históricos e a aplicação de métodos consagrados em hidrologia, seguindo as normas ABNT e recomendações do DNIT. O resultado apresentado representa a condição crítica de escoamento para eventos com período de retorno de 100 anos, visando segurança da infraestrutura e mitigação de riscos associados a enchentes e sobrecarga do sistema de drenagem.

Do ponto de vista geológico, a bacia assenta sobre formações basálticas da Bacia do Paraná, com solos predominantes do tipo Latossolo Vermelho distroférrico e Gleissolo orginados das fácies Capanema e Cordilheira Alta, que conferem características particulares de infiltração e escoamento superficial.

A rede de drenagem apresenta padrão predominantemente dendrítico, com o Lajeado Canhada Funda exercendo função de talvegue principal, drenando no sentido nordeste-sudeste até sua confluência com o Lajeado Erval Novo. A mata ciliar, ainda presente em trechos médios e inferiores da bacia, exerce importante função na estabilidade marginal e na qualidade da água, filtrando sedimentos e reduzindo o carreamento de poluentes difusos de origem agrícola e urbana.

## 1.1. Localização da obra

Ponte entre a BR - 472 e a Rua Vinte e Cinco de Julho, no bairro Santa Inês, Três Passos.



*Figura 1: Ponte atual do local*

## 1.2.Justificativa técnica

A construção da ponte sobre o Lajeado Canhada Funda, justifica-se pela necessidade de melhorar a mobilidade e segurança viária na região. Com a implantação da nova ponte, será possível estabelecer um acesso direto e mais curto à área industrial, reduzindo o tráfego pesado nas vias locais e otimizando o escoamento de cargas, o que traz benefícios tanto logísticos quanto sociais e ambientais.

### 1.3. Imagem ou mapa de localização com coordenadas

A obra proposta esta localizada nas coordenadas geográficas 27°27'55"S - 53°56'05"W.

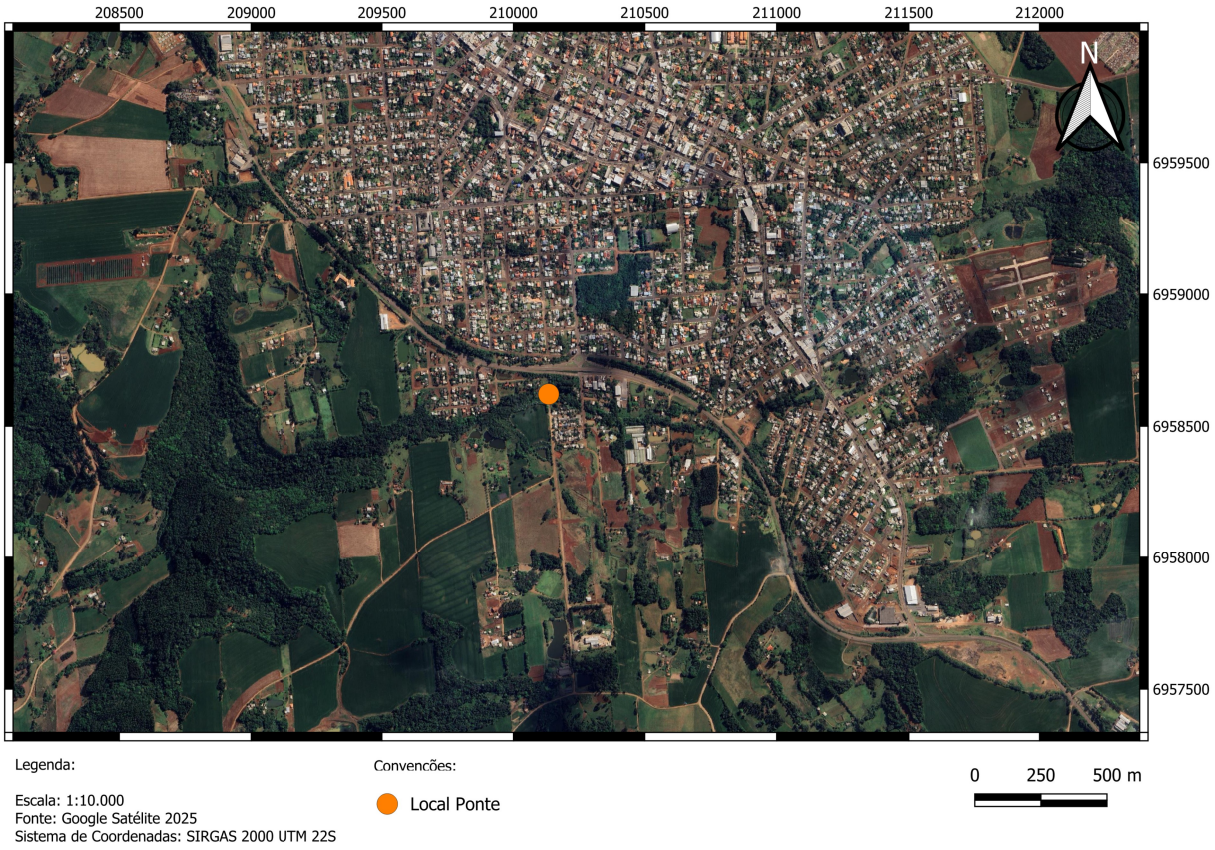



*Figura 2: Localização*

## 2. Revisão da área

- **2.1 - Descrição das características da bacia hidrográfica**

A bacia de contribuição do Lajeado Canhada Funda possui relevo suavemente ondulado a ondulado, predominando usos do solo voltados a agricultura, áreas urbanizadas e mata ciliar ao longo dos cursos d'água. O clima local é subtropical úmido (Cfa – Köppen), com precipitação regular, embora nos últimos anos tem se observado um inverno mais chuvoso e um verão mais seco.

A rede de drenagem apresenta padrão predominantemente dendrítico, com o Lajeado Canhada Funda exercendo função de talvegue principal, drenando no sentido nordeste-sudeste até sua confluência com o Lajeado Erval Novo.

- **2.2 - Nome do rio e a bacia em que está inserido**

O curso hídrico estudado é o Lajeado Canhada Funda, integrante da Bacia Hidrográfica do Rio Turvo, afluente do Rio Uruguai.

- **Área de drenagem**

A área de contribuição da bacia foi delimitada por meio de análise planialtimétrica no software QGIS 3.40, com apoio de curvas de nível do IBGE e MDT. O valor adotado para o projeto é de:

**A = 9,273 km²**




*Figura 1: Figura 3: Área de Drenagem*

- **Comprimento Talvegue principal**

Com base na análise morfométrica e na delimitação hidrologicamente consistente da bacia, o talvegue principal foi definido tendo como sua nascente o Lago Frei Ivo, por representar o ponto de contribuição mais a montante e a oeste da área de drenagem. Este marco inicial, embora receba aportes de outras nascentes urbanas localizadas nas proximidades da Unijuí, Bosque Érico Veríssimo e Bosque Villareal, foi adotado como referência para assegurar a representatividade integral do sistema de drenagem. Dessa forma, o valor considerado o mais fidedigno para caracterizar a extensão do curso d'água

principal, servindo como base confiável para os subsequentes cálculos de declividade, tempo de concentração e vazão de projeto.

**L = 5.806,702 m**

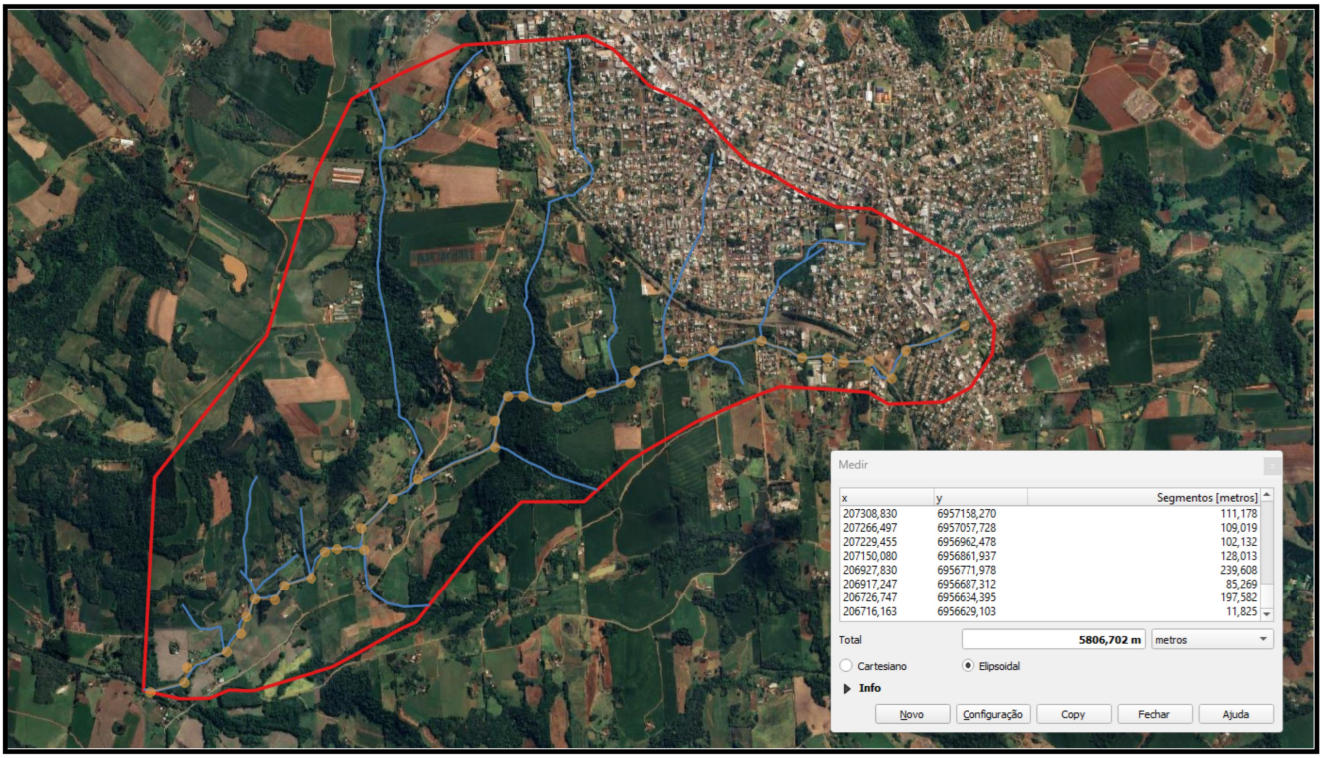



*Figura 2: Comprimento do talvegue e bacia de contribuição*

- **Declividade**

$$Iequ = \frac{dh}{L}$$

Substituindo:

$$Iequ = \frac{180,26}{5806,72} \quad Iequ = 0,03103$$

Convertendo para porcentagem:

Iequ = 3,10%

- **Tempo de concentração: apresentação do método adotado; justificar a escolha do método e apresentar valor utilizado**

Para pequenas bacias com uso rural e urbano misto, adotou-se a fórmula de Kirpich (1940), recomendado pelo DNIT para bacias com drenagem definida:

$$Tc = 0{,}000325 . L^{0,77} . S^{-0,385}$$

$$Tc = 0{,}000325 \times 166{,}640{,}77 x 0{,}0378^{-0,385}$$

**Tc = 52,9 minutos**

A escolha do método de Kirpich justifica-se pela sua ampla aplicação em bacias de pequeno a médio porte, com áreas inferiores a 5.000 ha e relevo moderado, condições similares às da bacia em estudo. O tempo de concentração obtido foi de 52,9 minutos, representando o tempo necessário para que toda a bacia contribua para o escoamento no exutório, sob condições de chuva uniforme. Este parâmetro é fundamental para a determinação da intensidade de precipitação crítica no Método Racional, assegurando que a vazão de pico seja adequadamente representada para o dimensionamento hidráulico da obra.

## 2.2 – Intesidade de chuva

- **Apresentação dos postos pluviométrico que foram utilizados no estudo**

Os dados utilizados foram retirados do banco de dados da Agência Naciona de Águas – ANA, para a estação pluviométria de Três Passos de Código 2753009.

O clima local é subtropical úmido (Cfa – Köppen), com precipitação regular, embora nos últimos anos tem se observado um inverno mais chuvoso e um verão mais seco.

- **Apresentação do processamento dos dados pluviométricos**

  Os dados analisados foram organizados em tabelas de área representando

  Sendo divididos na série história em precipitação mensal e anual acumulada, assim como a série histórica de dias de chuva ocorrida no mês.

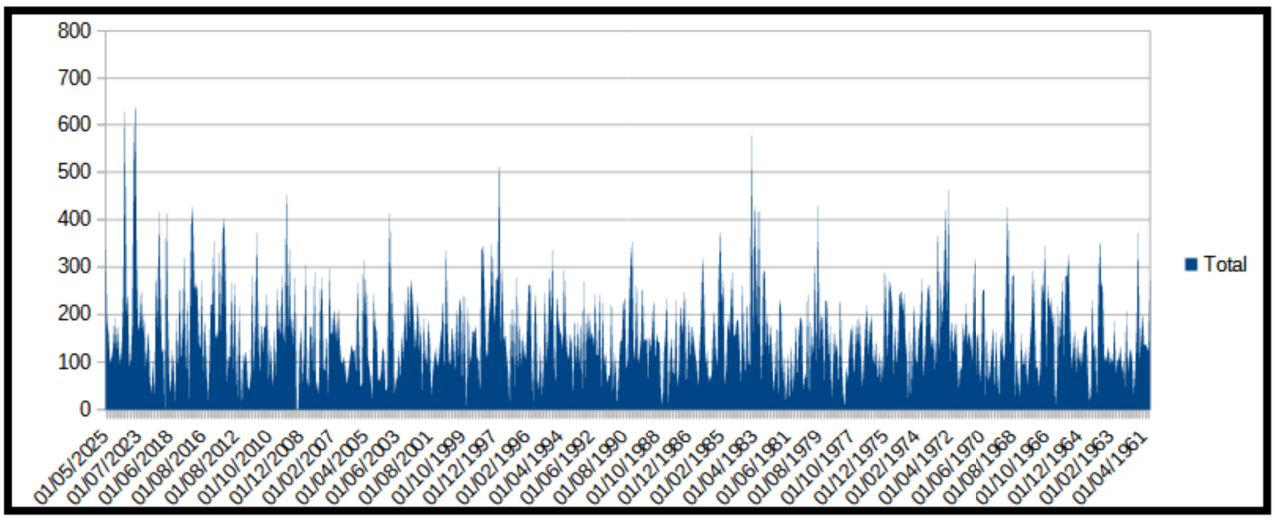



*Figura 3: Série Histórica de precipitação mensal acumulada*

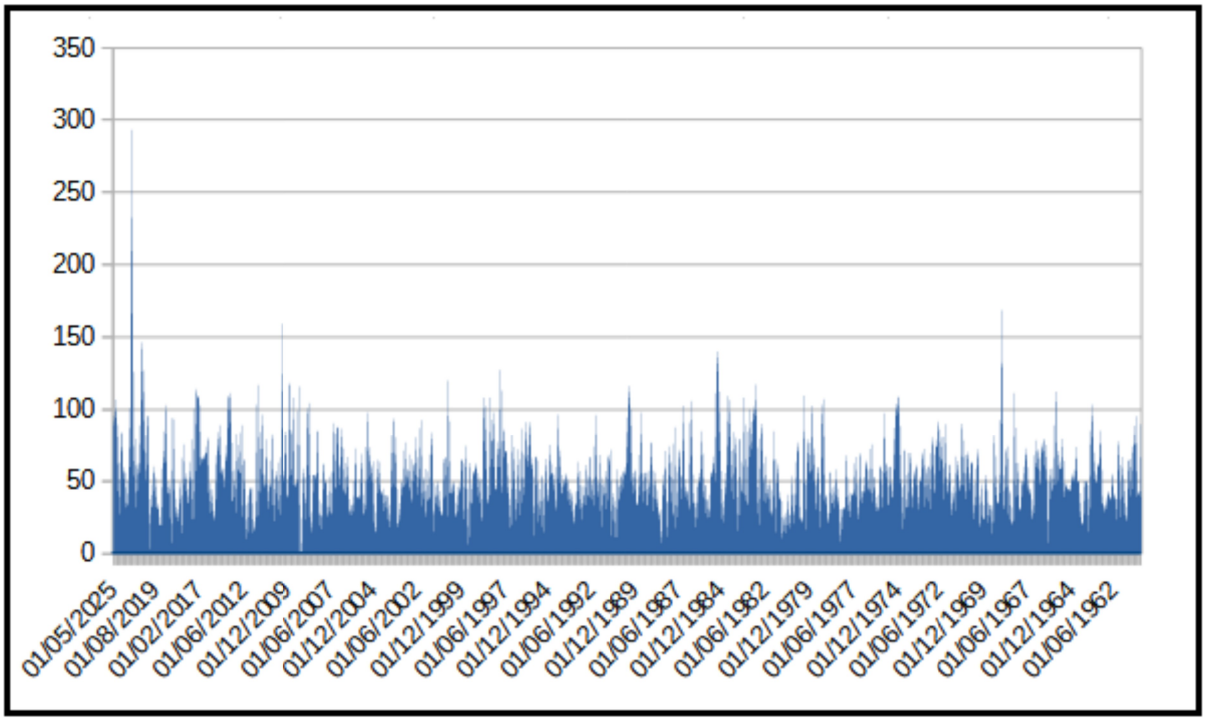



*Figura 6: Série histórica de precipitação máxima diária acumulado*

- **Coeficiente de escoamento (C)**

Com base na análise da área de contribuição, foi possível caracterizar a composição do uso e ocupação do solo da bacia, um fator determinante para o comportamento hidrológico local. Estima-se que aproximadamente 30% da área total seja classificada como área urbana, compreendendo

principalmente as contribuições provenientes da nascente do Lago Frei Ivo e da drenagem originada nas nascentes localizadas nos arredores da Unijuí, do Bosque Érico Veríssimo e do Bosque Villareal. Estas áreas, caracterizadas por superfícies majoritariamente impermeáveis, como pavimentação e edificações, apresentam um elevado potencial de geração de escoamento superficial.

Os demais 70% da bacia são compostos por áreas de agricultura, pastagem e fragmentos de mata ciliar. Esta porção da bacia, embora com um potencial de escoamento inferior ao das áreas urbanas, desempenha um papel crucial na infiltração de água e na dinâmica de sedimentos. A presença da mata ciliar ao longo dos cursos d'água é particularmente importante para a estabilidade das margens e para a filtragem de possíveis poluentes difusos oriundos das atividades agrícolas.

**- Valores típicos de C por tipo de uso do solo**

A referencia utilizada para a análise foi o DNIT – Manual de Drenagem de Rodovias e a ABNT NBR 10844:1989 – Drenagem Urbana

| Uso do solo | Intervalo de C |
|---|---|
| Urbano | 0,50 a 0,70 |
| Área agrícola e pastagem | 0,20 a 0,35 |
| Áreas Florestadas | 0,15 a 0,30 |

| Uso | Percentual estimado na bacia | C típico | Contribuição |
|---|---|---|---|
| Urbano | 30% | 0,60 | 0,18 |
| Agricultura | 50% | 0,30 | 0,15 |
| Floresta | 20% | 0,25 | 0,3 |

$$\mathbf{C} = 0{,}60\times0{,}30+0{,}30\times0{,}50+0{,}25\times0{,}20$$
$$\mathbf{C}=0{,}18+0{,}15+0{,}05$$
$$\mathbf{C}=0{,}38$$

- **Cálculo da intensidade (i) e equação idf da região**

Substituindo Tr = 100 e t= 52,9

$$i = \frac{1173\,x\,100^{0,076}}{(60,9)^{0,724}} \quad i = \frac{1689,12}{17,63} i = 95,8 mm/h$$

**2.3 – Cálculo da vazão máxima**

- **Apresentação do método de calculo das vazões hidrográficas e justificativa do método escolhido (Racional, Método HUT-SCS)**

O Método Racional foi selecionado para a estimativa da vazão máxima em função da sua adequação a bacias de dimensões reduzidas (inferiores a 10 km²) e à disponibilidade de dados. A aplicação do método considerou o coeficiente de escoamento ponderado (C=0,38), obtido a partir da composição dos diferentes usos do solo identificados na bacia. A intensidade de chuva para TR=100 anos e duração igual ao tempo de concentração (i=95,8 mm/h) foi aplicada sobre a área de drenagem de 9,273 km², resultando na vazão de projeto de 93,85 m³/s. Esta vazão representa a vazão de pico esperada para um evento extremo com período de retorno de 100 anos.

C — coeficiente de escoamento, adotado como 0,38 (composição por uso do solo);
i — intensidade de chuva para TR = 100 anos Tc=52,9 min: 95,8 mm/h;
A — área da bacia: 9,273 km².

$$Q=0,278 \cdot C \cdot i \cdot A$$
$$Q=0,278\times0,38\times95,8\times9,273$$
**$Q=93,85\ m^3/s$**

- **Síntese dos valores encontrados**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Informações do emprendimento | | | | | |
| Nome: Prefeitura Municipal de Três Passos | | | | | |
| Curso d'água: Lajeado Canhada Funda | | | | | |
| Obra: Ponte | | | | | |
| | | | | | |
| 2. Informações da bacia | | Cotas (m) | Δh (m) | L (m) | L/ i^0,5 |
| Área da Bacia: 9,273km² | | 446,23 m | - | - | |
| | | 426,21 m | 20,02m | 377,42m | 1638,72 m |
| | | 416,01 m | 10,20m | 306,94m | 1683,76 m |
| Leito Principal: 5806,72m | | 408,36 m | 7,65m | 396,33m | 2852,69 m |
| | | 406,07 m | 2,29m | 319,57m | 3775,12 m |
| | | 400,35 m | 5,72m | 342,85m | 2654,35 m |
| Diferença altimetria: 180,26m | | 383,63 m | 16,72m | 390,31m | 1885,80 m |
| | | 346,9 m | 36,73m | 386,02m | 1251,42 m |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 319,6 m | 27,30m | 344,47m | 1223,62 m |
| Iequ:3,10% | | 311,63 m | 7,97m | 384,34m | 2668,97 m |
| | | 301,93 m | 9,70m | 300,96m | 1676,40 m |
| | | 293,31 m | 8,62m | 339,98m | 2135,14 m |
| Coeficiente de forma: 0,48 | | 290,59 m | 2,72m | 278,16m | 2812,92 m |
| Coeficiente 1: | | 290,59 m | 6,33m | 382,55m | 2973,93 m |
| Coeficiente 2: | | | | | |
| Coeficiente 3: | | 282,97 m | 1,29m | 460,15m | 8690,69 m |
| | | SOMA: | 180,26m | 5310,05m | 37923,54 m |
| 3. Condições de chuva do projeto | | | 4. Vazão do Projeto | | |
| TR(anos): 100 | | | Q = 0,278 . C. I . A | | |
| tc(Min): 52,9 min | | | Q=0,278×0,38×95,8×9,273 | | |
| I-D-F: Três Passos | | | Q=93,85m³/s | | |
| I (mm/h): 95,8mm/h | | | | | |
| K(%): | | | | | |

## 2.4 – Verificação Hidráulica

### - Resultados da verificação hidráulica

A verificação hidráulica consistiu na análise da capacidade de vazão da seção transversal atual do Lajeado Canhada Funda no local de implantação da ponte. Por meio de modelo de fluxo em regime permanente, aplicando a equação de Manning, verificou-se que a seção existente é capaz de escoar a vazão de projeto sem extravasamentos, considerando a rugosidade do canal (n=0,035) e declividade média de 3,10%. Adicionalmente, ensaios de permeabilidade in situ, realizados através de testes de carga variável em dois poços de inspeção, indicaram condutividade hidráulica média na ordem de $10^{-6}$ m/s, compatível com solos argilosos, o que corrobora a estabilidade do leito e margens para a vazão de projeto.

- **Perfil Solo**

Para o perfil do solo foi utilizado o auxilio de uma retroescavadeira para executar a trincheira de inspeção com 1,5 metro de profundidade, foi verificado que o horizonte B é espesso e cobre

**Horizonte A** (0-0,1m): Solo orgânico com textura argilosa, presença de raízes e matéria orgânica em decomposição

•**Horizonte B** (0,4-1,5m): Argila grossa com presença de clastos do embasamento, caracteriza por um argissolo férrico espesso, na base há presença de gleissolo com camadas de argila escura.



*Figura 7: Perfil do solo*

**- Gráficos do perfil de água da vazão**

- **Ensaio de permeabilidade in situ**

O ensaio de permeabilidade foi realizado a escavação de dois de sondagem, foram escavados com 1 metro de profundidade e 30mm diâmetro.

Os resultados foram semelhantes e corroboram e o teor médio de permeabilidade do local pretendido para a construção da ponte sobre o Lajeado Canhada Funda.

Ademais foi aproveitado o estudo recente na área, onde foram

Também pode ser utilizado a de referencia bibiolografica

Os dados coletados durante os ensaios, apresentados na Tabela 1, demonstram um comportamento hidráulico semelhante entre os dois poços, indicando homogeneidade do material no local do empreendimento.

| Poço 1 | | Poço 2 | |
|---|---|---|---|
| Tempo (min) | Delta H | Tempo (min) | Delta H |
| 10 | - | 10 | - |
| 20 | 28,2 | 20 | 28,4 |
| 40 | 27,8 | 40 | 25,7 |
| 60 | 25,5 | 60 | 24,5 |
| 80 | 23,9 | 80 | 23,0 |
| 100 | 21,7 | 100 | 21,1 |




*Figura 8:Localização das áreas de inspeção realizadas*

## 3. Considerações Finais

O estudo hidrológico-hidráulico permitiu estimar a vazão de pico de x m³/s para o TR de 100 anos, utilizando o Método Racional. A verificação hidráulica indicou que a seção projetada é suficiente para escoar a vazão de projeto sem risco de extravasamento, garantindo a segurança e estabilidade da estrutura. Para elaboração desse estudo, para base utilizou o software QGIS 3.40 Como ferramentas, utilizou-se planinha do excel, juntamente com as cartas topográficas vetoriais do IBGE e imagem do Google Earth.

**Referências**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14545: Solo - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos à carga variável**. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15512: Drenagem urbana - Diretrizes para projetos de sistemas de águas pluviais**. Rio de Janeiro, 2016.

AZEVEDO NETTO, J. M.; FERNANDEZ, M. F. **Manual de hidráulica**. 9. ed. São Paulo: Blucher, 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Séries históricas de precipitação – Estação Três Passos (Código 02753009)**.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de drenagem de rodovias** (DNIT 197/2006-ES). Revisão 2010.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Projeto geométrico de rodovias rurais** (DNIT 010/2004). 2004.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Solos do Estado do Rio Grande do Sul**. 2018.

JABÔR, P. C. **Drenagem urbana: conceitos, estudos e soluções**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

PINTO, C. S. **Curso básico de mecânica dos solos**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

PORTO, R. L. **Hidráulica básica**. 4. ed. São Carlos: EESC-USP, 2006.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS geographic information system**. 2023.

TRÊS PASSOS (Município). **Lei de uso e ocupação do solo**. Três Passos, [s.d.]4.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009.

Documento assinado digitalmente
gov.br
LUCAS DE OLIVEIRA WOLSKI
Data: 12/11/2025 16:50:03-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

**Lucas Wolski**
**Geólogo**
**CREARS 264508**

Documento assinado digitalmente
gov.br
RODRIGO ALENCAR BOHN GLINKE
Data: 12/11/2025 17:32:47-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br